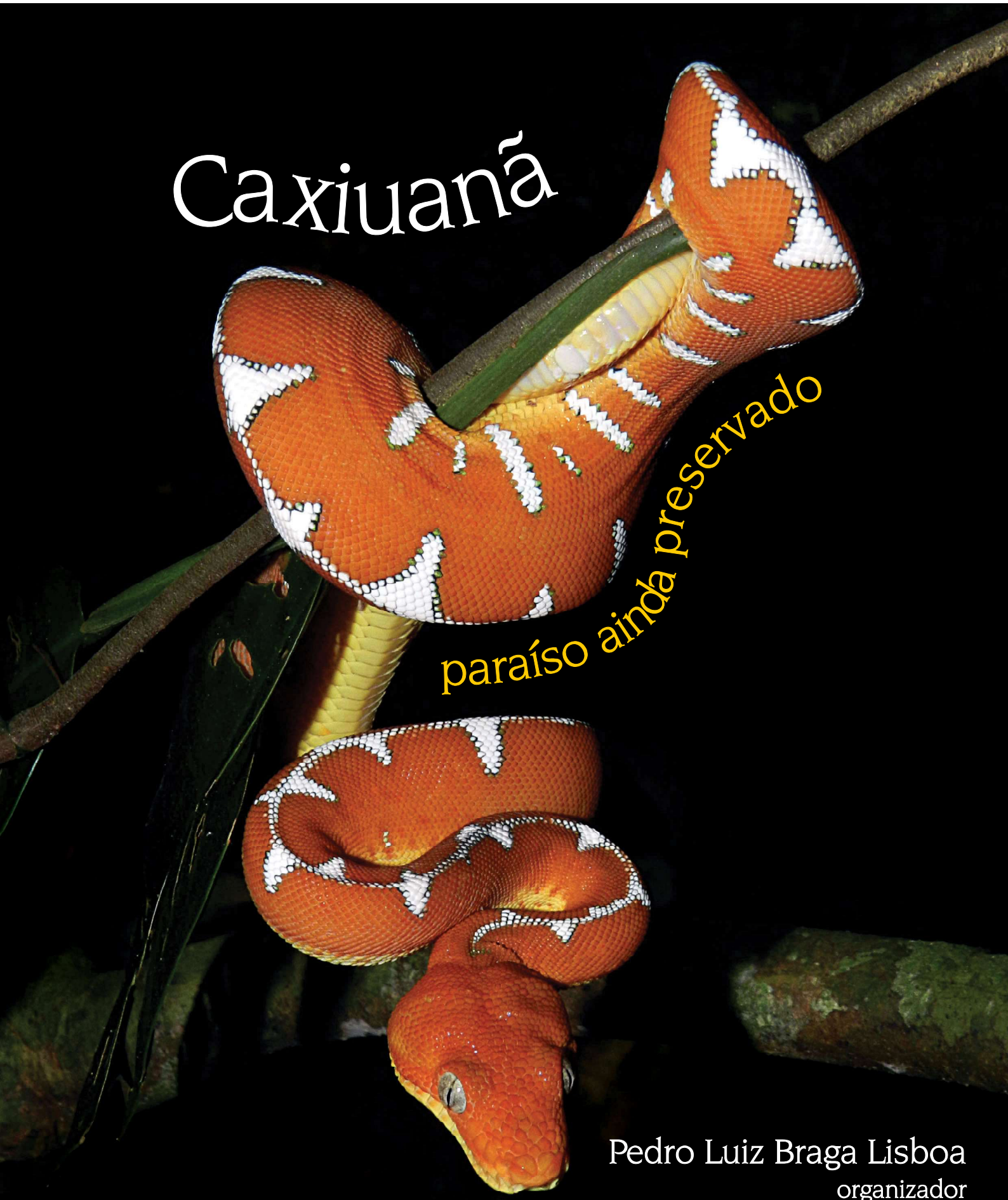
Caxiuanã

paraíso ainda preservado



Pedro Luiz Braga Lisboa
organizador

Caxiuanã

paraíso ainda preservado

Pedro Luiz Braga Lisboa
Organizador

GOVERNO DO BRASIL

Presidente da República
Dilma Vana Rousseff

Ministro da Ciência, Tecnologia e Inovação
Marco Antonio Raupp

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Diretor
Nilson Gabas Júnior

Coordenador de Pesquisa e Pós-Graduação
Ulisses Galatti

Coordenadora de Comunicação e Extensão
Wanda Okada

ESTAÇÃO CIENTÍFICA FERREIRA PENNA

Coordenadora
Maria das Graças Ferraz Bezerra

Coordenador de Campo
José Antônio Pereira Jr.

NÚCLEO EDITORIAL DE LIVROS

Editora Executiva
Iraneide Silva

Editora Assistente
Angela Botelho

Editora de Arte
Andréa Pinheiro

Apoio Técnico
Tereza Lobão

Instituição filiada

Museu Paraense Emílio Goeldi

Caxiuanã

paraíso ainda preservado

Pedro Luiz Braga Lisboa
Organizador

Belém
2013

Produção editorial
Iraneide Silva
Angela Botelho

Projeto gráfico, capa e editoração eletrônica
Andréa Pinheiro

Foto da capa
André Cardoso

Fotos separativas
André Cardoso
João Batista Fernandes da Silva (p. 217)

Revisão
Valéria Maria Netto Pereira Lisboa
Iraneide Silva

Normalização e ficha catalográfica
Coordenação de Informação e Documentação
(CID/MPEG)

Impressão e acabamento
GTR Gráfica e Editora Ltda.
Belém-PA

Caxiuanã: paraíso ainda preservado / Pedro Luiz Braga Lisboa, organizador. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2013.

656 p.: il.

ISBN: 978-85-61377-69-4

1. Biodiversidade - Pará. 2. Plano de Manejo, 2009-2011. 3. Floresta Nacional de Caxiuanã (Melgaço, PA). 4. Estação Científica Ferreira Penna.5. Ocupação Humana. 6. Flora. 7. Fungos. 8. Fauna. I. Lisboa, Pedro Luiz Braga, org.

CDD 333.95098115

© Direitos de cópia/copyright por/by Museu Goeldi, 2013.

PREFÁCIO

Quando se viaja pela malha de rios e igarapés da Floresta Nacional de Caxiuanã, cujo silêncio é quebrado pelo gorjear das aves e outros ruídos misteriosos da mata, tem-se uma amostra da fervilhante dinâmica entre plantas e animais nesse ambiente, onde a quase ausência humana nos envolve na inebriante sensação de testemunhar um *fenômeno* ao mesmo tempo bíblico e darwiniano.

O espetáculo da lua banhando a baía e os rios, as luzes de arrebol, tão comuns na região, formam a tríade harmoniosa de floresta, luzes e sons. Se conhecer a floresta de Caxiuanã já é um privilégio, mais ainda o é estudá-la nos seus mais diversos aspectos. E mesmo que as perguntas sejam muitas, a floresta é generosa nas respostas. O verdadeiro privilégio é tê-la como parceira.

Trazer o "progresso" representado pela indústria e suas máquinas, para profanar este equilíbrio milenar, cortar árvores, afugentar os animais e desarticular o *modus vivendi* da população de Caxiuanã, faz-nos questionar qual o nível de conhecimento que dá aos tomadores de decisão segurança suficiente para estabelecerem que a exploração econômica da madeira seja a melhor opção para o desenvolvimento desse lugar.

O poeta Augusto dos Anjos, que leu Charles Darwin, Herbert Spencer e Jean-Baptiste de Lamark, dentre outros adeptos do evolucionismo na Europa, em sua poesia "Versos Íntimos", diz que "a mão que afaga é a mesma que apedreja". Esta frase contundente é dita em diversas situações da vida cotidiana, em que a um ato bom, sucede-se uma má ação que tem a mesma origem. Ora, tal frase não deveria ser aplicada à Caxiuanã. O governo brasileiro, que propôs a conservação da floresta há 50 anos, não deveria, por qualquer razão, autorizar sua destruição, pois, ao preservá-la, revelou ao mundo um verdadeiro pedaço do paraíso.

Retornando ao motivo deste texto, apresento este quarto livro contendo os resultados das pesquisas realizadas na Floresta Nacional de Caxiuanã, dando mais um passo na disseminação do conhecimento científico sobre a floresta amazônica. São dezenas de artigos que visam não apenas contribuir para o avanço da ciência, mas principalmente fornecer informações necessárias e básicas ao Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã. São quase 150 pesquisadores engajados nas mais diferentes áreas de pesquisa, ligadas à missão do Museu Paraense Emílio Goeldi que, em síntese, é a de produzir e comunicar ciência.

É dever da coordenação da Estação Científica Ferreira Penna e também uma grande satisfação agradecer a inestimável colaboração dos pesquisadores a este livro, pelo interesse e a confiança depositada no organizador, para que os seus trabalhos cheguem ao público por meio desta coletânea, numa caminhada de produção científica e editorial iniciada há quase 15 anos – em 1997.

O pesquisador Pedro L. B. Lisboa, um dos idealizadores do projeto Caxiuanã, no final da década de 1980, foi o primeiro coordenador da Estação, tendo ficado por dez anos no cargo. Esse período foi fundamental para se definirem as bases da Estação Científica, até os dias atuais. Manter-se à frente da árdua, porém gratificante tarefa de organizar e levar a público os resultados das pesquisas realizadas na Estação Científica, dá a dimensão do seu comprometimento com as pessoas que ali vivem, com a floresta, com os cientistas que ali atuam e, muito particularmente, com esta centenária Instituição que tanto amamos – o Museu Paraense Emílio Goeldi.

À diretoria do Museu Goeldi, às colegas do Núcleo Editorial de Livros e à Subsecretaria das Unidades de Pesquisas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que vem apoiando as ações promovidas pela Estação Científica Ferreira Penna e a todos aqueles que contribuíram para a realização desta obra, só nos cabe externar os mais sinceros agradecimentos.

Graça Ferraz

Coordenadora da Estação Científica Ferreira Penna
Museu Paraense Emílio Goeldi/MCTI

SUMÁRIO

Apresentação
Prefácio
Colaboradores

Homenagem a Sir Ghillean Tolmie Prance 21
Pedro L. B. Lisboa

CAPÍTULO 1 – FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ **27**

1. Caxiuanã: conservação, riscos e possibilidades 29
Pedro L. B. Lisboa, Maria das Graças Ferraz Bezerra, André Luiz de Rezende Cardoso

CAPÍTULO 2 – AMBIENTE FÍSICO E MONITORAMENTO AMBIENTAL **43**

2. Caracterização meteorológica da Floresta Nacional de Caxiuanã 45
Antonio Carlos Lôla da Costa, Alex Antonio Ribeiro de Oliveira, Guilherme Camarinha Neto,
Maurício Castro da Costa, João de Athaydes Silva Júnior, Bruno Takeshi Tanaka Portela

3. A importância das condições termodinâmicas na variabilidade da precipitação em Caxiuanã 55
Dayana Castilho de Souza, Maria Aurora Santos da Mota, Julia Clarinda Paiva Cohen

4. A biogeoquímica das águas de Caxiuanã 71
Daniel Marcos Bentes de Melo, Alex Vladimir Krusche, Maridalva Mendes Ribeiro,
Ayamy da Costa Migiyama, Maria Emília da Cruz Sales, José Francisco Berredo, Christiene Rafaela Lucas de Matos

5. Aspectos físico-químicos dos ambientes fluviolacustres de Caxiuanã 91
Daniel Marcos Bentes de Melo, Alex Vladimir Krusche, Maridalva Mendes Ribeiro,
Ayamy da Costa Migiyama, Maria Emília da Cruz Sales, José Francisco Berredo, Alana Kasahara Neves

6. Monitoramento ambiental de cursos d'água na Floresta Nacional de Caxiuanã..... 105
Maria de Fátima da Silva Pinheiro, Karla Tereza Silva Ribeiro, Maria Emília da Cruz Sales, Ayamy da Costa Migiyama

7. Variabilidade quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical úmida..... 119
Hernani José Brazão Rodrigues, Leonardo Deane de Abreu Sá, Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo,
Antônio Carlos Lôla da Costa, Rommel Benício da Silva, Quêzia Leandro de Moura

8. Variabilidade espacial de atributos físico-químicos do solo da grade do PPBio em Caxiuanã 131
Lourdes Hechen Ritter Simões, Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo, Jorge Luiz Piccinin,
Quêzia Leandro Moura, Clarice Silva e Souza

9. Influência da sazonalidade na produção de serapilheira no experimento esecaflor, na Floresta Nacional de Caxiuanã..... 141
Rosecélia Moreira da Silva Castro, Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo,
José Maria Nogueira da Costa, Antônio Carlos Lôla da Costa

10. Soil CO_2, CH_4 and N_2O fluxes from eastern Amazonia indicate surprising controls on N-cycling in a drought experiment and terra preta soils..... 151
Raimundo Cosme de Oliveira Júnior, Joost van Haren, Lindsey Hovland, Tara Woodcock, Rosa de Nazaré Paes da Silva, Eduardo Ballespi de Castro Vasconcellos, Maurício Lamano Ferreira, Alexandre Leandro Pereira, Daniel B. Metcalfe, José Henrique Cattanio, Antônio Carlos Lôla da Costa, Leandro Valle Ferreira, Scott Saleska, Plínio Barbosa de Camargo

CAPÍTULO 3 – O HOMEM 163

11. Ocupação humana pré-colonial no sítio Ilha de Terra, região de Caxiuanã..... 165
Dirse Clara Kern, Jucilene Amorim Costa, Gilma D'Aquino, Nestor Kämpf, Marcondes Lima da Costa, Fernanda Araujo Costa, Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo, Vanda Porpino Lemos, Francisco Juvenal Lima Frazão†

12. Etnografia da ocupação de uma pequena "Ilha de Terra" 187
Isolda Maciel da Silveira, Helena Doris de A. Barbosa Quaresma

13. Elementos químicos em cabelo humano na região de Caxiuanã: uma avaliação dos costumes, hábitos alimentares e ambiência geológica 205
Marcondes L. da Costa, Marciléia S. do Carmo, Norbert Miekeley, Bruno Santana Carneiro, Patrícia Freitas Pereira, Dirse Clara Kern

CAPÍTULO 4 – A FLORA 217

14. Contribuição à taxonomia das Myrtaceae da Floresta Nacional de Caxiuanã 219
Alessandro Silva do Rosário, Ricardo de S. Secco

15. Vochysiaceae na Floresta Nacional de Caxiuanã 231
Luíza de Sousa Vieira, Antônio Elielson Sousa da Rocha, Maria de Nazaré do Carmo Bastos

16. Contribuição à flora epifítica da Floresta Nacional de Caxiuanã: Bromeliaceae e Orchidaceae 247
Ana Kelly Koch, João Ubiratan Moreira dos Santos, Anna Luiza Ilkiu-Borges

17. Farmacopeia vegetal da comunidade Caxiuanã, na Floresta Nacional de Caxiuanã 257
Silvana de Fátima Rodrigues Rocha, Márlia R. Coelho Ferreira, Maria das Graças Pires Sablayrolles

18. Briófitas em Caxiuanã: resultados do levantamento em duas parcelas da grade do PPBio 287
Anna Luiza Ilkiu-Borges, Luciana Priscila Costa Macedo, Márcio Alexandre Viana Pereira, Regina Célia Lobato Lisboa

19. Considerações fenológicas, morfológicas e anatômicas das infrutescências e sementes de três espécies de P*hilodendron* Schott (Araceae)..... 297
Alba Lúcia Ferreira de Almeida Lins, Salustiano Vilar da Costa Neto, Rosecélia Moreira da Silva Castro

20. Caracterização morfopolínica de macrófitas aquáticas da Flona Caxiuanã II Monocotiledôneas e Licófitas..... 311
Léa Maria Medeiros Carreira, Flávia Cristina Araújo Lucas, Ortrud Monika Barth, Thália do Socorro Serra Gama, Anna Christina Rio Dias, Ely Simone Cajueiro Gurgel, Carolina Mesquita Germano

21. Óleos essenciais de Anonáceas e Piperáceas da Floresta Nacional de Caxiuanã 323
Eloísa Helena A. Andrade, Léa Maria Medeiros Carreira, Jorge Oliveira, Elsie G. F. Guimarães, Alcy F. Ribeiro, José Guilherme S. Maia

CAPÍTULO 5 – OS FUNGOS 339

22. Fungos conidiais decompositores ocorrentes sobre palmeiras e liquens associados na Floresta Nacional de Caxiuanã..... 341
Josiane Santana Monteiro, Antonio Hernández Gutiérrez, Helen Maria Pontes Sótão, Rosely Ana Piccolo Grandi

23. Novos registros de Fungos (Pucciniales) para a Floresta Nacional de Caxiuanã, Amazônia e Brasil..... 367
Helen Maria Pontes Sotão, Joe F. Hennen, Érika S. Freires, Fernanda Mendonça, Fabiano Brito, Isadora França, Carla Castro

24. Fungos poroides (*Agaricomycetes*) no sítio do Programa de Biodiversidade da Amazônia (PPBio) em Caxiuanã 375
Priscila Sanjuan de Medeiros, Helen Maria Pontes Sotão, Tatiana Baptista Gibertoni, José Henrique Cattanio

25. Novas contribuições ao conhecimento dos fungos macroscópicos da Floresta Nacional de Caxiuanã: Agaricales, Boletales e Russulales (Basidiomycota – Agaricomycetes) 387
Rosana Maziero, Marina Capelari, Fernanda Karstedt, Massimo Tasselli

26. Poroid fungi (Agaricomycetes, Basidiomycota) in the National Caxiuanã Forest..... 397
Tatiana Baptista Gibertoni, Leif Ryvarden, Annarosa Bernicchia, Elena Savino

27. Liquens corticícolas crostosos (Ascomycota liquenizados) da Floresta Nacional de Caxiuanã..... 411
Marcela Eugênia da Silva Cáceres, Tamires Santos Vieira, Luciana Santos de Jesus, Robert Lücking

CAPÍTULO 6 – A FAUNA.....425

28. Variação sazonal da comunidade de gafanhotos Acridoidea (Orthoptera), na Floresta Nacional de Caxiuanã 427
Carlos Elias de Souza Braga, Ana Lúcia Nunes-Gutjahr

29. Diversidade de gafanhotos Acridoidea (Orthoptera) em um sítio do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) na Floresta Nacional de Caxiuanã, ... 437
Ana Lúcia Nunes-Gutjahr, Carlos Elias de Souza Braga

30. As formigas do gênero *Crematogaster* Lund, 1831 (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) de serapilheira em seis áreas da Floresta Nacional de Caxiuanã 445
Sherlem Patricia de Seixas Felizardo, Ana Yoshi Harada

31. As formigas da subfamília Ectatomminae (Hymenoptera: Formicidae), na Floresta Nacional de Caxiuanã 465
Emely Laiara Silva de Siqueira, Ana Yoshi Harada

32. Cupins de três florestas de terra firme no estado do Pará 487
Maria Lúcia Jardim Macambira

33. Distribuição vertical e temporal de culicídeos (Diptera: Culicidae) em sítio na Floresta Nacional de Caxiuanã 493
Ulisses E. C. Confalonieri, Bento M. Mascarenhas, Claudeth S. Pinto, Manuel Santa Brígida, Elcimara P. Chagas, Delma G. Guimarães

34. Eficiência de três tipos de armadilhas na captura de moscas mesembrinelíneas (Diptera: Calliphoridae) na Floresta Nacional de Caxiuanã 513
Rafael Leandro Corrêa Gomes, José Roberto Pereira de Sousa, Fernando da Silva Carvalho-Filho, Maria Cristina Esposito

35. Inventário biológico: riqueza, biodiversidade local e regional de Drosophilidae (Diptera) frugívoros 521
Catarina de L. B. Praxedes, Marlúcia Bonifácio Martins

36. Riqueza e composição em espécies de aranhas da Floresta Nacional de Caxiuanã 539
Emanuel G. Cafofo, Regiane Saturnino, Adalberto J. Santos, Alexandre B. Bonaldo

37. Biomarcadores de estresse oxidativo em *Glyphorynchus spirurus* (Vieillot, 1819) (Aves: Dendrocolaptidae) na Floresta Nacional de Caxiuanã 563
Andreza de Lourdes Souza Gomes, Raphael de Vasconcelos Nunes, José Luiz Fernandes Vieira, Maria Luíza Videira Marceliano

38. Interação mutualística entre aves da família Pipridae e plantas na Floresta Nacional de Caxiuanã 569
Andreza de Lourdes Souza Gomes, Maria Luíza Videira Marceliano

39. Ecologia de peixes em um "quase-lago" da Amazônia oriental 577
Luciano Fogaça de Assis Montag, Tiago Magalhães da Silva Freitas, Naraiana Loureiro Benone, Cristiane de Paula Ferreira, Wolmar Benjamin Wosiacki, Ronaldo Borges Barthem

40. Uso da fauna cinegética por moradores da Floresta Nacional de Caxiuanã 595
Daniely Félix da Silva, Regina Oliveira, José Benedito Alvarez Júnior, Juarez Carlos Brito Pezzuti

41. Atividade reprodutiva de morcegos (Mammalia: Chiroptera) na Floresta Nacional de Caxiuanã 621
Suely Aparecida Marques-Aguiar, Gilberto Ferreira de Souza Aguiar, Máximo Viena del Aguila†

COLABORADORES

ADALBERTO J. SANTOS (oxyopes@yahoo.com) - Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, CEP: 31.270-901, Belo Horizonte (MG).

ALANA KASAHARA NEVES (alana.kasahara@gmail.com) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Campus de Pesquisa, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

ALBA LÚCIA FERREIRA DE ALMEIDA LINS (lins@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

ALCY F. RIBEIRO (favacho@ufpa.br) - Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, CEP: 68.501-970, Marabá (PA).

ALESSANDRO SILVA DO ROSÁRIO (asrosario@museu-goeldi.br) - Bolsista do CNPq, doutorando do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi. Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

ALEX ANTONIO RIBEIRO DE OLIVEIRA (meteoropirata@hotmail.com) - Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Correa, 1, CEP: 66.075-110, Guamá, Belém (PA).

ALEX VLADIMIR KRUSCHE (alex@cena.usp.br) - Universidade de São Paulo, Av. Centenário 303, São Dimas, CEP: 13.416-903, Piracicaba (SP).

ALEXANDRE B. BONALDO (bonaldo@museu-goeldi.br) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

ALEXANDRE LEANDRO PEREIRA (alexmga@yahoo.com.br) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Av. Centenário, 303, CEP: 13.416-000, Piracicaba, São Paulo (SP).

ANA KELLY KOCH (anakbio@gmail.com) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

ANA LÚCIA NUNES-GUTJAHR (melcam@uol.com.br) - Centro de Ciências Sociais e Educação, Departamento de Ciências Naturais, Universidade do Estado do Pará, Rua Djalma Dutra s/n, Telégrafo, CEP: 66113-200, Belém (PA).

ANA YOSHI HARADA (ahara@museu-goeldi.br) - Setor de Invertebrados, Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

ANDRÉ LUIZ DE REZENDE CARDOSO (acardoso@museu-goeldi.br) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

ANDREZA DE LOURDES SOUZA GOMES (algomes@museu-goeldi.br) - Coordenação de Zoologia, Seção de Ornitologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

ANNA CHRISTINA RIO DIAS (diasacr@yahoo.com.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

ANNA LUIZA ILKIU-BORGES (ilkiu-borges@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

ANNAROSA BERNICCHIA (annarosa.bernicchia@unibo.it) - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Università degli Studi di Pavia, Via Fanin 42, 40127, Bologna, Italy.

ANTÔNIO CARLOS LÔLA DA COSTA (lola@ufpa.br) - Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Correa, 1, CEP: 66.075-110, Guamá, Belém (PA).

ANTÔNIO ELIELSON SOUSA DA ROCHA (asrocha@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

ANTONIO HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ (anther@ufpa.br) - Universidade Federal do Pará (UFPA), Rua Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

AYAMY DA COSTA MIGIYAMA (migiyama@gmail.com) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Campus de Pesquisa. Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

BENTO M. MASCARENHAS (bmelo@museu-goeldi.br) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

BRUNO SANTANA CARNEIRO (brunosac@gmail.com) - Instituto Evandro Chagas, Rodovia Br 316, km 7, s/n, CEP: 67.030-000, Ananindeua (PA).

BRUNO TAKESHI TANAKA PORTELA (brunotakeshi@gmail.com) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo, 2936, Aleixo, CEP: 69.060-001, Manaus (AM).

CARLA CORRÊA DE CASTRO (carlacast2004@yahoo.com.br) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

CARLOS ELIAS BRAGA (bragaelias@yahoo.com.br) - Centro de Ciências Sociais e Educação, Departamento de Ciências Naturais, Universidade do Estado do Pará, Rua Djalma Dutra s/n, Telégrafo, CEP: 66.113-200, Belém (PA).

CAROLINA MESQUITA GERMANO (carolmmesquita@yahoo.com.br) - Departamento de Ciências Naturais, Universidade do Estado do Pará, Av. Djalma Dutra, s/n, Telégrafo, Belém (PA).

CATARINA DE BEZERRA PRAXEDES - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

CHRISTIENE RAFAELA LUCAS DE MATOS (christienematos@hotmail.com) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

CLARICE SILVA E SOUZA (clasouza89@yahoo.com.br) - Universidade Federal de Ouro preto, Rua Diogo de Vasconcelos, 122, CEP: 35.400-000, Ouro Preto (MG).

CLAUDETH S. PINTO (dethspc@yahoo.com.br) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Caixa Postal 399, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

CRISTIANE DE PAULA FEREIRA (cristianebio@gmail.com) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

DANIEL B. METCALFE (daniel.metcalfe@sek.slu.se) - University of Oxford, Wellington Square, Oxford, OX1 2JD, United Kingdom.

DANIEL MARCOS BENTES DE MELO (dmbentes@usp.br; dmbentes@gmail.com) - Universidade de São Paulo, Av. Centenário, 303, São Dimas, CEP: 13.416-903, Piracicaba (SP).

DANIELY FÉLIX DA SILVA (danyfelix30@gmail.com) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

DAYANA CASTILHO DE SOUZA (dayana.castilho@cptec.inpe.br) - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. dos Astronautas, 1758, Jardim da Granja, CEP: 12.227-010, São José dos Campos (SP).

DELMA G. GUIMARÃES - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66077-530, Belém (PA).

DIRSE CLARA KERN (kern@museu-goeldi.br) - Coordenação de Ciências da Terra, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém PA).

EDUARDO BALLESPI DE CASTRO VASCONCELLOS (ebdcvasc@esalq.usp.br) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Av. Centenário, 303, CEP: 13.416-000, Piracicaba, São Paulo (SP).

ELCIMARA P. CHAGAS - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

ELENA SAVINO (esavino@et.unipv.it) - Dipartimento Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 1, 27100, Pavia, Italy.

ELOISA HELENA A. ANDRADE - Faculdade de Química, Universidade Federal do Pará, CEP: 66.075-900, Belém (PA).

ELSIE G. F. GUIMARÃES - Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, CEP: 22.460-030, Rio de Janeiro (RJ).

ELY SIMONE CAJUEIRO GURGEL (esgurgel@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme CEP: 66.077-830, Belém (PA).

EMANUEL G. CAFOFO (emanuelgcs@gmail.com) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

EMELY LAIARA SILVA DE SIQUEIRA (emelysiqueira@hotmail.com) - Programa de Pós Graduação em Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

ÉRIKA S. FREIRES (erikafreires_ufra@yahoo.com.br) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Perimetral, 2501, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

FABIANO BRITO (fmbbrito2009@hotmail.com), Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Perimetral, 2501, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

FERNANDA ARAUJO COSTA (fernanda.ac@terra.com.br) - Scientia Consultoria Científica, Rua Armando D'Almeida, 52, Butantã, CEP: 05.587-010, São Paulo (SP).

FERNANDA KARSTEDT (fekarstedt@yahoo.com.br) - Núcleo de Pesquisa em Micologia, Instituto de Botânica, Av. Miguel Stéfano, 3687, Água Funda, CEP: 04.301-902, São Paulo (SP).

FERNANDA MENDONÇA (nanda_mendonca05@hotmail.com) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Perimetral, 2501, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

FERNANDO DA SILVA CARVALHO-FILHO (fernanbio@yahoo.com.br) - Laboratório de Ecologia de Invertebrados, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

FLÁVIA CRISTINA ARAÚJO LUCAS (copaldoc@yahoo.com.br) - Departamento de Ciências Naturais, Universidade do Estado do Pará, Av. Djalma Dutra, s/n, Telégrafo, Belém (PA).

GILBERTO FERREIRA DE SOUZA AGUIAR (gfsaguiar@museu-goeldi.br) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

GILMA D'AQUINO (gilma@museu-goeldi.br) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

GUILHERME CAMARINHA NETO - Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Correa, 1, CEP: 66.075-110, Guamá, Belém (PA).

HELEN MARIA PONTES SOTÃO (helen@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

HELENA DÓRIS DE A. BARBOSA QUARESMA (hdoris@ufpa.br) - Faculdade de Turismo, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

HERNANI JOSÉ BRAZÃO RODRIGUES (hernani@ufpa.br) - Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Correa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

ISADORA F. FRANÇA (isa_bio@yahoo.com.br) - Tv. Humaita, 1975, conjunto Dom Fernando, casa 50, Marco, CEP: 66.093-080, Belém (PA).

ISOLDA MACIEL DA SILVEIRA (isolda@museu-goeldi.br) - Coordenação de Ciências Humanas, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

JOÃO DE ATHAYDES SILVA JÚNIOR - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Rua Augusto Corrêa, 1, Campus Universitário do Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

JOÃO UBIRATAN MOREIRA DOS SANTOS (bira@museu-goeldi.br) - Universidade Federal Rural da Amazônia/ Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

JOE F. HENNEN (joefhennen@yahoo.com) - Botanical Research Institute of Texas (BRIT), 509 Pecan Street, Fort Worth, Texas, 76102-4060, U.S.A.

JOOST VAN HAREN (jvanhare@email.arizona.edu) - University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA.

JORGE LUIZ PICCININ (piccininjlp@bol.com.br) - Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Primetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belem (PA).

JORGE OLIVEIRA (joliveira@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

JOSÉ BENEDITO ALVAREZ JÚNIOR (alvarez_bio@yahoo.com.br) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

JOSÉ FRANCISCO BERRÊDO (berredo@museu-goeldi.br) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

JOSÉ GUILHERME S. MAIA (gmaia@ufpa.br) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, CEP: 66.075-900, Belém (PA).

JOSÉ HENRIQUE CATTANIO (cattanio@ufpa.br) - Faculdade de Metereologia, Universidade Federal do Pará, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

JOSÉ LUIZ FERNANDES VIEIRA (jvieira@ufpa.br) - Laboratório de Toxicologia, Universidade Federal do Para, Av. Augusto Corrêa, 1, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

JOSÉ MARIA NOGUEIRA DA COSTA (jmncosta@ufv.br) - Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolphes, s/n, CEP: 36.571-000, Viçosa (MG).

JOSÉ ROBERTO PEREIRA DE SOUSA (jrszoo@hotmail.com) - Departamento de Química e Biologia, Centro de Estudos Superiores de Imperatriz, Universidade Estadual do Maranhão, Rua Godofredo Viana, 1300, Bairro União, CEP: 65.901-430, Imperatriz (MA).

JOSIANE SANTANA MONTEIRO (kiotobelbio2003@yahoo.com.br) - Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, CEP: 50.670-901, Recife (PE).

JUAREZ CARLOS BRITO PEZZUTI (juca@ufpa.br) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

JUCILENE AMORIM COSTA (jacosta@ufpa.br) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

JULIA CLARINDA PAIVA COHEN (jcpcohen@ufpa.br) - Instituto de Geociências, Departamento de Meteorologia, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.6075-900, Belém (PA).

KARLA TEREZA SILVA RIBEIRO (karlarib@ufpa.br) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

LÉA MARIA MEDEIROS CARREIRA (lea@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

LEANDRO VALLE FERREIRA (lvferreira@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

LEIF RYVARDEN (leif.ryvarden@bio.uio.no) - Botanical Institute, University of Oslo, P. O. Box 1066, Blindern, N-0316, Oslo, Norway,

LEONARDO DEANE DE ABREU SÁ (Leonardo.deane@cra.inpe.br) - Centro Regional da Amazônia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. Perimetral, 2651, Montese, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

LINDSEY HOVLAND - University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA.

LOURDES HECHEN RITTER SIMÕES - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário Tocantins/Cametá. Rua Padre Antonio Franco, 2417, Matinha, CEP: 68.400-000, Cametá (PA).

LÚCIA FERREIRA DE ALMEIDA - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

LUCIANA SANTOS DE JESUS - Universidade Federal de Sergipe, Av. Vereador Olimpio Grande, s/n, CEP: 49.500-000, Itabaiana (SE).

LUCIANA PRISCILA COSTA MACEDO (lupcmacedo@yahoo.com.br) - Curso de Mestrado em Botânica Tropical UFRA/MPEG, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

LUCIANO FOGAÇA DE ASSIS MONTAG (montag@ufpa.br) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

LUIZA DE SOUSA VIEIRA (luizavieira.tuc@hotmail.com) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

MANUEL SANTA BRÍGIDA - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

MARCELA EUGÊNIA DA SILVA CÁCERES (mscaceres@hotmail.com) - Universidade Federal de Sergipe, Av. Vereador Olimpio Grande, s/n, CEP: 49.500-000, Itabaiana (SE).

MARCILEIA SILVA DO CARMO (marcileia@ufs.br) - Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, CEP: 49.100-000, São Cristovão (SE).

MÁRCIO ALEXANDRE VIANA PEREIRA (marcioviana84@hotmail.com) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

MARCONDES LIMA DA COSTA (mlc@ufpa.br) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

MARIA AURORA SANTOS DA MOTA (aurora@ufpa.br) - Instituto de Geociências, Departamento de Meteorologia, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.6075-900, Belém (PA).

MARIA CRISTINA ESPOSITO (esposito@ufpa.br) - Laboratório de Ecologia de Invertebrados, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

MARIA DAS GRAÇAS FERRAZ BEZERRA (gferraz@museu-goeldi.br) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

MARIA DAS GRAÇAS PIRES SABLAYROLLES (mpires@ufpa.br) - Programa de Pós-graduação em Agricultura Amazônica, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém, (PA).

MARIA DE FÁTIMA DA SILVA PINHEIRO (mfsp@ufpa.br) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

MARIA DE LOURDES PINHEIRO RUIVO (ruivo@museu-goeldi.br) - Coordenação de Ecologia e Cências da Terra, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

MARIA DE NAZARÉ DO CARMO BASTOS (nazir@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

MARIA EMÍLIA DA CRUZ SALES (bia@museu-goeldi.br) - Coordenação de Ecologia e Cências da Terra, Museu Paraense Emílio Goeldi, Campus de Pesquisa. Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP 66.077-530, Belém (PA).

MARIA LÚCIA JARDIM MACAMBIRA (mljardim@museu-goeldi.br) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

MARIA LUÍZA VIDEIRA MARCELIANO (mlvideira@museu-goeldi.br) - Coordenação de Zoologia, Seção de Ornitologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

MARIDALVA MENDES RIBEIRO - Coordenação de Ecologia e Cências da Terra, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

MARINA CAPELARI (mcapelariibot@yahoo.com) - Núcleo de Pesquisa em Micologia, Instituto de Botânica, Av. Miguel Stéfano, 3687, Água Funda, CEP: 04301-902, São Paulo (SP).

MÁRLIA R. COELHO FERREIRA (mcoelho@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emilio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

MARLÚCIA BONIFÁCIO MARTINS (marlucia58@hotmail.com) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

MÁSSIMO TASSELLI (massimo_tasselli@hotmail.com) - Via della Primula, 5. 20090, Segrate (MI), Itália.

MAURÍCIO CASTRO DA COSTA - Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Perimetral, 2501, Terra Firme, CEP: 66.077-901, Belém (PA).

MAURÍCIO LAMANO FERREIRA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Av. Centenário, 303, CEP: 13.416-000, Piracicaba (SP).

NARAIANA LOUREIRO BENONE (nbenone@gmail.com) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

NESTOR KÄMPF (nestorkampf@gmail.com) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP: 91.540-00, Porto Alegre (RS).

NORBERT MIEKELEY (miekeley@puc-rio.br), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Marquês São Vicente, 225, CEP: 22.453-900, Rio de Janeiro (RJ).

ORTRUD MONIKA BARTH (barth@ioc.fiocruz.br) - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Av. Brasil, 4365, Manguinhos, CEP: 21.045-900, Rio de Janeiro (RJ).

PATRÍCIA FREITAS PEREIRA (patriciafreitas@yahoo.com.br) - Universidade Federal do Amapá, Av. Feliciano Coelho, 117, Trem, CEP: 68.901-025, Macapá (AP).

PEDRO LUIZ BRAGA LISBOA (plisboa@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

PLÍNIO BARBOSA DE CAMARGO (pcamargo@cena.usp.br) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Av. Centenário, 303, CEP: 13.416-000, Piracicaba (SP).

PRISCILA COSTA MACEDO (lupcmacedo@yahoo.com.br) - Curso de Mestrado em Botânica Tropical, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

PRISCILA SANJUAN DE MEDEIROS (priscilasanjuanbio@yahoo.com.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.040-170, Belém (PA).

QUÊZIA LEANDRO DE MOURA (queziamoura@hotmail.com) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Correa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

RAFAEL LEANDRO CORRÊA GOMES (leandrobiologia@yahoo.com.br) - Laboratório de Ecologia de Invertebrados, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA JUNIOR - EMBRAPA Amazônia Oriental, Santarém (PA), Rua Vera Paz, s/n, Salé, CEP: 68.035-110, Santarém (PA).

RAPHAEL DE VASCONCELOS NUNES (rphvn@hotmail.com) - Laboratório de Toxicologia, Universidade Federal do Para, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belém (PA).

REGIANE SATURNINO (sf.regiane@gmail.com) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

REGINA CÉLIA LOBATO LISBOA (rctlobato@gmail.com) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

REGINA OLIVEIRA (oliveira@museu-goeldi.br) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

RICARDO DE S. SECCO (rsecco@museu-goeldi.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

ROBERT LÜCKING (rlucking@fieldmuseum.org) - The Field Museum of Natural History, 1400 S. Lake Shore Drive, Ilinois 60605, Chicago, EUA.

ROMMEL BENÍCIO COSTA DA SILVA (rbcsilva@yahoo.com.br) - Universidade de São Paulo, Rua do Matão, 1226, Butantã, CEP: 05.508-090, São Paulo (SP).

RONALDO BORGES BARTHEM (barthem@superig.com.br) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

ROSA DE NAZARÉ PAES DA SILVA - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

ROSANA MAZIERO (rosana@tin.it) - Via della Primula, 5. 20090, Segrate (MI), Italia.

ROSECÉLIA MOREIRA DA SILVA CASTRO (rmsilva@museu-goeldi.br) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Perimetral, 2501, CEP: 66.077-901, Belém (PA).

ROSELY ANA PICCOLO GRANDI (rapgrandi@uol.com.br) - Núcleo de Pesquisa em Micologia, Instituto de Botânica do Estado de São Paulo, Av. Miguel Estéfano, 3687, Água Funda, CEP: 04.301-902, São Paulo (SP).

SALUSTIANO VILAR DA COSTA NETO - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá, Av. Feliciano Coelho, s/n, Trem, CEP: 68.901-025, Macapá (AP).

SCOTT SALESKA - University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA.

SHERLEM PATRÍCIA DE SEIXAS FELIZARDO (sherlem_patricia@yahoo.com.br) - Setor de Invertebrados, Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

SILVANA DE FÁTIMA RODRIGUES ROCHA (silvanarocha2005@yahoo.com.br) - Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

SUELY APARECIDA MARQUES-AGUIAR (samaguiar@museu-goeldi.br) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

TAMIRES SANTOS VIEIRA - Universidade Federal de Sergipe, Av. Vereador Olímpio Grande, s/n, CEP: 49.500-000, Itabaiana (SE).

TARA WOODCOCK - University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA.

TATIANA BAPTISTA GIBERTONI (tbgibertoni@hotmail.com) - Departamento de Micologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Nelson Chaves s/n, CEP: 50.760-420, Recife (PE).

THÁLIA DO SOCORRO SERRA GAMA (thaliagama@gmail.com.br) - Universidade Federal Rural da Amazônia/ Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-830, Belém (PA).

TIAGO MAGALHÃES DA SILVA FREITAS (tfreitas@ufpa.br) - Faculdade de Ciências Naturais, Universidade Federal do Pará, Conjunto Bandeirante, Aeroporto, CEP: 68.800-000, Breves (PA).

ULISSES E. C. CONFALONIERI - Fundação Oswaldo Cruz, Centro de Pesquisas René Rachou, Av. Augusto de Lima, 1715, Barro Preto, CEP: 30.190-001, Belo Horizonte (MG).

VANDA PORPINO LEMOS - Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa, 1, Guamá, CEP: 66.075-110, Belem (PA).

WOLMAR BENJAMIN WOSIACKI (wolmar@museu-goeldi.b) - Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, Terra Firme, CEP: 66.077-530, Belém (PA).

HOMENAGEM A SIR GHILLEAN TOLMIE PRANCE

Pedro L. B. Lisboa

Conheci o Dr. Ghillean Tolmie Prance em um dia quente do verão de 1973, na cidade de Manaus. Eu desembarcara na capital amazonense para fazer parte da primeira turma de um curso de mestrado em Botânica Tropical, criado por este botânico britânico, a pedido do Dr. Paulo Machado, então diretor do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

No final dos anos oitenta do século XX, já exercendo o cargo de chefe do departamento de Botânica, do Museu Paraense Emílio Goeldi, durante a gestão do matemático Guilherme de La Penha, participei de um grupo de pessoas que recebeu o Dr. Prance no Museu Goeldi. Ele nos visitava com a intenção de fazer uma parceria científica entre o Reino Unido e o Brasil, especificamente com o Museu Goeldi, depois de ter assumido a direção do Jardim Botânico de Kew, nos arredores de Londres. Na ocasião, discutíamos no Museu a criação de uma reserva biológica. O local já estava escolhido: a região da Floresta Nacional de Caxiuanã. Os custos de implantação da reserva eram um sério obstáculo à sua concretização. Decidiu-se, então, propor aos britânicos a criação da reserva, o que foi aceito. A partir de então, pesquisadores e técnicos do Museu Goeldi se debruçaram sobre a elaboração do que, na época, foi chamado de "Projeto Caxiuanã" e que, mais tarde, transformou-se concretamente na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), que, por sua vez, tornou-se uma das mecas da pesquisa do Museu Goeldi e de instituições científicas parceiras. Pela oportuna visita do renomado cientista britânico naquele momento, o Museu tem hoje a sua base de pesquisa, já conhecida mundialmente e cada dia mais promissora como reduto científico.

Decidi, então, neste quarto livro institucional sobre Caxiuanã – seguindo uma tradição editorial iniciada em 1998 – homenagear o Sir Ghillean T. Prance, por toda a sua contribuição à botânica tropical e, em especial, por sua contribuição à existência da Estação Científica do Museu Goeldi. Outros personagens ilustres do meio acadêmico, como Guilherme de La Penha, João Murça Pires e Guilherme Maia também deram uma relevante contribuição para a consolidação e fortalecimento da Estação Científica Ferreira Penna, mas estes já foram devidamente homenageados em outras oportunidades. Reservei, assim, a publicação deste livro para lembrar e deixar registrado para a história a contribuição de Ghillean Prance para Caxiuanã.

Ghillean Prance nasceu em 1937, quando a Europa se agitava pela proximidade da guerra. É filho de Basildon Camden Prance e Margareth Manair. Seu pai servia como oficial na Índia colonial. Depois que Prance nasceu, o pai retornou com a família para a Inglaterra, estabelecendo-se na Ilha Skye, a maior do arquipélago das Hébridas, na Escócia (Figura 1), onde havia muitos castelos e monumentos antigos, que hoje atraem turistas. Em 1961, casou-se com Anne Hay, após concluir o bacharelado pela Universidade de Oxford, em 1960. No ano de 1965, obteve o grau de Philisophicae Doctor (Ph.D.), pela mesma universidade, com a tese "A taxonomic study of Chrysobalanaceae", mais tarde publicada na "Flora Neotropica".

Sua primeira excursão científica, quando ainda era graduando em Oxford, foi em 1960, para a Turquia, como chefe do grupo que o acompanhou. Três anos depois, desembarcava no Suriname para a sua primeira



Figura 1. Colina rochosa Storr, no Trotternish, península da ilha de Skye, Escócia. Foto: Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_de_Skye.

expedição à Amazônia. Sua vida profissional já estava ligada, no início dos anos 1970, ao Jardim Botânico de Nova Iorque, mas, em 1973, foi "emprestado" ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), para criar um curso de mestrado em Botânica Tropical na Amazônia. O surgimento deste curso não foi planejado. Prance estava de passagem por Manaus, quando o Dr. Paulo Machado, então diretor do INPA, durante um jantar informal, queixou-se da dificuladde de fixar pesquisadores na Amazônia. Prance sugeriu que ele criasse um curso de pós-graduação em Manaus, primeiramente direcionado aos amazônidas, porque, desta forma, estes teriam interesse em permanecer na região. Paulo Machado solicitou que Prance preparasse uma ementa de curso de mestrado, ainda naquela noite, e que a entregasse a ele no dia seguinte. Ao apresentar a ementa ao diretor do INPA, foi convidado pelo Dr. Paulo Machado a assumir a coordenação de criação do curso, sendo o seu primeiro responsável. Prance alegou que tinha vínculo com o Jardim Botânico de Nova Iorque, mas Paulo Machado não deixaria aquela oportunidade passar e garantiu a Prance que iria a Nova Iorque conseguir uma licença para que ele ficasse em Manaus. E, de fato, isto ocorreu. Ghillean T. Prance seria, a partir daí, o responsável pela criação do primeiro curso de mestrado em toda a Amazônia (Figuras 2-3). Mais tarde, o curso criaria ramificações para diversas áreas e se tornaria um dos mais disputados cursos de pós-graduação na Amazônia e para a Amazônia. Foram professores daquela primeira turma, grandes nomes da Biologia, como o geneticista ucraniano Theodosius Dobzhansky, radicado nos Estados Unidos; Dana Driffin III, briólogo da Universidade da Flórida; Klaus Kubitzk, sistemata e fitogeógrafo do Biozentrum Klein Flottbek, Herbarium Hamburgense; Robert Goodland, ecólogo do Banco Mundial; Jean H. Langenheim, especialista em Ecologia Química de plantas da Universidade da California, Santa Cruz e Oswaldo Fidalgo, micologista do Instituto de Botânica de São Paulo e o próprio Ghillean T. Prance, entre outros.



Figura 2. Alguns professores do primeiro curso de mestrado em Botânica, coordenado por Ghillean Prance: a. Theodosius Dobzhansky; b. Klaus Kubitzk; c. Jean Langenheim; d. Robert Goodland; e. Ghillean Prance; f. Dana Griffin, III. Fotos: disponíves em: people.delphiforums.com; bihrmann.com; eeb.ucsc.edu; intoearth.org.in; arocha.ca.; e D. Griffin III.



Figura 3. Primeira turma do curso de Botânica, em 1974, Manaus, durante a disciplina Briologia: 1. Byron Albuquerque; 2. Marlene Freitas da Silva; 3. Pedro L. B. Lisboa; 4. Regina Célia Tavares Lobato; 5. Raimunda Conceição Vilhena; 6. Daniel Vital; 7. Izonete Araújo; 8. Miramy Macedo; 9. Pedro Nonato Conceição; 10. Olga Yano; 11. Pedro Ivo Soares Braga; 12. Marilene Marinho Nogueira Braga; 13. Léa Maria Medeiros Carreira; 14. Dana Griffin III. (Dana Griffin III foi o professor titular e Olga Yano e Daniel Vital, ambos do Instituto de Botânica de São Paulo, os professores auxiliares da disciplina Biologia. Foto: Dana Griffin III. 1974.

Concluída a missão em 1975, Prance assume seu cargo no Jardim Botânico de Nova Iorque, onde trabalhou por 25 anos, sempre em estreita colaboração com os botânicos da Amazônia. Umas mais profícuas colaborações se deu através do "Projeto Flora Amazônica", que propiciava inúmeras expedições formadas por botânicos estrangeiros e brasileiros a lugares ainda inexplorados. As coleções de muitos herbários, entre eles os do Museu Goeldi e do INPA, cresceram de forma rápida e significativa. Dezenas de espécies novas foram descritas em monografias publicadas em todo o mundo.

Prance, em seus projetos pessoais de taxonomia, dedicava-se principalmente ao estudo das Chrysobalanaceae, Lecythidaceae, Caryocaraceae, Dichapetalaceae e Proteaceae. Mas trabalhou também biologia floral de Lecythidaceae e Nympheaceae, publicando um dos mais interessantes trabalhos sobre a polinização da vitória-régia (*Vitoria amazonica*, Nympheaceae). Com os seus alunos da pós-graduação do INPA, publicou o livro "Árvores de Manaus", que hoje está esgotado, mas que é e referência para aquela cidade. Sua capacidade de trabalho lhe proporcionou uma extensa produção científica, que representa uma das mais importantes contribuições para o conhecimento da botânica tropical. Até o momento, foram 12 livros editados, 17 monografias e livros publicados de sua autoria; 266 artigos científicos em períodos internacionais e 168 artigos gerais. É, também, um dos maiores coletores de plantas da Amazônia, com números significativos e difíceis serem superados a qualquer tempo. Fez excursões a todos os estados da Amazônia brasileira, gerando preciosas coleções espalhadas pelos principais herbários do mundo. Seu principal reduto de coletas foi o estado do Amazonas (9.173), seguido de Roraima (2.786), Rondônia (1.806), Acre (1.794), Mato Grosso (658) e Pará (475).

Em 1988, Ghillean Prance assume a direção dos Jardins Botânicos Reais de Kew, em Londres, onde permaneceria até se aposentar, em 1999. Em 1995, foi condecorado como Cavaleiro do Reino Unido, por seus serviços prestados às ciências naturais. Mas, o reconhecimento da contribuição de Prance para o avanço da Botânica e da Ecologia tem permeado toda a sua carreira. Aqui no Brasil, recebeu o diploma de Honra ao Mérito do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, em 1978, e a Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico, pela Presidência da República, em 1995, no governo de Itamar Augusto Cautiero Franco. No meio acadêmico internacional, recebeu o título de Doutor Honoris Causa por inúmeras Universidades espalhadas pelo mundo: Florida International University (1977), Göteborg Universitet (1983); Universidade de Portsmouth (1994); Universidade de Kingston (1994); Universidade de Kent - Canterbury (1994), Universidade de St. Andrews (1995), Universidade de Bergen (1996), Universidade de Sheffield (1997), Universidade de Liverpool (1998), Universidade de New York e Herbert H. Lehman College (1998), Universidade de Plymouth (1999), Universidade de Glasgow (1999), Universidade de Exeter (2000) e Universidade de Keele (2000) (Disponível em: www. abc.org.br).

Pesquisadores de todo o mundo têm homenageado este botânico, nominando plantas, fungos e liquens que são descritos pela primeira vez para a ciência. Até o momento, pelo menos 34 espécies homenageiam Prance. Na lista a seguir (disponível em: http://brahms.inpa.gov.br), constam as seguintes espécies:

Anthurium pranceanum Croata (Araceae)
Arrabidaea prancei A. H. Gentry (Bignoniaceae)
Banisteriopsis prancei B. Gates (Malpighiaceae)
Cladonia prancei Ahti (Cladoniaceae)
Codonanthopsis prancei Wiehler (Gesneriaceae)
Couratari prancei W. A. Rodrigues (Lecythidaceae)
Coussapoua prancei C. C. Berg (Cecropiaceae)
Crepidospermum prancei Daly (Burseraceae)


©André Cardoso

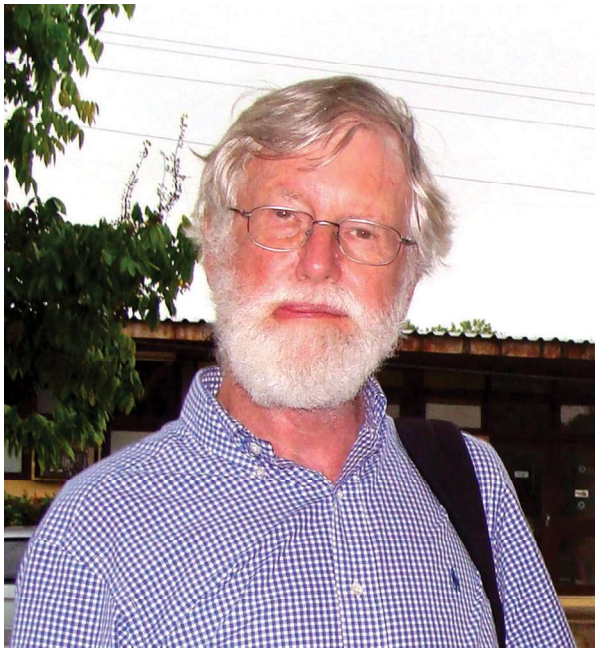
Doliocarpus prancei Kubitzki (Dilleniaceae)
Fagara prancei Albuquerque (Rutaceae)
Forsteromia prancei B. F. Hansen (Apocynaceae)
Glandonia prancei W. R. Anderson (Malpighiaceae)
Gleasonia prancei B. M. Boom (Rubiaceae)
Henriettella prancei Wurdack (Melastomataceae)
Heteropterys prancei W. R. Anderson (Malpighiaceae)
Janusia prancei W. R. Anderson (Malpighiaceae)
Lecythis prancei S. A. Mori (Lecythidaceae)
Lentinus prancei Singer (Polyporaceae)
Mabea prancei Emmerrich (Euphorbiaceae)
Macrolobium prancei R. S. Cowan (Leguminosae Caesalpinioideae)
Macrosamanea prancei (Barneby) Barneby & J. W. Grimes (Leguminosae Mimosoideae)
Miconia prancei Wurdack (Melastomataceae)
Nectandra prancei Mez (Lauraceae)
Orthomene prancei Barneby & Krukoff (Menispermaceae)
Peltogyne prancei M. F. Silva (Leguminosae Caesalpinioideae)
Pleurothyrium prancei van den Werff (Lauraceae)
Psychotria prancei Steyerm. (Rubiaceae)
Rauia prancei W. A. Rodrigues & M. F. da Silva (Rutaceae)
Richardella prancei Pires (Sapotaceae)
Sarcoglottis prancei Braga (Orchidaceae)
Securidaca prancei Wurdack (Polygalaceae)
Tabernamontana prancei (L. Allorge) Leeuwenb. (Apocynaceae)
Trigonia prancei Lleras (Trigoniaceae)
Xylopia prancei Aristeg. (Annonaceae)



Lecythis prancei S. A. Mori
©New York Botanical Garden
Fonte: www.arkive.org



Crepidospermum prancei
©New York Botanical Garden



Em sua visita mais recente ao Museu Goeldi, em janeiro de 2011 (Figuras 4-5), Prance proferiu palestra sobre um empreedimento de grande envergadura, do qual foi um dos idealizadores: o projeto Eden. Eden é uma instituição de caridade educacional, que construiu uma espécie de jardim botânico na Cornualha, Inglaterra, sobre uma mina de argila abandonada. O objetivo é mostrar às pessoas a importância crítica das plantas e promover o seu uso sustentado nos seus locais de origem. Grandes estufas abrigam plantas de biomas tropicais úmidos de ilhas oceânicas, Ásia, oeste da África e América do Sul, enquanto o ambiente externo

Figura 4.
Sir Ghillean T. Prance, em visita ao Museu Goeldi, em 21 de janeiro de 2011, quando proferiu palestra sobre o projeto Eden, do qual é um dos criadores. Foto: Ely Simone Cajueiro Gurgel; adaptação Pedro L. B. Lisboa

representa as regiões temperadas do mundo. Os impactos causado pelo projeto na região da Cornualha se traduzem de várias formas, como gerar empregos no local, atração turística naquela região, criação de oportunidade para artistas, músicos e atores e, principalmente, mostrar a restauração ecológica.

Prance é um botânico carismático, que conquista a todos com quem convive. A elegância, ética e simpatia são características marcantes de sua personalidade. Ajuda a todos que a ele recorrem. Sua contribuição à Botânica da Amazônia brasileira não tem paralelo, seja realizando excursões científicas, seja lecionando ou publicando. Para mim, pessoalmente, é um privilégio ter podido conviver com ele no início da carreira, ser seu aluno e permanecer seu amigo a vida inteira. Espero que todos os colaboradores deste livro se juntem, em sentimento, a esta homenagem.



Figura 5.
Prance com pesquisadores da Coordenação de Botânica do MPEG, durante sua visita, em janeiro de 2011. Da esquerda para a direita: Pedro L. B. Lisboa, Ely Simone Cajueiro Gurgel, Sir Ghillean T. Prance, Regina Celia Tavares Lobato e Anna Luiza Ilkiu-Borges.
Foto: arquivo pessoal Ely Simone Gurgel.

REFERÊNCIAS

COLETORES BOTÂNICOS DA AMAZÔNIA. Ghillean T. Prance. **Herbários da Amazônia on-line.** Disponível em: http://brahms.inpa.gov.br/bol/prance. Acesso em: 24 out. 2011.

LANGMEAD, C. **A passion for plants**: the life and vision of Ghillean Prance. 2.ed. Kew: Kew Publishing, 2001.

PRANCE, Sir G. T. **Academia Brasileira de Ciências**. Disponível em: www.abc.org.br/~gprance. Acesso em: 24 out. 2011.

PROFESSOR SIR GHILLEAN PRANCE F. R. S., V. M. H. Disponível em: http://www.econbot.org/_organization_/08_DEB%27s/images/Prance/prance.pdf. Acesso em: 24 out. 2011.



Floresta Nacional de Caxiuanã

capítulo 1

CAXIUANÃ: CONSERVAÇÃO, RISCOS E POSSIBILIDADES

Pedro L. B. Lisboa
Maria das Graças Ferraz Bezerra
André Luiz de Rezende Cardoso

BIODIVERSIDADE EM CAXIUANÃ

A Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) do Museu Goeldi foi inaugurada em 1993, mas desde 1989 a instituição tem marcado presença em Caxiuanã, desenvolvendo estudos que visam entender a composição da flora e da fauna, e também permitam inferir como estas podem ser afetadas num eventual impacto exploratório comercial da floresta. Têm sido notáveis as descobertas de espécies novas para a ciência, principalmente dos elementos da fauna. Além destas, a presença de espécies cuja ocorrência vem sendo citada pela primeira vez para o estado do Pará, Amazônia e Brasil, indicam que a exploração comercial de Caxiuanã deve ser feita com prudência e baseada em estudos da biologia dessas espécies, que tornam a área, de certa forma, um centro de endemismo de potencial ainda pouco conhecido.

Um levantamento feito nos estudos de Caxiuanã mostra que ali já foram identificadas 111 espécies e diversos gêneros até então desconhecidos para a ciência (Figuras 1-2). Até o momento, 290 organismos da fauna e da flora foram registrados, como ocorrendo pela primeira vez no estado do Pará, enquanto 153 são novos registros para a Amazônia brasileira e 141 novas ocorrências para o Brasil. Na realidade, estes números poderiam ser maiores, se atentarmos que a presença de taxonomistas na região tem sido aquém da desejável. Quando a pesquisa lida com milhões de organismos, faz-se necessária a presença maciça de taxonomistas por tempo prolongado, para estudar a composição de uma floresta, mais ainda quando se trata de uma área de dimensões expressivas como a da Floresta Nacional de Caxiuanã. Pode-se afirmar, então, que este número de espécies novas, embora significativo, indica o quanto a região de Caxiuanã ainda é pouco conhecida e que a continuidade da sua exploração científica é necessária para elevar o conhecimento da fauna e da flora ali existentes, em toda a sua complexidade.

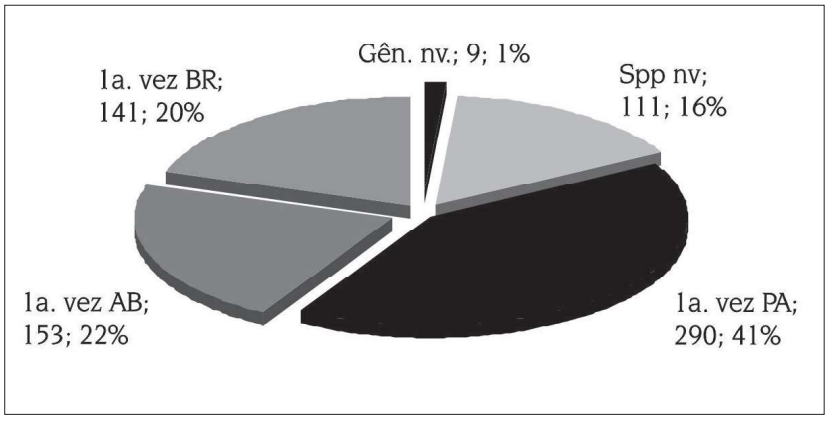


Figura 1.
Espécies da flora e da fauna descobertas na Floresta Nacional de Caxiuanã, em diferentes situações: 1a. VEZ PA = espécies registradas pela primeira vez para o estado do Pará; 1a. VEZ AB = espécies registradas pela primeira vez para a Amazônia brasileira; 1a. VEZ BR = espécies citadas pela primeira vez para o Brasil; SPP NV = espécies novas descobertas para a ciência; GEN NV = gêneros novos descobertos para a ciência.

Até o presente, os estudos mais detalhados se concentram em 10% da floresta. Se as demais áreas ainda não estudadas da Flona Caxiuanã revelarem contínuas novidades de organismos novos, raros, em extinção ou antes desconhecidos para a região, a concessão comercial que vise à exploração madeireira poderá se tornar um problema, uma vez que, neste caso, o ideal seria que a Floresta Nacional de Caxiuanã permanecesse intacta como reserva, com o *status* de guardiã de espécies comuns e especiais (raras, desconhecidas para a região ou novas) da floresta amazônica, além de um riquíssimo banco genético natural. O esforço maior de coleta ainda tem sido concentrado entre os rios Curuá e Puraquequara, justamente a área onde está situada a base física da ECFPn.

OCUPAÇÃO HUMANA E O MANEJO ATUAL DA FLORESTA EM PÉ

A região de Caxiuanã foi primitivamente ocupada pelos índios. Entretanto, quando comparada com outras áreas na Amazônia, a ocupação pode ser considerada recente. A datação mais antiga foi registrada no sítio Ilha de Terra, quando a ocupação pré-colonial ocorreu entre 2.150 e 1.000 anos antes do presente (KERN et al., 2013, neste volume). Porém, a presença humana formava uma civilização expressiva, que deixou vestígios de sua ocupação espalhados por 72 sítios arqueológicos localizados por arqueólogos, antropólogos e geólogos do Museu Goeldi. Noventa por cento dos sítios têm solos TPA (Terra Preta Arqueológica) (SILVEIRA et al., 1997; SILVEIRA et al., 2002). Por alguns séculos, apenas os índios locais ocuparam a região, mas com a migração de outros grupos pioneiros e a chegada de novos grupos, somadas à miscigenação trazida por elementos não indígenas, aos poucos foi se formando o contingente que constitui a atual população de Caxiuanã. Certamente a revolução da Cabanagem influenciou neste processo, pois muitos cabanos fugiram em direção à nascente do rio Amazonas, na ânsia de escapar da perseguição, quando ocorreu uma violenta repressão aos cabanos na retomada da Província pelos legalistas, quando tiraram Eduardo Angelim do poder no Grão-Pará. Eles estiveram na região em Caxiuanã e alguns ali se fixaram em local de difícil acesso, na época do evento. Aos poucos, integraram-se aos nativos. Entre a população atual há também descendentes de nordestinos, cujos ancestrais ali estiveram, seguramente como extratores da borracha, quando da exploração do látex da espécie H*evea brasiliensis* (Euphorbiaceae). Todos esses eventos deram origem às atuais populações da região de Caxiuanã, influenciando o genótipo dos moradores.

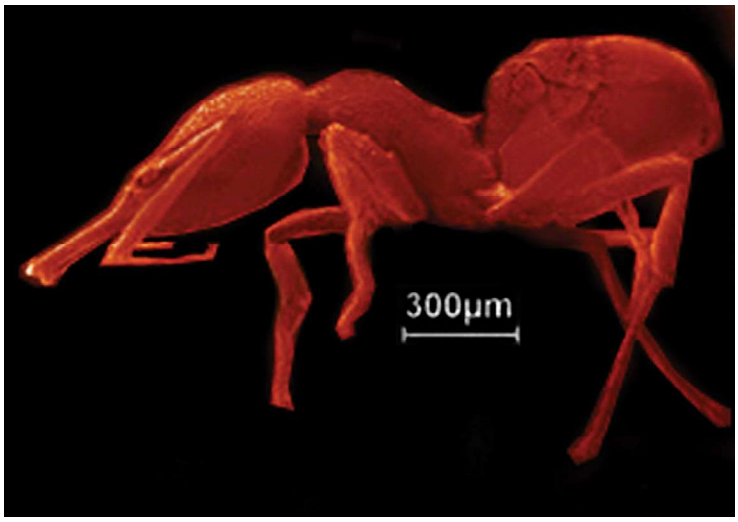


Figura 2.
Espécie nova de formiga (S*trumigenys caxiuanensis*) descrita para a Floresta Nacional de Caxiuanã. Foto: disponível em: www.museu-goeldi.br.

Atualmente, a Flona Caxiuanã é utilizada apenas pelas populações tradicionais que habitam o seu interior, exclusivamente para o sustento próprio, com seus recursos sendo utilizados principalmente para moradia, transporte, alimentação, iluminação e remédios. A característica principal deste uso é o manejo de recursos não madeireiros. Estas populações têm um contato apenas periférico com o mercado consumidor, sendo poucos produtos comercializados para gerar renda destinada a adquirir bens de consumo que não podem ser produzidos localmente. A castanha-do-pará, açaí, copaíba, andiroba, breu, fibras e cipós estão entre os principais produtos manejados.

Em 2011, 413 pessoas moravam na Flona Caxiuanã. É um número pequeno, se considerada a vastidão da floresta (330 mil ha). Estão organizadas em quatro Associações Agroextrativistas que podem, a partir do cumprimento da legislação e das orientações do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), gestor da Flona, com a participação do Museu Goeldi e instituições parceiras, desenvolver um modelo onde seja possível conciliar, de fato, qualidade de vida e uso racional de recursos naturais, com geração de divisas para as populações, para os municípios que abrigam a Flona e para o país.

Existem árvores que são aproveitadas pelas populações não somente pelo uso da sua madeira, mas por fornecerem outros produtos, como sementes, óleos e resinas, que servem a diversos fins, destacando-se o alimentício, o medicinal e o artesanal. O azeite de andiroba, por exemplo, já tem sua eficácia comprovada cientificamente como anti-inflamatório (FERRARI, 2002; PENIDO et al., 2006a), antialérgico e analgésico (PENIDO et al., 2006b,c), além de agir como antirreumático e repelente de insetos (MIOT et al., 2004; MENDONÇA et al., 2005). Seu uso entre os indígenas é feito há séculos no tratamento de contusões, inchaços, para promover a cicatrização de lesões e restaurar o tecido epitelial.

O óleo da copaíba é também largamente utilizado por populações tradicionais como antibiótico, antimicótico, cicatrizante e anti-inflamatório, além de dezenas de atividades medicinais diferentes, que em alguns casos vêm sendo comprovadas cientificamente, como atividade antimicrobiana, anti-inflamatória e antineoplásica (PIERI et al., 2009).

Esses exemplos de aproveitamento justificam a atenção para novas possibilidade de uso da floresta. Os moradores da Flona Caxiuanã podem se beneficiar dos recursos florestais, não somente como extratores e vendedores de óleos e sementes. Com assistência técnica, as associações de agroextrativistas podem se organizar e os moradores receber treinamentos para a produção artesanal de alguns produtos ou mesmo se associar a empresas, assegurando o fornecimento de matéria-prima renovável. Aos municípios de Melgaço e Portel cabe envidar esforços para que as empresas interessadas na matéria-prima oriunda da Flona Caxiuanã instalem fábricas em um dos municípios, assegurando emprego para os moradores dos núcleos urbanos e a transformação da matéria-prima em produtos para o mercado consumidor. Ao Museu Goeldi cabe a assessoria técnico-científica e ao ICMBio a fiscalização e orientação para que se observe o que preconiza a Convenção da Biodiversidade, visto que a qualidade do produto a ser comercializado requer um grande aporte de conhecimento científico e de tecnologia.

Neste sentido, os moradores de Caxiuanã contam com o Museu Paraense Emílio Goeldi e instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) parceiras. Instituição com quase 150 anos de atuação na Amazônia, com reconhecimento nacional e internacional, o Museu Goeldi recebeu do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), órgão ao qual pertence esta unidade de pesquisa científica, o mandado para que seu Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), cuja atuação era restrita ao estado do Pará, fosse expandido para toda a Amazônia Oriental. Atualmente, fazem parte da Rede de Núcleos de Inovação Tecnológica da Amazônia Oriental (REDENAMOR) 14 ICTs sediadas nos estados do Pará, Amapá e Tocantins. Estas instituições congregavam, em 2012, 1.517 doutores e 1.667 mestres – número que pode ser considerado

irrisório, quando comparado à distribuição dos doutores no Brasil e no mundo. Porém, é representativo para um esforço de pesquisa como o sugerido neste trabalho, que sejam oferecidos editais de concorrência sob encomenda do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Em 2008, o Museu Goeldi obteve o registro de sua logomarca e da logomarca da Estação Científica Ferreira Penna junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Agora, estão sendo propostos dois projetos importantes para os moradores da Floresta Nacional de Caxiuanã: 1. Auxiliar os moradores, através de suas Associações, a fazerem o registro da marca Caxiuanã como um ativo coletivo, destinado à certificação de seus produtos, agregando valor comercial ao valor ambiental e cultural; 2. Auxiliar as associações a formalizarem o pedido de Indicação Geográfica de alguns de seus produtos, especialmente na modalidade Denominação de Origem.

Do ponto de vista da conservação, a atividade de ecoturismo de base comunitária e com viés científico é muito importante. Um fluxo constante de ecoturistas poderá gerar nas comunidades da Flona uma demanda que refletirá sobre a qualidade de vida dos moradores. Este exercício envolve a atividade artesanal, a partir de produtos não madeireiros como fibras, cipós, resinas, argila, breus etc. É uma prática que já foi iniciada há algum tempo, com resultados positivos, mas que carece de novos treinamentos e atualizações.

O plano de manejo da Flona Caxiuanã, aprovado em 2012, tem o apoio da comunidade científica do Museu Goeldi e de outras instituições de pesquisa na Amazônia. O plano, espera-se, deve atender aos anseios de todos**: aos órgãos de conservação** oficiais, que disporão de diretrizes que permitam estabelecer os limites da sua atuação; **aos pesquisadores** que atuam na área, porque estes saberão seus limites para a implantação de experimentos científicos, principalmente daqueles que forçosamente causam danos à flora e/ou à fauna; **aos visitantes** que, de modo geral, saberão o que é permitido fazer ou não, de acordo com o objetivo de suas visitas, sejam turistas, escolas públicas, autoridades e comerciantes; **ao gerenciamento da Flona**, porque o documento com o zoneamento de áreas prioritárias ou não, a fiscalização para a conservação poderá ser planejada e estruturada de forma mais eficaz, com os postos de fiscalização determinados e outras iniciativas que se fizerem necessárias; **aos moradores**, porque poderão estar integrados a um plano que inclui atividades que permitam melhorar a sua qualidade de vida e que tenham suas terras asseguradas; **a possíveis empresas**, que explorarão a área e também saberão atuar dentro dos limites permitidos pela legislação e pelo plano de exploração, sob os olhares atentos não só dos fiscais, mas dos moradores e até da comunidade científica que ali trabalha.

O POTENCIAL MADEIREIRO DE CAXIUANÃ E A EXPLORAÇÃO DA FLORESTA NACIONAL

A diferença entre o potencial madeireiro da terra firme e a várzea das florestas de Caxiuanã é muito grande em favor da primeira. Além da terra firme abranger 85% do território da Floresta Nacional de Caxiuanã, a várzea é sabidamente um ambiente de biomassa viva vegetal menor. Esta diferença fica mais visível quando se inventaria a vegetação arbórea em áreas de mesmo tamanho para os dois ambientes. Com base nos dados obtidos em inventários florísticos, foram feitas algumas projeções sobre o potencial madeireiro das áreas da Estação Científica Ferreira Penna e da Floresta Nacional de Caxiuanã.

Os inventários florísticos estão concentrados primariamente na área florestal, entre os rios Curuá e Puraquequara, onde se localiza a base física da Estação Científica Ferreira Penna. Mas, para uma primeira indicação, enquanto não se dispõe de dados mais distribuídos na área da FNC, estes estudos podem dar

uma boa ideia do potencial madeireiro da região, bem como indicar quais espécies são capazes de fornecer madeiras ao processo exploratório comercial.

Estima-se, hoje, que o potencial total de árvores da mata de terra firme, que recobre os 28.050 ha deste tipo de vegetação na ECFPn, a partir de árvores de 10 cm de diâmetro, seja de 13.856.700 árvores, enquanto para o restante da Floresta Nacional de Caxiuanã, no mesmo ambiente, com área estimada em 170.000 ha, é de 83.980.000 árvores. São números expressivos, que mostram a riqueza das populações de espécies arbóreas passíveis de exploração. Estas árvores têm um potencial de madeira (volume) estimado em 12. 563. 875 m^3 para a área de terra firme da ECFPn, e de 76.144.700 m^3 para a área de terra firme da Floresta Nacional de Caxiuanã (Figura 3a-d).

A várzea e o igapó, como dito antes, são mais pobres em madeiras do que a terra firme, apesar das populações de plantas não ficarem a dever numericamente à última. A cubagem menor das madeiras é que torna a biomassa arbórea viva bem mais reduzida. A projeção do número de indivíduos de árvores, a partir de 10 cm de diâmetro, indica que nestes ambientes existem 4.068.900 indivíduos para os 4.950 ha de várzea da área ocupada pela ECFPn. Para os 30.000 ha de várzea de toda a Flona Caxiuanã, estima-se em 24.660.000 o número de árvores, ou seja, a floresta de terra firme abriga mais de 90% das árvores existentes nas áreas

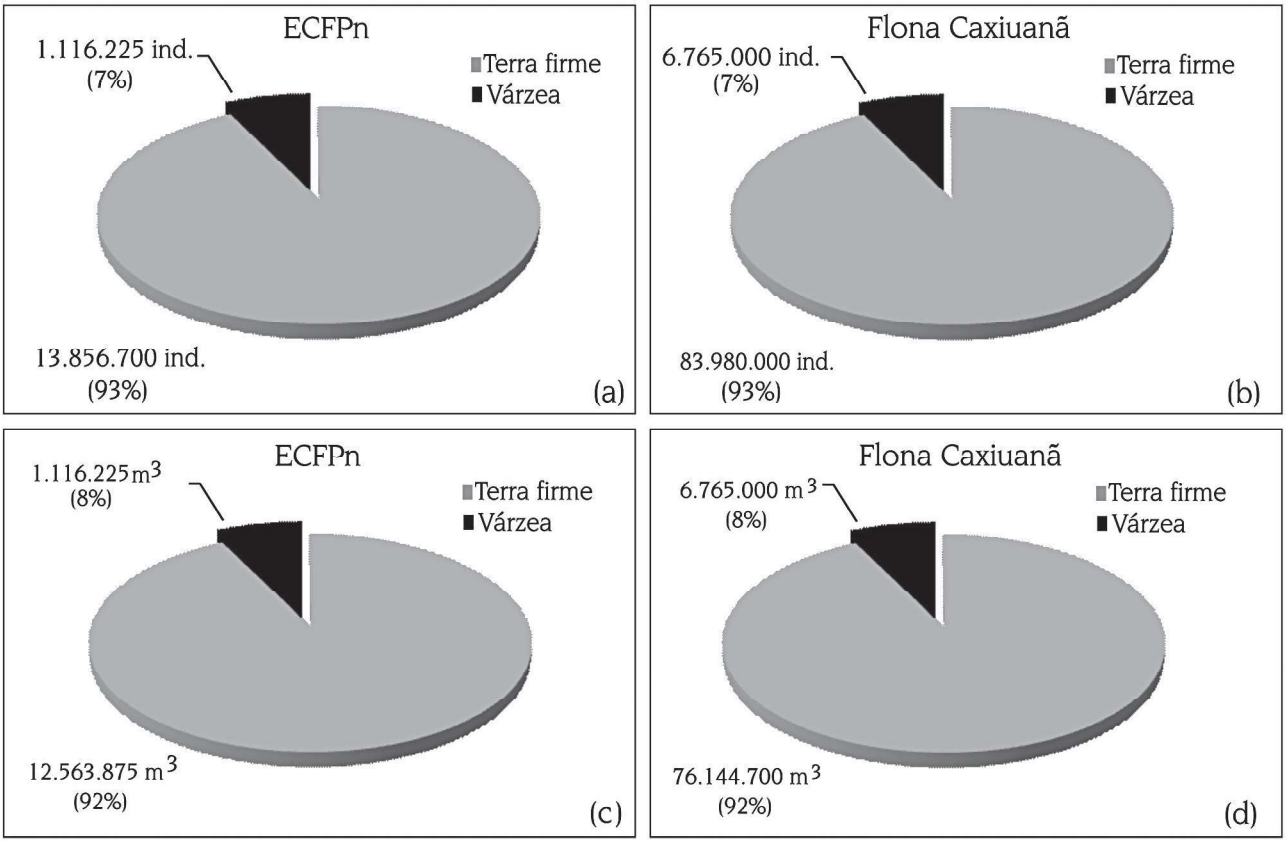


Figura 3a-d. Valores absolutos e percentuais do número de indivíduos (a,b) e do volume de madeira (c,d) estimados para as áreas totais da Estação Científica Ferreira Penna e Floresta Nacional de Caxiuanã (PA), com base nos inventários florísticos feitos até o momento.

da ECFPn e Flona e, como consequência, a biomassa viva arbórea segue o mesmo percentual, como pode ser verificado na Figura 3c-d.

Na exploração florestal madeireira, nem todas as árvores adultas são cortadas, porque a indústria requer um volume mínimo de madeira comercializável, de tal forma que o volume florestal estimado para Caxiuanã será, em grande parte, descartado, pois predomina, como é o esperado para florestas tropicais, um expressivo número de árvores de baixo diâmetro, daí porque a atividade madeireira dá mais atenção às árvores de grande porte, limitando inclusive o número de espécies. Esta forma de exploração na Amazônia tem como um dos maiores impactos negativos a vulnerabilidade das espécies nobres à extinção. Observou-se, por exemplo, que nas últimas décadas ocorreram vários ciclos exploratórios que causaram a quase extinção de várias espécies nobres ou a sobrevivência de árvores de baixa qualidade genética para a perpetuação das espécies.

Na Amazônia já houve o ciclo do mogno (*Swietenia macrophylla*, Meliaceae), do cedro (*Cedrela odorata*, Meliaceae), do acapu (*Vouacapoua americana* e *Vouacapoua pallidior*, Leguminosae), do pau-amarelo (*Euxylophora paraensis*, Rutaceae) e o ciclo da cerejeira (*Torresia acreana*, Leguminosae). Mais recentemente, algumas espécies exploradas caminham rapidamente para uma eventual extinção de suas populações, entre elas, alguns angelins (angelim-pedra - *Dinizia excelsa*; angelim-vermelho – *Hymenolobium excelsum* e outros), a ucuúba (*Virola surinamensis*, Myristicaceae) e a muiracatiara (*Astronium lecointei*, Anacardiaceae). A cada década, a partir dos anos 1960, em média, uma madeira muito explorada tornou-se rara, dando ensejo à exploração de outra, daí o declínio das populações das espécies citadas. Esta aceleração exploratória ocorreu principalmente pela abertura de rodovias federais na região, liberando o acesso por terra a grandes áreas de floresta de terra firme.

Quando se analisa o potencial madeireiro de Caxiuanã, a partir de árvores com pelo menos 50 cm de diâmetro – as mais indicadas para o corte – verifica-se uma queda significativa no número de indivíduos por hectare, ficando em torno de 50/ha. Entretanto, chega-se a mais de 300 se o parâmetro usado for de 10 cm. Na Tabela 1 pode-se comparar os volumes de madeiras disponíveis para os diâmetros de 10 e 50 cm na terra firme e na várzea. A redução da oferta de madeiras, sem dúvida, é drástica. Do total de madeiras com diâmetro a partir de 10 cm, restam em torno de 10% das árvores quando a medida diamétrica sobe para 50 cm. Esta redução, no caso da várzea, chegou a 100%, ou seja, não foi registrada neste ambiente nenhuma árvore que tivesse mais de 50 cm de diâmetro. Na prática elas existem, ainda que em pequeno número, mas ficaram de fora das contagens. Aquele número que a princípio parecia espetacular, sofre uma queda que pode levar à indagação sobre a viabilidade da exploração da floresta de Caxiuanã. Observações de campo mostram que estes dados têm fundamento para os locais onde foram coletados. Esta constatação levou à projeção de que para a exploração ser compensatória, as áreas de extração têm que ser necessariamente maiores. Do ponto de vista ambiental, isto significa maior impacto sobre a floresta. Por exemplo, quando da realização de inventários florísticos, foram observadas grandes populações de acapuzeiros (*Vouacapoua pallidior*, Leguminosae), mas quase todas ou todas são representadas por árvores finas, com baixas possibilidades de exploração, deixando de fora, portanto, uma das espécies que tem boa demanda de mercado. Quando se aprofunda a análise ao detalhe das espécies, observa-se também que muitas delas, importantes para o comércio, ficam de fora, devido aos seus baixos diâmetros.

Somente 13 espécies com diâmetro a partir de 50 cm foram registradas para a terra firme (Tabela 2), destacando-se o angelim-pedra, que é a madeira comercial mais importante, pelo volume disponível para extração. Esta espécie disponibiliza mais madeira na Floresta Nacional de Caxiuanã do que todas as demais somadas, com mais de 17 milhões de metros cúbicos. Nos 28.050 ha de terra firme da área estudada, ela já é mais disponível em cubagem do que a maioria das outras espécies, para toda a Flona.

Tabela 1. Volume de madeira na terra firme e várzea de Caxiaunã (PA), a partir de diâmetros (D) de 10 e 50 cm, para as áreas da Estação Científica e da Flona Caxiuanã.

	ECFPn	Flona	ECFPn	Flona
Ambientes	[D = 10 cm (vol./m³)]		[D = 50 cm (vol./m³)]	
Terra firme	12.563.875	76.144.700	1.374.450	8.330.000
Várzea	1.116.225	6.765.000	0	0

Fonte: Lisboa; Bezerra; Cardoso (2013).

Tabela 2. Espécies com diâmetro a partir de 50 cm na floresta de terra firme de Caxiuanã, nas áreas da ECFPn e da FNC.

Nome vulgar	Espécie/família	Vol. (m³)/ECFPn	Vol. (m³)/FLONA
Angelim-pedra	*Dinizia excelsa* (Leguminosae)	2.816.500,50	17.069.700
Tachi-vermelho	*Tachigali paniculata* (Leguminosae)	749.776,50	4.544.100
Visgueiro	*Parkia ulei* (Leguminosae)	451.324,40	2.735.300
Andirá-uchi	*Andira retusa* (Leguminosae)	402.237	2.437.800
Jarana	*Lecythis jarana* (Lecythidaceae)	319.770	1.938.000
Cupiúba	*Goupia glabra* (Goupiaceae)	303.220,50	1.837.700
Uchi	*Endopleura uchi* (Humiriaceae)	287.232	1.740.800
Sucupira-preta	*Diplotropis purpurea* (Leguminosae)	262.825,50	1.592.900
Jutaí-pororoca	*Dialium guianensis* (Leguminosae)	193.545	1.173.000
Carará	*Buchenavia congesta* (Combretaceae)	165.214,50	1.001.300
Timborana-folha-miúda	*Newtonia excelsa* (Leguminosae)	101.260,50	625.600
Arapiranga	*Brosimum rubescens* (Moraceae)	71.527,50	433.500
Quaruba	*Vochysia inundata* (Vochysiaceae)	63.954	387.600

Fonte: Lisboa; Bezerra; Cardoso (2013).

Só o tachi-vermelho supera o angelim-pedra, quando comparados os valores para os 170.000 ha de terra firme de toda a Flona Caxiuanã. Na Tabela 3 vemos as espécies da várzea mais expressivas do ponto de vista madeireiro, mas nenhuma delas mostrou envergadura suficiente para ser utilizada pela indústria madeireira. Apenas nove espécies mostraram algum indício de aproveitamento, mas, para se obter os volumes dessas madeiras foi necessário usar os valores de árvores com diâmetros reduzidos para 20 cm.

A invasão de extratores de madeiras no sul da Flona Caxiuanã pode ser um indício de que para aquela região existam madeiras de espécies nobres exploráveis, que não ocorrem no norte da FNC, mas estas dúvidas só serão resolvidas quando estudos de campo puderem ser realizados em toda a extensão da Flona. Espécies valiosas para o comércio, como muiracatiara (*Astronium lecointei*, Anacardiaceae), cumaru (*Dipteryx odorata*, Leguminosae), jatobá (*Hymeneae courbaril*, Leguminosae), maçaranduba (*Manilkara* spp, Sapotaceae), acariquara (*Geissospermum sericeum*, Apocynaceae), ucuubas (*Virola* spp), acapu (*Vouacapoua americana*, Leguminosae), mandioqueira (*Qualea retusa*,Vochysiaceae), marupá (*Simarouba amara*, Simaroubaceae) e outras, embora colonizem a região de Caxiuanã, não estão presentes na relação da Tabela 3, o que, em tese, situaria a FNC como uma área de ótimo potencial madeireiro quantitativo, porém de qualidade mais modesta.

O Brasil exporta madeiras desde a época da colonização, porém, a exploração madeireira nunca foi sinônimo de desenvolvimento para os povos que vivem na floresta. Mais recentemente, com os movimentos da

sociedade contra a exploração madeireira, esta matéria-prima vem sendo progressivamente substituída por concreto, tijolo, plástico, ferro, alumínio e novos materiais, como compensados, aglomerados e laminados, que permitem um aproveitamento melhor da madeira. Isto trouxe uma redução importante no consumo de madeira em tora na Amazônia Legal. Em 1998, o consumo de toras foi de 28,3 milhões de metros cúbicos, caindo para 24,5 milhões de metros cúbicos em 2004 e, finalmente, para 14,2 milhões de metros cúbicos em 2009, ou seja, em uma década a queda foi de 50%. Esse declínio expressivo de cerca de 10 milhões de metros cúbicos entre 2004 e 2009 se deve a três causas principais: substituição da madeira tropical por produtos concorrentes, como os antes citados; aumento na fiscalização; e a crise econômica mundial (SFB; IMAZON, 2010). A receita bruta estimada da indústria madeireira em 2009 foi de aproximadamente R$ 4,94 bilhões. Deste total, o setor madeireiro do estado do Pará contribuiu com 44 %, seguindo-se o de Mato Grosso, com 32 % e Rondônia, com 14 % (SFB;IMAZON, 2010).

Tabela 3. Espécies com diâmetro a partir de 20 cm na floresta de várzea de Caxiuanã, nas áreas da ECFPn e da Flona Caxiuanã.

Nome vulgar	Espécie/família	Vol (m^3)/ECFPn	Vol/m^3/Flona
Sucupira-da-várzea	*Diplotropis martiusii* (Leguminosae)	141.619,50	858.300
Mandioqueira	*Qualea acuminata* (Vochysiaceae)	137.263,50	831.900
Ceru	*Allantoma lineata* (Lecythidaceae)	82.120,50	497.700
Annonaceae	*Xilopia emarginata* (Annonaceae)	43.758	265.200
Vergalho-de-jabuti	*Erisma laurifolia* (Vochysiaceae)	16.533	100.200
Mamorana	*Pachira aquatica* (Malvaceae)	16.087,50	97.500
Araracanga	*Aspidosperma inundatum* (Apocynaceae)	8.260,50	50.100
Amapá-amargoso	*Parahancornia amapa* (Apocynaceae)	2.326	14.100
Freijó	*Cordia silvestris* (Boraginaceae)	1.980	12.000

Fonte: Lisboa; Bezerra; Cardoso (2013).

* * *

Existe atualmente uma grande pressão para transformar Unidades de Conservação (UCs) em áreas produtivas. Mas a própria legislação contraria este tipo de uso, o que leva à busca de outros caminhos, que mesmo sendo legais, contribuem para a degradação ambiental. Um dos artifícios usados para a exploração de áreas conservadas é a alteração de seus limites. Isto permite que se abra espaço à implantação de grandes projetos, como aconteceu no Parques Nacionais da Amazônia: Parque Nacional dos Campos Amazônicos, Parque Nacional Mapinguari; Florestas Nacionais de Itaituba I, Itaituba II, Crepori e na Área de Proteção Ambiental do Tapajós. Todas estas Unidades tiveram suas áreas alteradas pela Lei nº12.678, de 25 de junho de 2012, para dar lugar a empreendimentos de usinas hidrelétricas. Estas alterações mostram também a falta de uma avaliação precisa das dimensões das UCs, que muitas vezes são dimensionadas por pressões de entidades ambientalistas ou avaliações antropológicas irreais.

A floresta tem sido vista tradicionalmente como um mero depositório de madeira, e as Unidades de Conservação como um obstáculo ao desenvolvimento econômico para determinados segmentos que vivem da economia florestal. Porém, essas UCs são reservas de capital natural e sua conservação é um valioso ativo para o país. A conservação, nesse contexto, torna-se fundamental, até que o país adquira a capacidade

de estudar, diagnosticar e avaliar economicamente o que existe dentro delas. Aliar a conservação ao uso da biodiversidade pode gerar dividendos que justifiquem a manutenção da floresta em pé, provendo os serviços ambientais que lhes são próprios para a geração de renda.

No caso específico da Flona Caxiuanã, está planejada a concessão florestal como forma de aproveitamento econômico, pois este foi um dos objetivos arrolados quando da criação das Florestas Nacionais. Um dos argumentos usados para justificar a concessão florestal foi que, explorando a madeira, torna-se mais fácil proteger as Flonas. Os editais para a concessão comercial exigem a elaboração de planos de manejos florestais, com vistas a fazer uma varredura nas áreas eleitas para as atividades de extração da madeira.

As técnicas geralmente usadas são as de selecionar espécies nobres, das quais serão cortadas três árvores por hectare, o que trará inegável impacto sobre a as áreas exploradas, mesmo sendo considerado o intervalo de tempo de 30 anos.

Uma analogia do procedimento de explorar para proteger pode ser feita com a extração de marfim das presas de elefantes e chifres de rinocerontes, que são as únicas partes desses animais que interessam aos caçadores. Uma vez retiradas essas peças, a caça deixaria de existir. Uma floresta sem madeira não é atrativa para a invasão de madeireiros.

Porém, sabe-se que o impacto da exploração madeireira vai gerar empobrecimento da floresta e a eliminação de inúmeras formas de vida ainda não estudadas, cujo potencial não pode ser avaliado sem a realização de investigações científicas. Abrir a Floresta Nacional de Caxiuanã para a exploração comercial de suas madeiras, a partir de dados coletados em 10% de seu território, com o auxílio de imagens de satélite, pode ser temerário e causar a erosão do patrimônio genético da biodiversidade, com a consequente depreciação do seu capital natural. A única alternativa para evitar este impacto é adotar antes um ambicioso programa de pesquisa que possibilite a avaliação do real valor da biodiversidade que aquela floresta abriga.

Outro argumento para a exploração da madeira através da concessão florestal é que este é um dos objetivos para os quais as Florestas Nacionais foram criadas. Porém, se tomarmos como referência a Reserva Biológica do Gurupi, que foi criada como uma Unidade de Preservação Integral visando preservar uma das últimas florestas do leste da Amazônia, percebe-se que nem sempre há garantia de preservação. Nesse caso específico, não deveria haver interferência humana direta ou modificações ambientais, mas esta Reserva já está consideravelmente degradada, sendo hoje considerada a Unidade de Conservação mais ameaçada de toda a Amazônia (MARTINS; OLIVEIRA, 2012). A sua destruição chegou a tal ponto que se torna difícil crer que tal área esteja ocupada com pastos, capoeiras em estágios iniciais de sucessão, plantações de arroz, milho, além da mata restante estar completamente afetada (OLIVEIRA, 2012). Em outras palavras, a REBio Gurupi, que foi concebida para não ter interferência humana, já tem mais de 70 % de sua área degradada. Este exemplo mostra que enquadrar uma área em modalidade de preservação ou exploração através da legislação, nem sempre é garantia de que se atinja o propósito inicial. O oposto desta situação também pode ocorrer, haja vista que a Floresta Nacional de Caxiuanã, que foi concebida para ser explorada, tem se mantido preservada por 50 anos. Fica claro que esta Flona tem algumas características que a mantém preservada, destacando-se a sua não acessibilidade por estradas, a sua distância de núcleos urbanos e a baixa densidade populacional no seu interior e até no seu entorno. A REBio Gurupi não tem essas características, por isso, sem uma ocupação efetiva de monitoramento e ocupação por pesquisa e fiscalização, tornou-se vulnerável à destruição. Estes dois exemplos mostram com clareza que as chances de Caxiuanã continuar preservada até que se desenvolva na sociedade a consciência sobre a importância de sua preservação são imensas – e isto deveria torná-la prioritária para a preservação, até porque a sua riqueza biológica vem se revelando extraordinária.

Determinar que o valor da floresta deve ser calculado apenas pelo seu potencial madeireiro é um equívoco. Com isso, despreza-se o conjunto da riqueza que ela encerra e que, se valorado, pode gerar divisas de maior vulto. Ainda por esta razão, a Flona Caxiuanã deveria ser um laboratório de pesquisa que pudesse gerar um modelo de exploração amazônica para áreas ricas em constituintes biológicos. desde que na sua retarguarda exista um programa de pesquisa para a identificação de princípios ativos de interesse da biotecnologia, avançando muito além da mera constituição da biodiversidade, mas, sobretudo, assegurando a proteção do conhecimento gerado.

Através da pesquisa aplicada, poderá ser feito o isolamento de princípios ativos que levem à produção de fármacos, alimentos, fibras, corantes e outros produtos que encerrem um valor comercial maior do que o da madeira, com baixo impacto para a preservação do ecossistema. Apenas o setor de química verde, por exemplo, movimenta impressionantes 150 bilhões de dólares/ano no Brasil, segundo Pedro Wongtschowski, membro do Conselho Consultivo da Associação Brasileira de Indústria Química (Abiquim) (CONFEA, 2012). Os resultados de pesquisa desse potencial esquecido e, de certa forma, desprezado, daria ao Brasil a capacidade de geração de renda a partir de bionegócios. Assim, as populações tradicionais de Caxiuanã teriam a chance de verdadeiramente serem favorecidas com a repartição de benefícios prevista em lei, e a União, estados e municípios também lucrariam com impostos e *royalties* expressivos.

A valoração da tecnologia é uma ferramenta amplamente utilizada pelas empresas e pela indústria biotecnológica. Um novo modelo de valoração pode ser pensado, antes de submeter as florestas nacionais à exploração. Um modelo em que o governo brasileiro avalie e compare o valor do metro cúbico de madeira pelo valor econômico da espécie a ser explorada, em relação ao valor comercial da perda da biodiversidade contida no mesmo espaço a ser cedido à concessão comercial, o que, em alguns casos, poderia gerar cifras que por si só indicariam a importância e a viabilidade da manutenção da floresta em pé. O diagnóstico pode ser feito, tomando-se como base a existência de apenas um tipo de animal ou planta que tenha por habitat o local a ser explorado comercialmente.

As cifras geradas por bionegócios, como exemplificado no caso da química verde, alcançam cifras de bilhões de dólares. Se a repartição de benefícios seguir o que preceitua a legislação brasileira, tanto as ICTs que desenvolvem pesquisas teriam condições de aumentar exponencialmente o número e a qualidade de suas pesquisas, quanto os moradores receberiam a justa parte pelo conhecimento acumulado no uso dos recursos naturais, transmitido de geração a geração.

A utilização do conhecimento tradicional para a escolha de plantas e animais visando à realização de pesquisas científicas tem sido buscada pelos pesquisadores, como uma forma de diminuir o tempo que seria necessário para uma descoberta, se essa escolha fosse feita de forma aleatória.

No Brasil, a Convenção da Diversidade Biológica (CDB) entrou em vigor em 1993, tendo como objetivos: a conservação da diversidade biológica; a utilização sustentável de seus componentes; e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos. Nesta direção, a Flona Caxiuanã mais uma vez torna-se um local privilegiado para estudos, pois o pequeno número de pessoas que ali vive permite um diálogo próximo e contínuo com os pesquisadores. O conhecimento acumulado pelos moradores, por exemplo, o das parteiras tradicionais e benzedeiras, são uma importante fonte de pesquisa, visando o aprofundamento do conhecimento sobre o potencial farmacológico de plantas, animais e micro-organismos da floresta. Essa conjunção de fatores pode ser vista positivamente pelo governo brasileiro, quando da tomada de decisão sobre a Floresta Nacional de Caxiuanã.

Até o momento, o Brasil pouco tem usufruído do imenso potencial representado pela floresta amazônica para o bionegócio. Urge a mudança de paradigma, onde o conhecimento científico, aliado à tecnologia,

seja o principal balizador para as tomadas de decisões que tenham como premissa não a oferta de matéria-prima bruta, mas a possibilidade de geração de negócios oriundos da biodiversidade.

Barbosa (2012), ao propor um estudo das patentes geradas a partir de um recorte feito nas informações contidas no herbário João Murça Pires do Museu Goeldi (MG), constatou que das espécies amazônicas ali descritas, só havia pedidos de patentes registrados para a andiroba. Logo, dentre as inúmeras espécies já catalogadas e descritas da flora amazônica, pode haver um verdadeiro tesouro a ser explorado comercialmente, desde que haja investimento para o avanço das pesquisas de ponta.

O século XXI traz novos desafios para a humanidade, sendo a utilização racional dos recursos naturais um dos mais complexos. O Brasil, reconhecido mundialmente pela riqueza e pela beleza da sua flora e fauna, desperta o interesse de grandes conglomerados internacionais, pelas possibilidades em bionegócios. A região amazônica é um dos principais alvos desta especulação. Não é por acaso que vez por outra os meios de comunicação noticiam a saída ilegal de animais ou plantas, o que para o público leigo sequer faz sentido. E não se sabe, na verdade, qual a dimensão dessa saída ilegal, porque certamente os casos de flagrantes são raros.

A prospecção de fármacos, principalmente de toxinas de origem natural, é bastante comum, porque uma única descoberta pode significar não apenas bem-estar para a humanidade, mas extraordinária riqueza monetária. Uma substância venenosa, por exemplo, pode conter um princípio ativo potencial que poderá se transformar em um medicamento fundamental para a saúde humana. Inúmeras espécies de aranhas, cobras, lagartos, escorpiões, além de uma infinidade de fungos e outros micro-organismos pouco ou nada conhecidos fora dos limites da taxonomia, são capazes de produzir toxinas e outras substâncias. Essas espécies vivem nas florestas tropicais e não se tem uma ideia exata deste potencial na Amazônia. Um exemplo conhecido mundialmente é o da utilização do veneno da jararaca (B*othrops jararaca*), que contém uma substância que inibe a elevação da pressão arterial. A descoberta deste fármaco se deu a partir dos resultados de pesquisas publicadas por cientistas brasileiros, mas foi patenteado por uma indústria farmacêutica multinacional, que produz o biofármaco Captopril, que é comercializado inclusive no Brasil, rendendo à referida multinacional receitas anuais de bilhões de dólares.

A biodiversidade encerra um valor ainda não conhecido ou internalizado pelo Brasil, mas já prospectado pelos países em desenvolvimento. O conhecimento científico, abrangendo diversas áreas que deveriam interagir dentro de um programa de pesquisa global, seria benéfico e estratégico para o Brasil em todos os sentidos. Não custa lembrar o exemplo da borracha na Amazônia. Enquanto os Estados Unidos e a Europa dissecavam a goma elástica, descobrindo todos os segredos da sua química e física, o que levou ao processo de vulcanização e à industrialização de bens, enriquecendo vários países, a Amazônia amargava o preço de só se preocupar em produzir maior quantidade de bolas de seringa. Faltou, naquela ocasião, o conhecimento das características daquela valiosa matéria-prima para se proceder a sua aplicação na indústria brasileira. Pode-se admitir que naquele contexto o atraso das pesquisas e a falta de recursos não permitiam ao país competir com europeus e americanos, mas hoje esta justificativa é inaceitável. Descobrir as propriedades dos elementos biológicos da floresta é um caminho que precisa ser considerado como um procedimento anterior ou mesmo alternativo à exploração comercial de madeira. De outra forma, continuaremos apenas expectadores do desenvolvimento científico e comercial das grandes potências mundiais. Na Figura 4 é possível se ter uma ideia da agregação de valores a setores da indústria, notando-se o extraordinário valor dos fármacos em relação à soma de todos os demais.

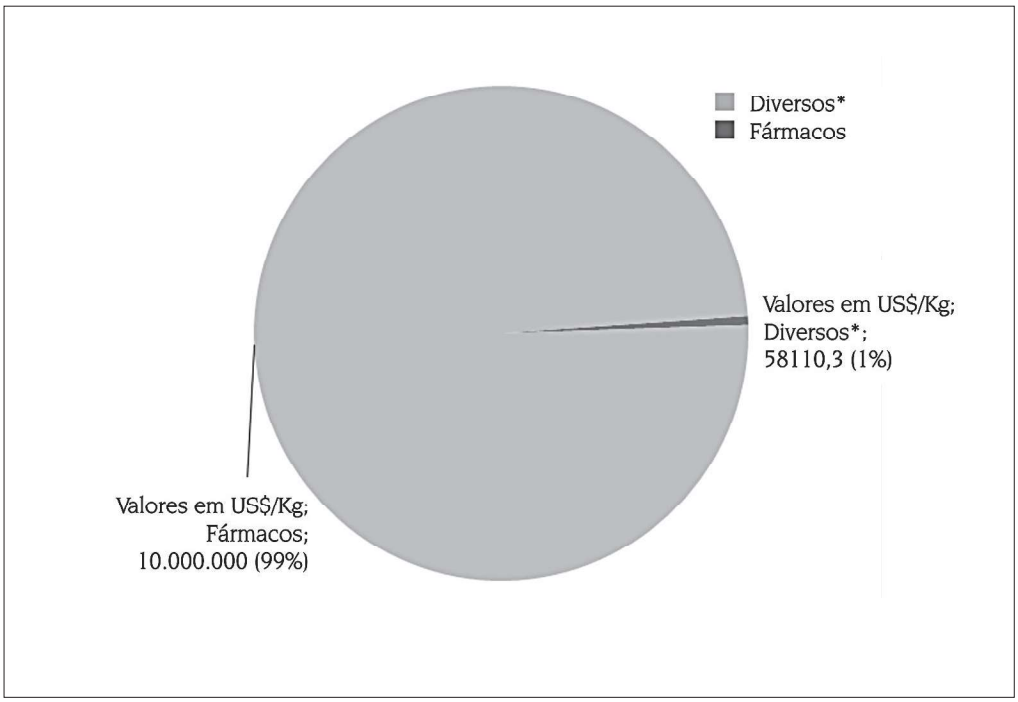


Figura 4. Agregação de valores a setores da indústria. Setores diversos compreendem: Agrícola, Automotivo, E letrônico (áudio e vídeo), Aeronáutico Comercial, Defesa (mísseis) e Telefonia Celular, Aeronáutico Militar e Espacial (satélites). Fonte: Vasconcelos (2012).

O Brasil vem se destacando pelo número de publicações científicas, ocupando a 13ª posição no ranking mundial (THOMPSON/ISI, 2009). No entanto, a deficiência tecnológica do país pode ser demonstrada tomando como exemplo a copaíba (*Copaifera* spp, Fabaceae). Um estudo de Arruda (2009) fez um levantamento das publicações científicas sobre esta planta, que tem sido bem pesquisada no Brasil, com geração de incontáveis publicações especializadas. Porém, ao analisar as patentes sobre a copaíba, o autor verificou que os Estados Unidos e a Grã-Bretanha detêm a quase totalidade dos depósitos de patentes, o que indica que uma substância genuinamente amazônica está sendo apropriada no exterior e prestes a gerar divisas para outros países.

O mercado potencial para bionegócios não se reduz à indústria farmacêutica, embora seja este segmento que, exigindo maior investimento e demandando mais tempo para o desenvolvimento da pesquisa aplicada, tenha demonstrado maior capacidade de geração de recursos, quando comparado a outros segmentos. Além de inúmeras aplicações para a saúde humana (cosméticos, fármacos, medicamentos, reagentes para diagnósticos, nutracêuticos, biomateriais, pigmentos etc.), os bionegócios se estendem para as áreas da saúde animal (fármacos, medicamentos, reagentes para diagnóstico, aditivos para ração, pesticidas e biofertilizantes) e industrial/meio ambiente (biorremediação, corantes, biopolímeros, biodesincrustantes, biocidas, enzimas, têxteis e biocombustíveis) (FIGUEIREDO; KOVARY, 2011.).

A pesquisa básica, de suma importância na cadeia do conhecimento para a biotecnologia, é somente o primeiro e indispensável passo. É aí que está o nó que impede o desenvolvimento econômico sustentado da floresta. Não se pode ficar eternamente estudando apenas a taxonomia das plantas, nem revelando suas propriedades através do saber das populações tradicionais. Estudos avançados devem se seguir a estes, possibilitando a identificação das propriedades dos componentes de plantas e animais, levando ao patenteamento de processos e à fabricação de produtos indispensáveis à sociedade. Não podemos ignorar que o cacau enriquece até hoje aos países produtores de chocolate de qualidade; que o *linalol* do

pau-rosa até já foi sintetizado para a fixação de perfumes; que a borracha ajudou a enriquecer a indústria automobilística, além de servir de matéria-prima para a produção de mais de 50.000 bens de consumo no início do século XX, enriquecendo a Europa e os Estados Unidos.

A domesticação das plantas com potencial econômico e o seu estudo biotecnológico precisam de investimentos altos, cujas respostas só virão a médio e longo prazos. Mas esta é a única forma de desenvolver o país através da exploração econômica da biodiversidade amazônica. De outra forma, a Amazônia estará fadada a ser, como já acontece hoje, um mero banco genético que deverá estar sob a nossa guarda, enquanto os países desenvolvidos dissecam as propriedades farmacológicas de plantas e animais desse banco e enriquecem suas economias, inclusive tendo o Brasil como cliente. O país que desde sua era colonial gerenciou a riqueza da Amazônia, pautando-se pura e simplesmente pela transferência e exportação de matéria-prima sob uma visão imediatista de lucros, precisa despertar e definitivamente dar à região amazônica a atenção que ela merece. A cada dia os bens biológicos naturais ascendem de valor nos mercados de consumo em massa, mas não há investimentos para a transformação dessa riqueza biológica contida na Amazônia em bem-estar social para o seu povo e divisas para o Brasil.

Um audacioso programa de pesquisa deveria ser desenvolvido em Caxiuanã, envolvendo dezenas de especialistas em flora e fauna, além de farmacólogos, bioquímicos, entre outros especialistas. Fazem-se necessários laboratórios bem equipados, para que em um prazo razoável o conhecimento geral da flora e da fauna, e também daqueles novos organismos para a ciência ou que existem em outros locais, mas que não têm sido referências para a região amazônica, alcancem patamares compatíveis com as necessidades da sociedade.

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) ao abrigar o Museu Paraense Emílio Goeldi, que é referência na produção científica sobre a flora e a fauna amazônicas, com relação ao primeiro passo dessa cadeia de conhecimento, pode assumir o desafio de incentivar o uso econômico dos resultados de pesquisas, resguardados os direitos de propriedade intelectual, os direitos da instituição sobre patentes que surgirem de estudos avançados a partir dos resultados de pesquisas básicas já realizadas e a repartição de benefícios preconizados na Lei de Inovação. Este é um desafio que se impõe ao governo brasileiro e às instituições de ciência, tecnologia e inovação do país, especialmente da Amazônia.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, A. C. Rede de inovação de dermocosméticos na Amazônia: o uso sustentável de sua biodiversidade com enfoques para as cadeias produtivas da castanha-do-pará e dos óleos de andiroba e copaíba. **Parc. Estrat**., Brasília, v. 14, n. 19, p. 145-172, 2009.

BARBOSA, N. C. S. **Plantas Aromáticas do Herbário João Murça Pires do Museu Paraense Emílio Goeldi**: uma análise da utilização por meio de documentos de patente. 2012. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Inovação) – Instituto Nacional de Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2012.

CONFEA. **Confea na Rio +20: O futuro da Química Verde**. 2012. Disponivel em: <www.confea.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=15957&sid=10>. Acesso em:

COSTA, M. L.; KERN, D. C.; BEHLING, H.; BORGES, M. S. Geologia. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 179-205.

FERRARI, M. Desenvolvimento e avaliação da eficácia fotoprotetora de emulsões múltiplas contendo metoxicinamato de etilhexila e óleo de andiroba (*Carapa guyanensis*). 2002. 142f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.

FIGUEIREDO, J.M.; KOVARY, K. **Redação de patentes, Parte III:** Tipos de reivindicações. Curitiba: INPI, 2011. 88 p. Disponível em: <www.inpi.gov.br>. Acesso em:

LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. **Fatos florestais da Amazônia**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2005. p. 1-140.

LISBOA, P. L. B.; BEZERRA, M. G. F.; CARDOSO, A. L. R. **Caxiuanã**: história natural e ecologia de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2012. 345 p. No prelo.

MARTINS, M. B; OLIVEIRA, T. G. **Amazônia Maranhense**: diversidade e conservação. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2012

MENDONÇA, F. A. C.; SILVA, K. F. S. ; SANTOS , K. K. ; RIBEIRO-JÚNIOR; K., SANT'ANA , A. E. G. Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito *Aedes aegypti*. **Fitoterapia**, v. 76, p. 629-636, 2005.

MIOT, H. A.; BATISTELLA, R. F.; BATISTA, K. A; VOLPATO, D. E. C; AUGUSTO, L. S. T; MADEIRA, N. G.; HADDAD-JÚNIOR, V.; MIOT, L. D. B. Comparative study of the topical effectiveness of the andiroba oil (*Carapa guianensis*) and deet 50% as repellent for *Aedes* sp. **Rev. Inst. Med. Trop.** São Paulo, v. 46, p. 253-256, 2004.

OLIVEIRA, T. G. Alerta vermelho à conservação da última fronteira da Amazônia Tocantina: avaliação do estado de conservação do Gurupi e da Amazônia maranhense. In: MARTINS, M. B; OLIVEIRA, T. G. (Org.). **Amazônia Maranhense:** diversidade e conservação. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2012.

PENIDO, C.; CONTE, F. P.; CHAGAS, M. S. S; RODRIGUES, C. A. B.; PEREIRA, J. F. G.; HENRIQUES M. G. M. O. Antiinflammatory effectsof natural etranortriterpenoidsisolatedfrom*Carapa guianensis* Aublet onzymosan-induced arthritis in mice. **Inflamm. Res.**, v. 55 p. 457-464, 2006a.

PENIDO, C.; COSTA, K. A.; PENNAFORTE, R. J.; COSTA, M. F. S.; PEREIRA, J. F.G.; SIANI, A. C.; HENRIQUES, M. G. M. O. Anti-allergic effects of natural tetranortriterpenoids isolated from C*arapa guianensis* Aublet on allergen-induced vascular permeability and hyperalgesia. **Inflamm. Res.**, v.54, p. 295-303, 2006b.

PENIDO, C.; COSTA, K. A.; COSTA M. F.; PEREIRA, J. F. ; SIANI, A. C.; HENRIQUES M. G. M. O. Inhibition of allergen-induced eosinophil recruitment by natural tetranortriterpenoids is mediated by the suppression of IL-5, CCL11/eotaxin and NFkappaB activation. **Int. Immunopharmacol.**, v. 6, p. 109-121, 2006c.

PIERI, F. A.; MUSSI, M. C.; MOREIRA, M. A. S. Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Rev. Bras. Pl. Med**., Botucatu, v. 11, n. 4, p. 465-472, 2009.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO; INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira**: produção, receita e mercados. Belém: IFB; IMAZON, 2010. 20 p.

SILVEIRA , I. M.; QUARESMA, H. D. A. B.; GUAPINDAIA, V. L.; MACHADO, A. L. As populações pré-históricas e atuais. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 53-81.

SILVEIRA, I. M.; KERN, D. C.; QUARESMA, H. D. A. B. Reconstruindo uma ocupação. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 59-76.

VASCONCELOS, R.M. de. **Marco regulatório sobre acesso à amostra de patrimônio genético nativo e acesso ao conhecimento tradicional associado**. Brasília, DF: Embrapa, 2012.



Ambiente Físico e Monitoramento Ambiental

capítulo 2

CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Antonio Carlos Lôla da Costa
Alex Antonio Ribeiro de Oliveira
Guilherme Camarinha Neto
Maurício Castro da Costa
João de Athaydes Silva Júnior
Bruno Takeshi Tanaka Portela

INTRODUÇÃO

A região amazônica, ocupa uma área aproximada de $5{,}5.10^6$ km^2 e tem despertado grande interesse em pesquisadores do mundo inteiro, pelas elevadas taxas de desmatamento e a consequente ameaça de extinção de algumas espécies, o que gera a perda da sua biodiversidade (COSTA, 2008). Nas últimas décadas, a pesquisa na floresta amazônica tem dado ênfase para a ampliação do conhecimento dos processos físicos, fisiológicos e biológicos que interagem com o sistema solo-planta-atmosfera e que causam alteração no clima da floresta. Estas condições climáticas, invariavelmente, influenciam as condições de vida dos animais e plantas na superfície terrestre.

A floresta amazônica apresenta elevadas temperaturas e precipitações anuais, embora ocorram grandes variações. Duas épocas distintas são bem definidas ao longo do ano: uma estação chuvosa, compreendida entre os meses de dezembro a maio, e outra menos chuvosa, que se estende de junho a novembro. Estas condições estão diretamente associadas à intensa radiação solar incidente na região tropical brasileira e à influência direta da zona de convergência intertropical (ZCIT), o principal sistema meteorológico responsável pelo regime de chuvas na região amazônica (COSTA et al., 2009).

A Floresta Nacional de Caxiuanã (FNC) apresenta uma área de 33.000 ha, e é composta, predominantemente, por uma floresta de terra firme, com a altura média do dossel de 35 m e a biomassa acima do solo, de 200 m^3 ha^{-1} (LISBOA et al., 1997). A floresta apresenta uma diversidade considerável, com espécies como: D*inizia excelsa* (angelim-vermelho), M*armaroxylon racemosum* (angelim rajado), C*ouratari guianensis* (tauari), B*ucheniavia grandis* (tanimbuca), S*wartzia racemosa* (pitaíca), D*ipteryx odorata* (cumaru) e outras (ALMEIDA et al., 1993). É uma floresta tropical chuvosa, sem perturbações antrópicas, onde se desenvolvem atualmente vários projetos de pesquisa, dos mais diversos temas. O seu acesso é por via fluvial e dista aproximadamente 400 km, em linha reta, da capital do estado, Belém. O melhor conhecimento das possíveis variações micrometeorológicas deste ecossistema pode, sem dúvida, contribuir para melhorar o entendimento da ação do homem no meio ambiente, e suas consequências para a manutenção e desenvolvimento das diversas atividades humanas.

O presente estudo tem como objetivo analisar a sazonalidade média horária e mensal da temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global, precipitação, direção e velocidade do vento na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Floresta Nacional de Caxiuanã: está localizada no município de Melgaço, Pará, a leste da Amazônia (01° 42' 30"S; 51 ° 31' 45"W; 62 m de altitude). Cerca de 85 % de sua área é coberta por floresta densa de terra firme, com dossel médio entre 30 e 40 m de altura. A diversidade varia entre 150 a 160 espécies ha^{-1}, enquanto que a densidade de indivíduos apresenta um valor médio entre 450 a 550 árvores ha^{-1}, sendo a sua biomassa aérea de 200 $m^{-3}.ha^{-1}$ (LISBOA et al., 1997).

Quanto à climatologia do local, a temperatura média anual do ar é 25,7 ± 0,8 °C, e a precipitação média anual, 2.272 ± 193 mm. A média anual da umidade relativa do ar é de 82,3 %, sendo a média anual da radiação solar global de 286,1 W/m^2, atingindo os maiores valores no mês de julho, e menores em abril. O número de horas de brilho de luz solar alcança mais de 2.100 horas/ano^{-1}. A direção do vento predominante é de nordeste. Pela classificação climática de Köppen, o clima é do tipo "Am" tropical quente e úmido, e subtipo climático com uma curta estação seca (MORAES et al., 1997).

Dados utilizados: os dados meteorológicos utilizados foram obtidos através de uma estação meteorológica automática, localizada no topo de uma torre micrometeorológica de 40 m de altura. O período de estudo foi de 2005 a 2010, sendo as observações feitas a intervalos de 30 minutos. Os elementos meteorológicos estudados foram: temperatura do ar (°C); radiação solar global ($W.m^{-2}$); umidade relativa do ar (%); velocidade do vento ($m.s^{-1}$); direção do vento (°) e a precipitação pluviométrica (mm). Foram considerados dois períodos distintos: o período chuvoso, que vai de janeiro a junho, e o período menos chuvoso, que se estende de julho a dezembro.

Instrumentos meteorológicos: a temperatura e a umidade relativa do ar foram medidas através de um psicrômetro do tipo MODEL HMP45C, cuja temperatura de operação oscila entre -40°C até 60°C. Foi utilizado um anemômetro do tipo MODEL 03001-5 WIND SENTRY para o registro das medidas da direção e a velocidade do vento, assim como a precipitação pluviométrica foi medida através de um pluviógrafo do tipo CSI Model CS700-L Rain Gage, com 200 mm de diâmetro, de funil e capacidade de "basculante" de até 100mm/hora. A radiação solar global foi medida através de um sensor de brilho solar SUNSHINE SENSOR da BF4. Para a aquisição destas informações foram utilizados dois dataloggers: o primeiro, com modelo CR23X no período de 2005 a 2007 e, o segundo, no período de 2008 a 2010; o datalogger utilizado foi o modelo CR1000.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Variabilidade média mensal da temperatura e umidade relativa média do ar:

A variabilidade média mensal da temperatura e umidade relativa média do ar é apresentada na Figura 1. A temperatura média anual do ar foi de 25,9°C, tendo os maiores valores médios acorrido nos meses de agosto a novembro, período menos chuvoso na região, enquanto que os menores valores foram observados nos meses de janeiro a abril, periodo mais chuvoso. A temperatura média anual apresentou um desvio padrão de 0,6 °C e um coeficiente de variação de 2,4 %, indicando pequena variabilidade deste elemento meteorológico, o que corrobora com o estudo realizado por Braga et al. (2005), que registraram resultados semelhantes.

A umidade relativa do ar apresentou um comportamento inverso ao da temperatura do ar, sendo os maiores valores observados durante a época mais chuvosa na região. O valor médio anual da umidade relativa do

ar foi de 82%, com um desvio padrão de 5,3% e um coeficiente de variação de 6,4%, indicando, também, uma pequena variabilidade média anual deste elemento meteorológico.

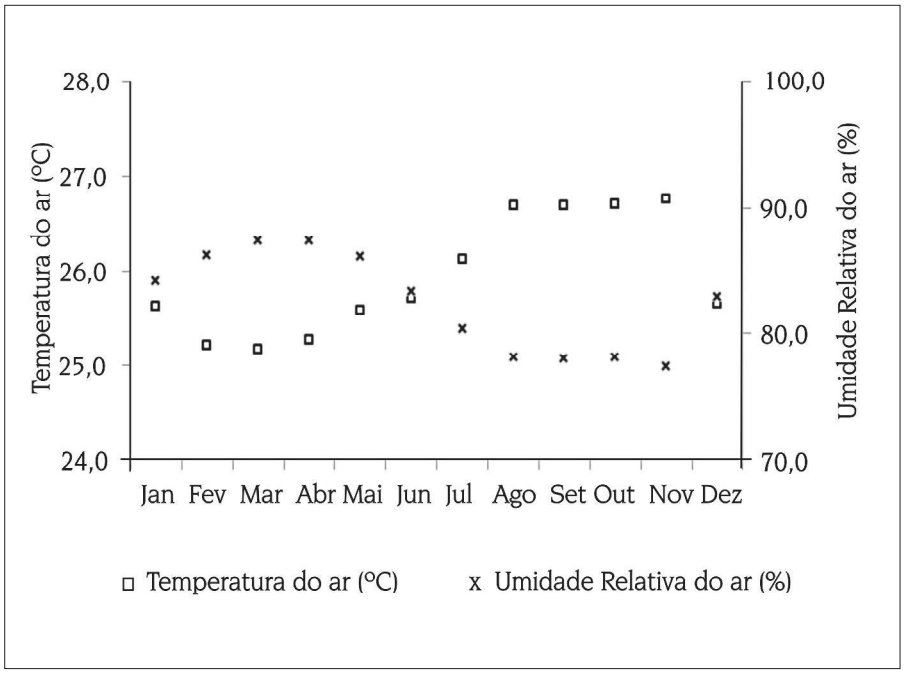


Figura 1.
Variabilidade média mensal da temperatura e umidade relativa média do ar na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

Sazonalidade média horária da temperatura do ar

A sazonalidade média horária da temperatura do ar é apresentada na Figura 2. Os maiores valores médios de temperatura do ar ocorreram às 13 h, nos dois períodos analisados – o mais chuvoso e o menos chuvoso. Ressalta-se que a temperatura média horária durante o periodo menos chuvoso apresentou valores menores do que os durante o periodo chuvoso, sendo que entre 4-7 horas, estes valores apresentaram-se muito próximos em ambas as épocas. Achados semelhantes foram registrados no estudo desenvolvido por Costa et al. (2006), na Floresta Nacional de Caxiuanã. A temperatura média do ar durante o periodo chuvoso apresentou um valor médio de 25,1 °C, enquanto que no periodo menos chuvoso este valor foi de 26,8 °C.

Variabilidade média mensal da velocidade do vento

A velocidade média mensal do vento teve um baixo valor durante todos os meses do ano (Figura 3). Os maiores valores desta velocidade foram registrados durante o período chuvoso na região, nos meses de janeiro e fevereiro, quando foram observados os maiores valores médios, acima de 1,0 $m.s^{-1}$. Este fato pode estar associado aos fortes ventos provenientes de sistemas de grande escala (Zona de Convergência Intertropical), que ocorrem com grande frequência durante este período na região. O valor médio anual da velocidade do vento foi de 0,86$m.s^{-1}$, com um desvio padrão de 0,2 $m.s^{-1}$, e um coeficiente de variação de 14,3%. Esta maior variabilidade mensal está diretamente associada à variabilidade média das precipitações pluviais da região.

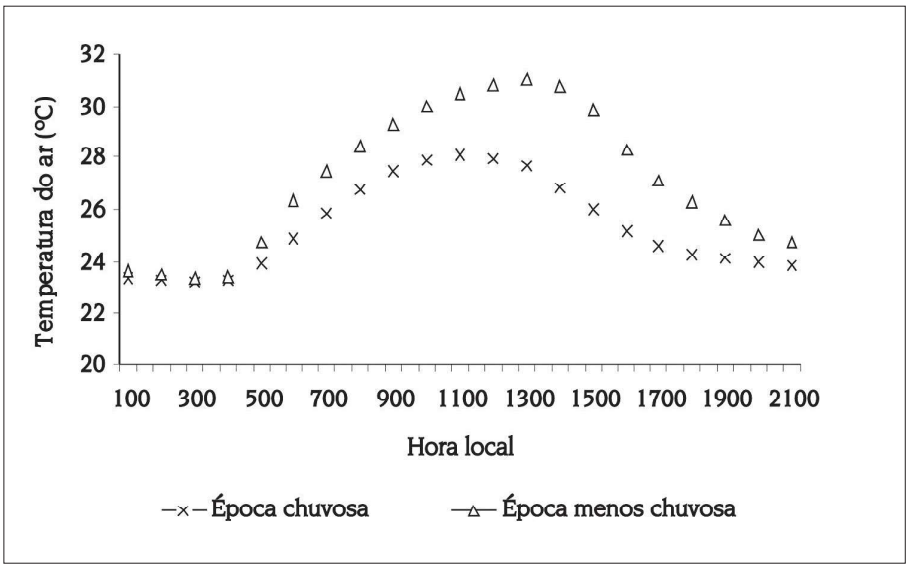


Figura 2. Sazonalidade média horária da temperatura média do ar na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

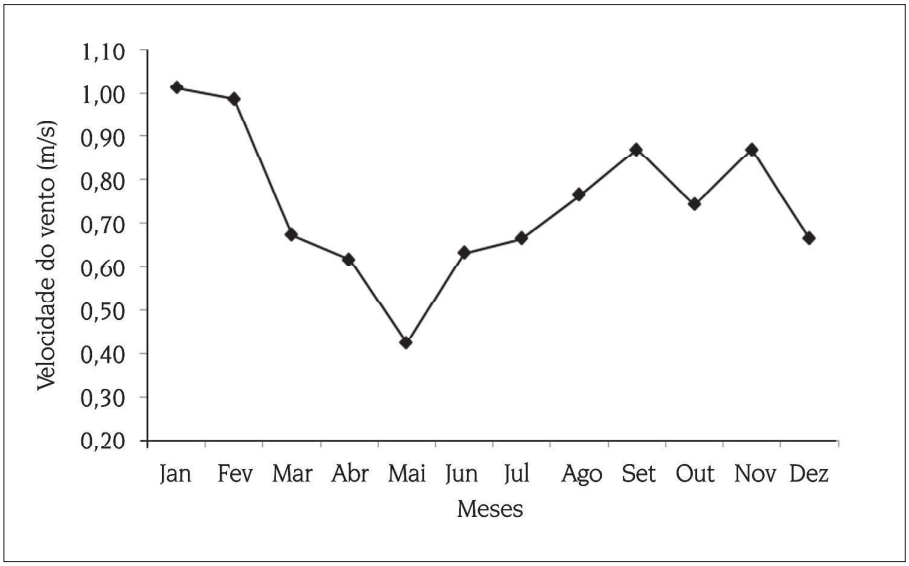


Figura 3. Velocidade média mensal do vento na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

Sazonalidade da direção predominante do vento

Na Figura 4 está representada a sazonalidade da direção predominante do vento, onde foi observado que durante grande parte do ano variou entre 45° e 100°, ou seja, oscilou entre nordeste e leste. Ressalta-se que no período menos chuvoso esta predominância foi de nordeste, fato este que pode estar associado aos sistemas de grande escala mais intensos durante o inverno no Hemisfério Sul, enquanto que no período chuvoso esta predominância foi de leste. A predominante média anual da direcão do vento foi de 107° (E - SE), com um desvio padrão de 11,2° e um coeficiente de variação de 10,4%. Esta maior variabilidade mensal está diretamente associada à variabilidade média das precipitações pluviais na região. Estes resultados estão de acordo com estudos realizados por Braga et al. (2005), na Floresta Nacional de Caxiuanã.

Variabilidade média horária da velocidade do vento

Os valores mais elevados de velocidade média horária do vento (maiores que 1,5 $m.s^{-1}$) ocorreram entre 10 e 13 horas (Figura 5), o que coincide com o horário de máximo aquecimento diferencial da superfície, e que gera maiores diferenças de pressões atmosféricas e, consequentemente, maiores velocidades do vento. No horário entre 14 e 18 horas, estas velocidades médias oscilaram entre 1,0 e 1,5 $m.s^{-1}$. As menores velocidades médias horárias ocorreram entre às 18 e 8 horas, apresentando valores inferiores a 0,5 $m.s^{-1}$, fato que está associado, principalmente, às menores diferenças térmicas na superfície, uma vez que em grande parte destes horários a superfície não está recebendo radiação solar, sua principal fonte de aquecimento.

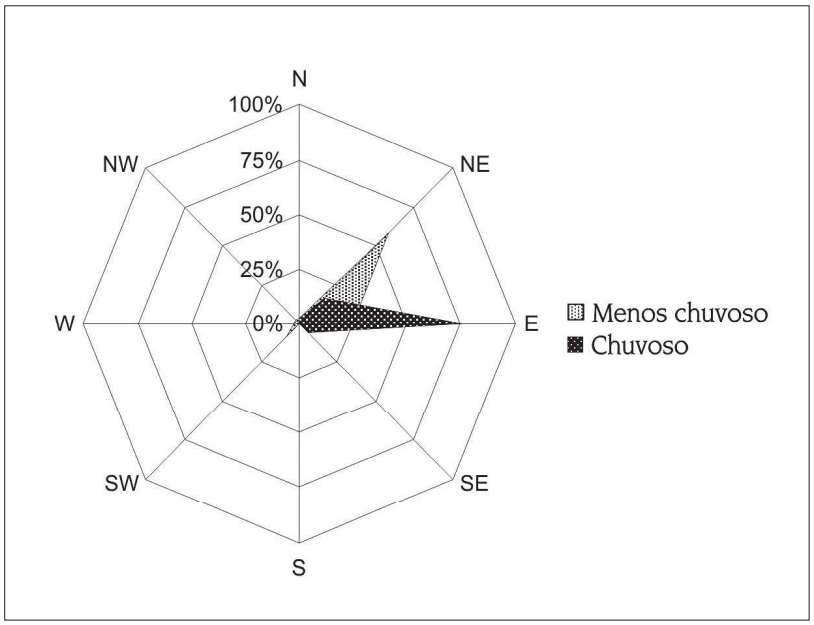


Figura 4.
Direção predominante do vento durante os períodos chuvoso e menos chuvoso, na Floresta Nacional de Caxiuanã, nos anos de 2005 a 2010.

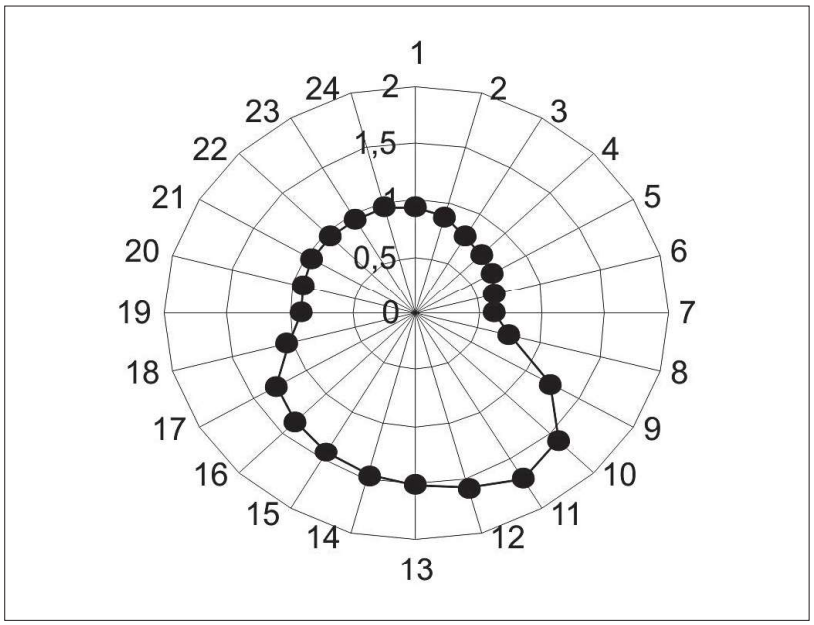


Figura 5.
Velocidade média horária do vento na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

Variabilidade média horária da direção do vento

Foi analisada a direção predominante média horária do vento (Figura 6). Observou-se que durante grande parte do dia, entre 7 e 22 horas, o vento apresentou direção predominante de sudeste, tendo entre 13 e 18 horas os maiores desvios na direção sudeste, que podem estar associados aos efeitos de brisa, relacionados com a proximidade da baía de Caxiuanã. No restante das horas do dia, esta predominância é no quadrante leste-sudeste, associado aos efeitos da circulação atmosférica de grande escala atuantes na região.

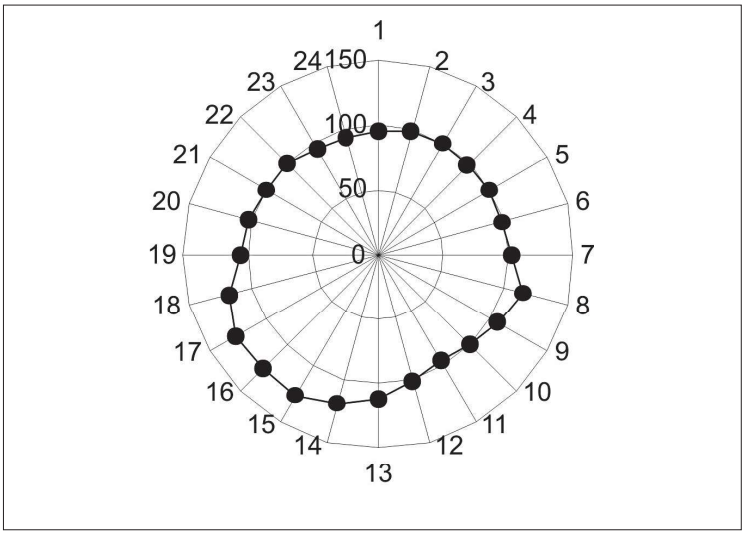


Figura 6.
Direção predominante média horária do vento na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

Variabilidade média mensal da radiação solar global

A variabilidade média mensal da radiação solar global é apresentada na Figura 7. Observou-se que este elemento meteorológico apresentou uma considerável sazonalidade, sendo que os maiores valores médios ocorreram no mês de julho, com 27,6 M.J.m^{-2} dia^{-1}, enquanto que os menores foram registrados no mês de fevereiro, com apenas 14,3 M.J.m^{-2}. Os valores máximos absolutos observados nos períodos menos chuvosos e chuvosos foram de 47,2 M.J.m^{-2} dia^{-1} e 46,9M.J.m^{-2} dia^{-1}, respectivamente. A radiação solar global média diária apresentou uma redução de 12% no seu valor médio, durante o período chuvoso, quando comparado ao menos chuvoso. O valor médio anual foi de 19,5 M.J.m^{-2} dia^{-1}, com um desvio padrão de 4,4 M.J.m^{-2} dia^{-1}, e um coeficiente de variação de 22,3%. Resultados semelhantes foram encontrados em estudo realizado por Costa et. al. (2006b).

Variabilidade média horária de componentes radiativas - período chuvoso

Analisou-se a variação média horária dos componentes radiação solar global (Rad Total), radiação solar direta (Rad Direta) e radiação solar difusa (Rad Difusa) para a Floresta Nacional de Caxiuanã, durante o período chuvoso (Figura 8). Destaca-se que a radiação solar difusa apresentou maiores valores que a radiação solar direta, entre o início do dia até aproximadamente às 14 horas, e no final da tarde. O valor máximo da radiação difusa foi de 343,0 W.m^{-2}, enquanto que o valor médio diário foi de 193,3 W.m^{-2}. A radiação solar direta apresentou o máximo de 304,1 W.m^{-2}, em torno das 14 horas. O valor médio diário da radiação solar direta foi de 147,0 W.m^{-2}. O valor máximo diário da radiação solar global durante o período chuvoso foi de 615,1 W.m^{-2}, enquanto que o valor médio diário foi de 340,8W.m^{-2}.

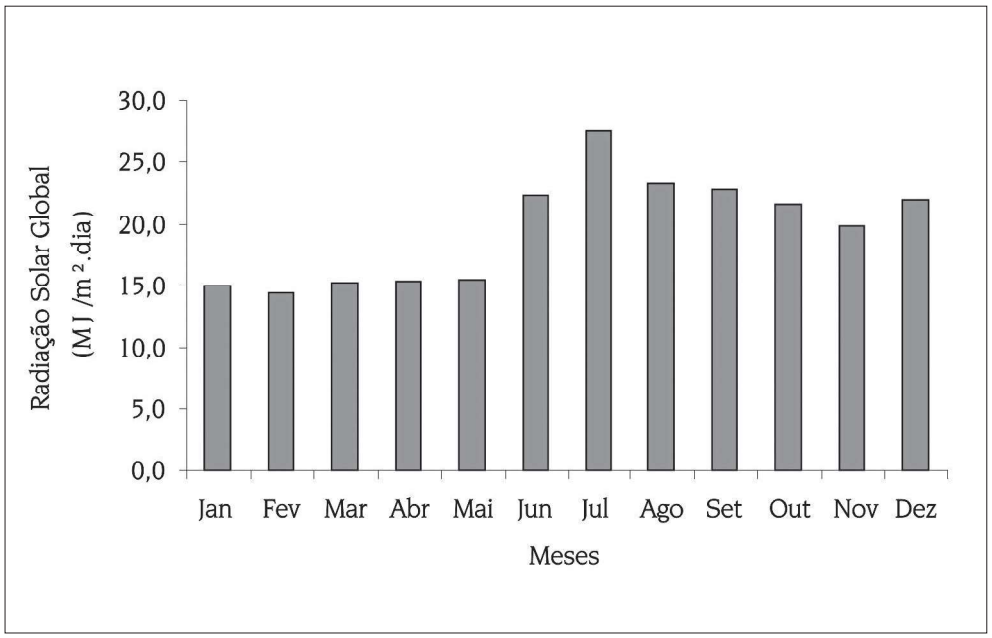


Figura 7.
Variabilidade média mensal da radiação solar global na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

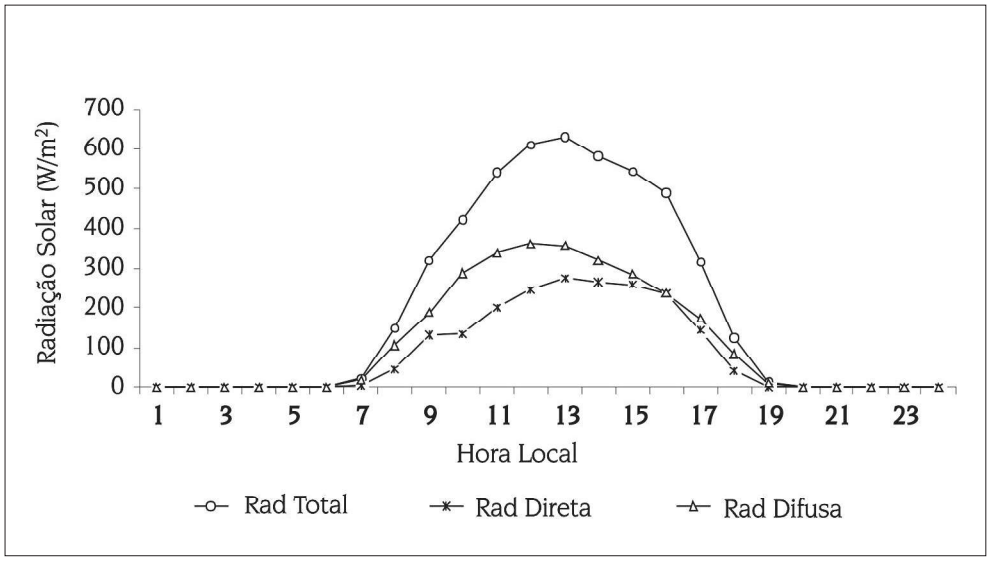


Figura 8.
Radiação solar média horária durante o período chuvoso na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

Variabilidade média horária de componentes radiativas - período menos chuvoso

A variação média horária das componentes radiação solar global (Rad Total), radiação solar direta (Rad Direta) e radiação solar difusa (Rad Difusa), para a Floresta Nacional de Caxiuanã, durante o período menos chuvoso foi analisada na Figura 9. Durante o período menos chuvoso na região, a radiação solar direta apresentou maiores valores que a radiação solar difusa, durante todas as horas do dia, com o máximo valor de 481,9 $W.m^{-2}$ ocorrendo em torno das 14 horas. O valor médio diário da radiação solar direta foi de 265,6 $W.m^{-2}$. A radiação solar difusa apresentou o máximo de 273,3$W.m^{-2}$, em torno das 12 horas, com valor médio diáro de 160,4 $W.m^{-2}$. Este resultado pode estar associado à pequena nebulosidade predominante durante este período.

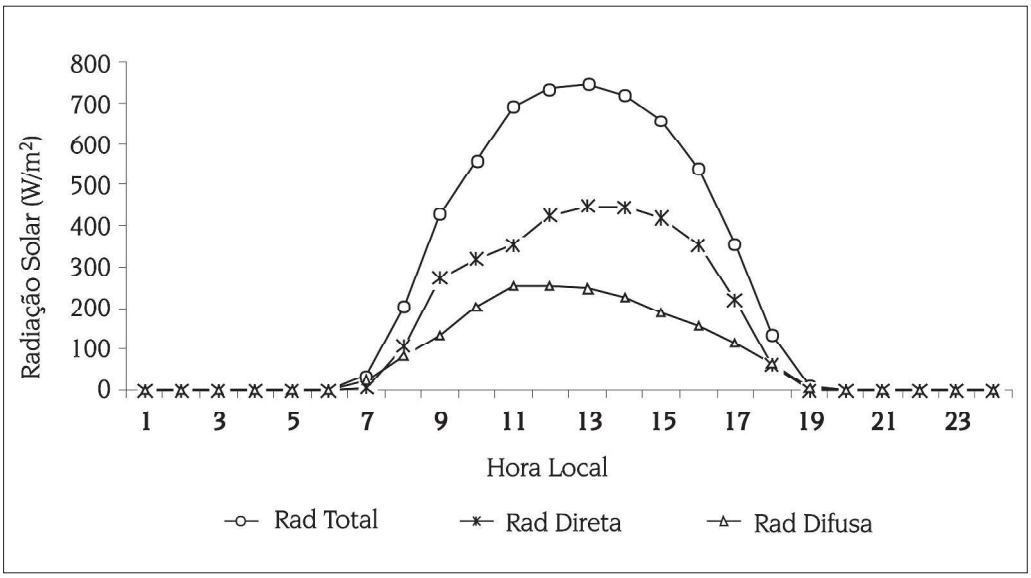


Figura 9. Radiação solar média horária durante o período menos chuvoso na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

Variabilidade média mensal da precipitação pluvial

Os valores totais médios mensais da precipitação pluvial na Floresta Nacional de Caxiuanã são mostrados na Figura 10. Os maiores valores mensais de precipitação média do período foram registrados no mês de março, enquanto que os menores ocorreram durante o mês de agosto. Há uma sazonalidade bem característica da precipitação na Floresta Nacional de Caxiuanã, estando o período chuvoso compreendido entre janeiro e junho, com um total precipitado de 1.717,3 mm, representando 76,3% do total anual. Durante o período menos chuvoso, que se estende de junho a dezembro, o total precipitado foi de 534,0 mm, representando 23,7 % do total anual. Estudos realizados por Oliveira et al. (2008) também evidenciaram esta sazonalidade. Na média climatológica da região, os períodos chuvosos e menos chuvosos representam 72,5 e 27,5 %, respectivamente. As precipitações no período menos chuvoso foram causadas principalmente por sistemas convectivos, enquanto que no período chuvoso as precipitações foram causadas principalmente por sistemas de grande escala atuantes na região, como a zona de convergência intertropical-ZCIT (MOLION, 1987). No período de 2005 a 2010, a precipitação média anual foi de 2.106,9 mm. O maior valor absoluto precipitado foi registrado no mês de março de 2008, com 592,8mm, enquanto que o menor valor aconteceu em outubro de 2010, com apenas 11,8mm.

Variabilidade média horária da precipitação pluvial

A variabilidade sazonal da precipitação média horária é apresentada na Figura 11. Observou-se que durante o período chuvoso na região, as precipitações foram maiores no final da tarde e ocorreram ao longo do dia. Durante o período menos chuvoso, as precipitações ocorreram com maior frequência no final da tarde e durante a noite, caracterizando um regime de precipitações convectivas. As maiores precipitações registradas no intervalo de uma hora, aconteceram entre 17 e 18 horas, com um total médio precipitado de 68 mm. Estudos realizados por Costa et al. (2006a) também evidenciaram estas características das precipitações na Flona Caxiuanã.

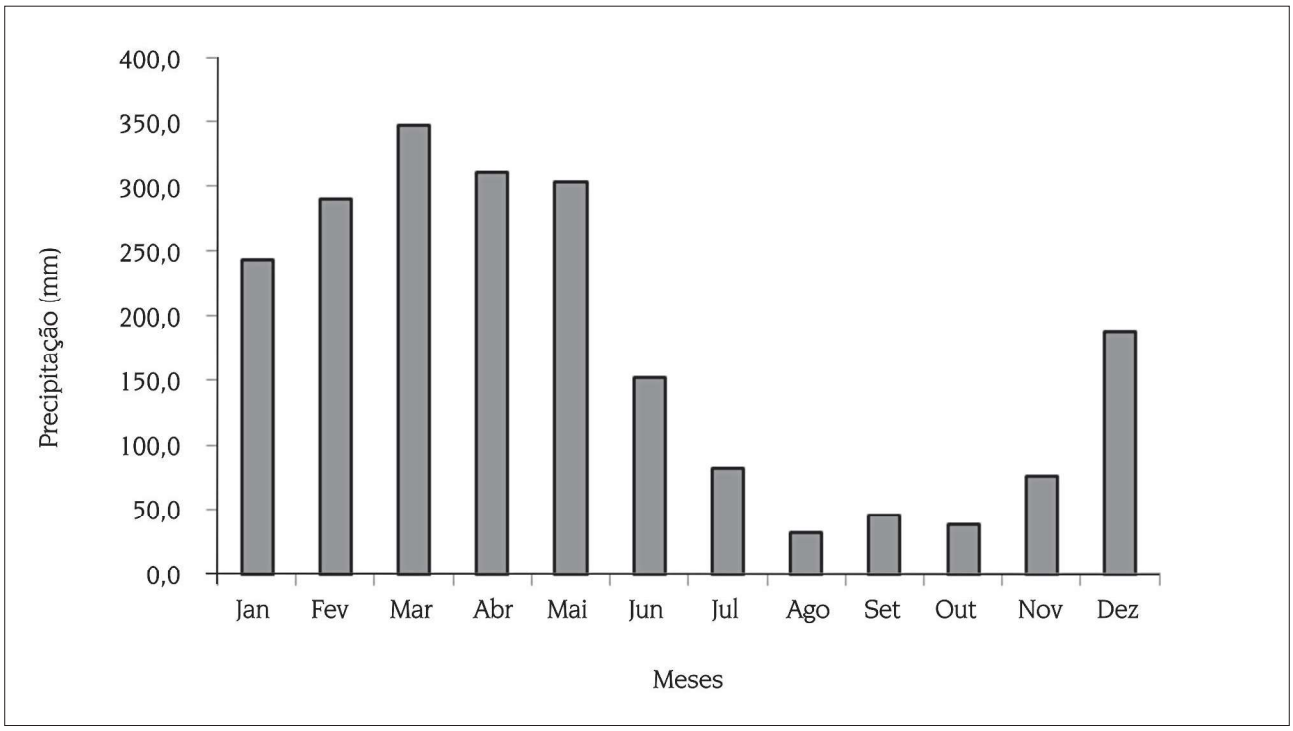


Figura 10. Totais médios mensais da precipitação pluvial na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

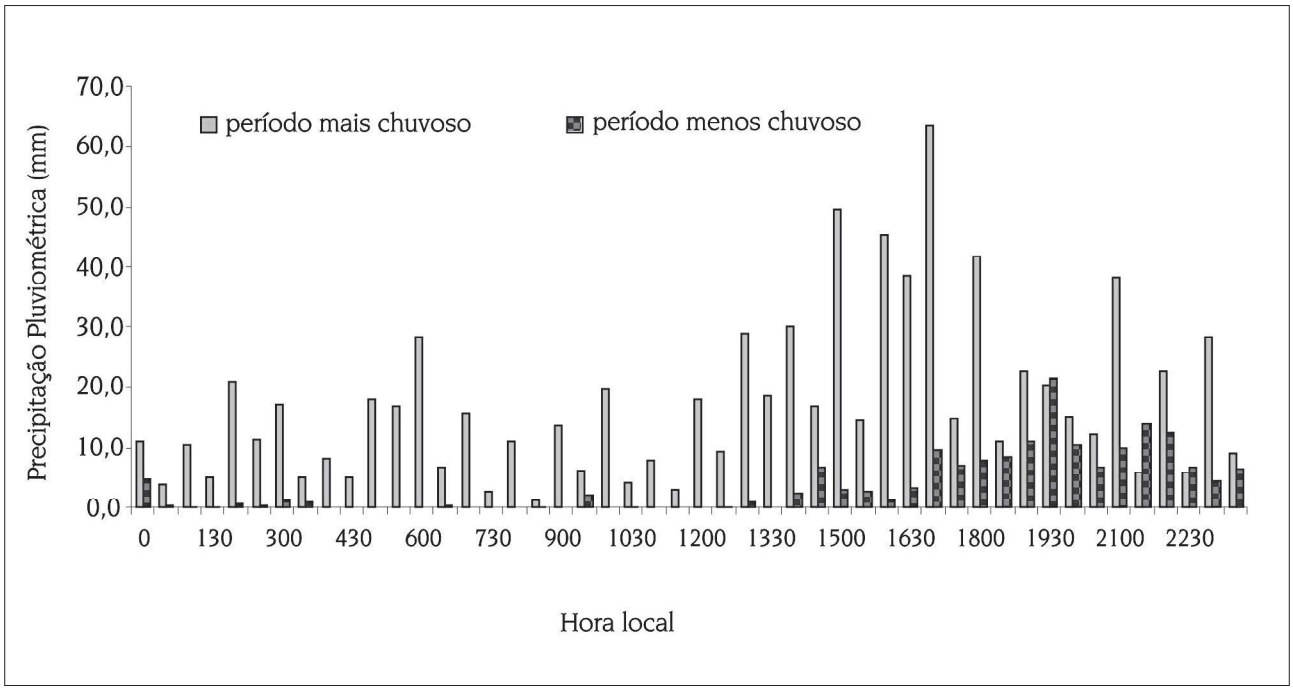


Figura 11. Sazonalidade média horária da precipitação pluvial na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2005 a 2010.

CONCLUSÕES

Após as análises referentes aos principais elementos meteorológicos estudados na Floresta Nacional de Caxiuanã, podemos concluir que a temperatura e a umidade relativa do ar apresentaram valores elevados durante todo o ano, com pequena variação sazonal. A velocidade do vento apresentou valores baixos durante todo o ano, sendo a sua variabilidade associada principalmente aos sistemas de "tempo" atuantes na região. A direção predominante do vento refletiu claramente a influência da predominância dos ventos alísios atuantes na região. Ressalta-se que foram registrados efeitos locais, principalmente associados à proximidade da baía de Caxiuanã. A radiação solar global apresentou elevada sazonalidade, sendo que esta variação pode estar associada principalmente com a grande variabilidade anual da nebulosidade e das precipitações. A precipitação apresentou uma sazonalidade bem característica, sendo o elemento meteorológico de maior variabilidade. Esta sazonalidade é um dos principais fatores de regulação ecológica daquele ecossistema.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. S.; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na estação científica "Ferreira Penna", Em Caxiuanã (Pará). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** , Série Botânica, v. 9, p. 99-88, 1993.

BRAGA, A. P.; SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, A. C. L.; GONÇALVES, P. H.L.; COSTA, R. F.; PACHECO, R. B.; NÓBREGA, N. E. F.; MEIR, P.; MALHI, Y. Comportamento sazonal de alguns elementos meteorologicos na Floresta Nacional de Caxiuanã - Pará - Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA, 10; CONGRESSO CUBANO DE METEREOLOGIA, 2. 2005, Cancun. **Anais...** Cancun, 2005.

COSTA, A. C. L.; BRAGA, A. P.; GONCALVES, P. H. L.; COSTA, R. F.; SILVA JÚNIOR, J. A.; MALHI, Y.; ARAGÃO, L. ; MEIR, P. Estudos hidrometeorológicos em uma floresta tropical chuvosa na Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, p. 283-290, 2006a.

COSTA, A. C. L.; GONÇALVES, P. H. L.; BRAGA, A. P.; SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, M. C. Sazonalidade da radiação solar global, direta e difusa em uma floresta tropical chuvosa na Amazônia Oriental - Flona Caxiuanã - Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14. 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006b.

COSTA, A. C. L.; ALMEIDA, S. S.; CARVALHO, C.; MEIR, P.; MALHI, Y.; COSTA, R. F. S. J.; ATHAYDES, J.; COSTA, M. C.; PORTELA, B. T. T.; FISHER, R. A.; SOTTA, E. D.; OLIVEIRA, L. L.; GONÇALVES, P. H. ; BRAGA, A. P.; BARRETO, P. N. Experimento Esecaflor-LBA em Caxiuanã In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: MPEG, 2009. v. 1, p. 45-91.

LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S. S. Florística e estrutura dos ambientes. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: MPEG, 1977. p. 163-193.

MORAES, J. C.; COSTA, J. P. R.; ROCHA, E. J. P.; SILVA, I. M. O. Estudos hidrometeorológicos na bacia do rio Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: MPEG, 1997. p. 85-95.

MOLION, L.C.B. On the dynamic climatology of the Amazon basin and associated rain-producing mechanisms. In: **The Geophysiology of Amazonia vegetation and climate interactions**. New York: John Wiley and Sons, 1987.

A IMPORTÂNCIA DAS CONDIÇÕES TERMODINÂMICAS NA VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO EM CAXIUANÃ

Dayana Castilho de Souza
Maria Aurora Santos da Mota
Julia Clarinda Paiva Cohen

INTRODUÇÃO

A região tropical, que ocupa a maior parte da superfície do globo terrestre, tem um lugar privilegiado na dinâmica do clima global e na localização dos impactos climáticos. De um lado, esta região é extremamente sensível às mudanças climáticas; por outro, ela é um dos locais onde ocorrem as principais trocas de energia condicionantes do clima da Terra. A importância desta região no clima terrestre justifica o grande número de estudos e experimentos meteorológicos já realizados na região tropical.

Vários estudos confirmam as pesquisas realizadas por Riehl (1954) sobre a importante contribuição da região tropical no desenvolvimento dos processos atmosféricos globais. Com base no modelo da circulação geral proposto por Hadley (1735), Riehl verificou que todo o movimento atmosférico se inicia pela desigualdade entre aquecimento e resfriamento, especialmente o saldo líquido entre as radiações das faixas polar e tropical. As correntes de ar se movimentam em direção ao polo ou ao equador, e são as principais responsáveis por esta troca de energia entre os dois lugares. A atmosfera, nesse processo, age como uma "máquina térmica", transportando o excesso de energia para as regiões deficitárias da mesma.

A bacia amazônica, por se localizar na região tropical, comporta-se como uma fonte de umidade atmosférica e, consequentemente, como uma fonte de calor latente para a atmosfera; a precipitação média anual é de aproximadamente 2300 mm, com áreas de precipitações superiores a 3000 mm/ano, localizadas no oeste, noroeste e no litoral norte da Amazônia. Entre estes máximos, há um mínimo de 1600 mm/ano (FIGUEROA; NOBRE, 1990). A marcha sazonal média da precipitação apresenta duas estações bem distintas – a estação de estiagem (inverno e primavera do hemisfério sul (HS)), com precipitações inferiores a 100 mm/mês, e a estação chuvosa (verão e outono do HS), com precipitações superiores a 200 mm/mês.

Molion (1987), em estudo sobre as circulações de macro e mesoescala e dos processos dinâmicos que atuam na região amazônica e promovem a precipitação nesta região, classificou os mecanismos em três grupos: (a) convecção diurna, resultante do aquecimento da superfície e condições de grande escala favoráveis; (b) linhas de instabilidade originadas na costa norte-nordeste do litoral do Atlântico; (c) aglomerados convectivos de grande e mesoescala, associados com a penetração de sistemas frontais das regiões Sul-Sudeste do Brasil, que interagem com a região amazônica.

O leste da Amazônia é caracterizado por duas estações bem distintas: a estação seca (de junho a novembro), com precipitação em torno de 50 mm/mês; e a estação chuvosa (dezembro a maio), com precipitações maiores que 250 mm mensais, causadas principalmente pela presença da Zona de Convergência Intertropical

(ZCIT). A presença da ZCIT na região propicia a formação de linhas de instabilidade convectiva (LI), que são responsáveis por aproximadamente 45% da precipitação do leste paraense, com máxima frequência entre os meses de abril e agosto (COHEN, 1989; COHEN et al., 1995).

Então, a atividade convectiva característica da bacia amazônica tem um papel importante na determinação do tempo e clima da região. Ou seja, a convecção influencia os sistemas meteorológicos que atuam na região, da mesma maneira que os sistemas meteorológicos atuam para fortalecer e/ou enfraquecer as atividades convectivas (MOTA; NOBRE, 2006; MOTA et al., 1994).

Para iniciar a convecção úmida, são necessários: quantidade suficiente de umidade, mecanismo dinâmico de levantamento de parcelas e fonte de energia inicial (aquecimento gerado devido à radiação) (LUDLAM, 1966). A quantidade de núcleos de condensação e a fonte de energia, juntas, correspondem à forçante termodinâmica; e o mecanismo dinâmico de levantamento de parcelas é a forçante mecânica.

A forçante termodinâmica requer uma escala temporal de horas para formação de nuvens precipitantes. Isto é, o aquecimento devido à radiação durante o dia produz instabilidade próximo à superfície, que, com a grande quantidade de umidade presente na região, forma nuvens convectivas e a chuva ocorre no período da tarde ou início da noite. A forçante mecânica (dinâmica) pode produzir convecção úmida e precipitação, independente do estado termodinâmico da atmosfera, onde o ambiente pode até mesmo estar estável, pois o mecanismo dinâmico levanta as parcelas de ar que atingem o nível de condensação (base das nuvens), formando as nuvens precipitantes, e isto pode ocorrer num curto espaço de tempo (MOTA; NOBRE, 2006).

A necessidade de melhorar a classificação dos dados meteorológicos na região amazônica é evidente, principalmente devido à escassez de informações. Então, a interpretação, avaliação e análise dos dados devem ser simplificadas, de forma a fornecer as características básicas da atmosfera. Desta maneira, é interessante pensar em um esquema que selecione uma variável importante, comum a todos os dados que serão classificados. Assim, para a Amazônia, é lógico pensar na convecção úmida como a variável para esta classificação, pois a mesma apresenta uma relação muito próxima à estrutura cinemática e termodinâmica da troposfera, como também com todas outras quantidades normalmente medidas na atmosfera.

Embora seja impraticável obter medidas diretas de convecção sobre uma determinada área ou em um certo intervalo de tempo, tais medidas podem ser obtidas indiretamente pela análise das radiossondagens. Pois, de acordo com Betts (1974) e Aspliden (1976), a estrutura termodinâmica da atmosfera pode ser determinada pela análise da variação vertical da temperatura potencial equivalente, da análise da precipitação ocorrida e do tipo de nebulosidade presente.

Estudos observacionais realizados em outras regiões do globo, sobre a importância das condições termodinâmicas do ambiente e precipitação, procuraram estabelecer um grau de dependência entre as condições termodinâmicas locais e a convecção profunda, onde a teoria da Energia Potencial Convectiva Disponível (CAPE) é considerada como a condição local; e a precipitação, como a atividade convectiva profunda. Desta maneira, foi observado que a forçante termodinâmica explica parte da precipitação ocorrida, ou seja, a taxa de precipitação varia com a mudança da Energia Potencial Convectiva Disponível (CAPE) (ZAWADZKI, 1978; ZHANG; CHOU, 1999). E, também, que as mudanças climáticas no transporte vertical de vapor d'água dependem, no mínimo, da variação da CAPE, cisalhamento do vento e umidade relativa do ambiente (YAO; DELGÊNIO, 1999). Estas conclusões complementam o conhecimento de que a convecção é controlada pelas condições da camada limite, pois a CAPE é condição necessária, mas não suficiente para formação da convecção profunda.

Rennó e Ingersoll (1996) usaram a teoria da Energia Potencial Convectiva Disponível (CAPE) para prever o empuxo da parcela, a velocidade vertical no ambiente e a área coberta por nuvens. Eles concluíram que a CAPE deve aumentar com a elevação da temperatura de superfície, e que a CAPE é um valor fundamental para qualificar as condições de quase-equilíbrio da atmosfera.

Com base em alguns trabalhos já desenvolvidos a respeito da termodinâmica da atmosfera e o papel da convecção para ocorrência de precipitação, é que foi desenvolvida esta pesquisa, verificando os aspectos da importância dos fatores termodinâmicos na variabilidade da precipitação em Caxiuanã, durante os experimentos PeChuLA e CiMeLA.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho (radiossondagens e precipitação) foram obtidos durante as campanhas dos experimentos PeChuLA (Período Chuvoso no Leste da Amazônia) e CiMeLA (Circulações de Mesoescala do Leste da Amazônia), realizadas nos períodos de 08/04/2002 a 22/04/2002, e 28/10/2003 a 15/11/2003, respectivamente. Durante as campanhas foram lançadas quatro radiossondas, sempre que possível em intervalos de aproximadamente 6 horas entre elas, nos horários de 00, 06, 12 e 18 UTC, utilizando o sistema Väisälä RS 80-15, na Estação Científica Ferreira Penna, em Caxiuanã (01°42'30''S, 051°31'45''W), que é uma reserva florestal localizada no leste do estado do Pará, no município de Melgaço, como mostra a Figura 1.

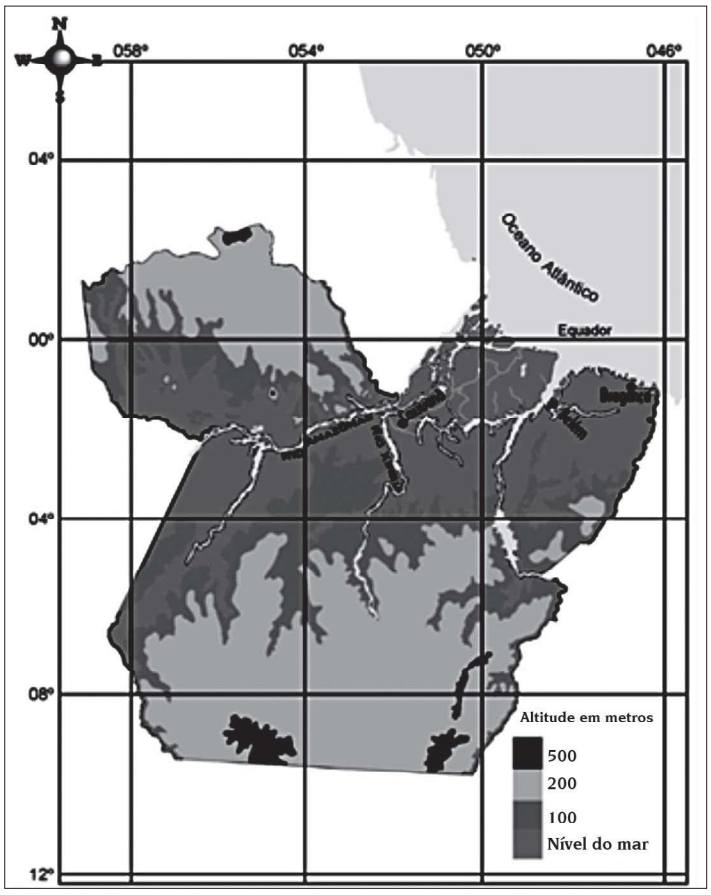


Figura 1. Mapa do estado do Pará com a localização geográfica de Bragança e Caxiuanã.

As medidas de precipitação foram obtidas através de pluviômetros instalados em torres micrometeorológicas nos referidos lugares. As medições de precipitação foram realizadas de 10 em 10 minutos e, posteriormente, de 30 em 30 minutos. A partir destes dados, foi obtida a precipitação acumulada para cada seis horas, coincidindo com os horários das sondagens. Por exemplo, a precipitação acumulada para o horário das 18 UTC [09 hora local (HL)] foi obtida somando-se a precipitação no intervalo de tempo das 09:10 HL até 15:00 HL (18 UTC), assim sucessivamente.

Para verificar o comportamento dinâmico durante os eventos mais significativos foram analisados os campos de vorticidade e vetor vento em 250 hPa da reanálise do National Centers for Environmental Prediction (NCEP), somente nos horários de 00 e 12 UTC, devido à disponibilidade dos dados.

O comportamento termodinâmico da atmosfera e classificação das sondagens foram feitas através dos parâmetros termodinâmicos: temperatura potencial (θ), temperatura potencial equivalente (θ_e) e temperatura potencial equivalente saturada (θ_{es}), utilizando as equações propostas por Betts (1974) e modificadas por Bolton (1980).

A estabilidade da atmosfera foi avaliada analisando os perfis verticais de θ, θ_e e θ_{es} , considerando que a atmosfera se encontra instável quando θ_e é maior que todas as temperaturas do perfil vertical de θ_{es}.

A área positiva do diagrama termodinâmico entre os perfis das temperaturas virtuais do ambiente e parcela é considerada a Energia Potencial Disponível para a Convecção (CAPE). Isto significa que a pseudoadiabática do deslocamento da parcela de ar está mais quente que o ambiente, ou seja, que a situação é condicionalmente instável. Então, a área entre a pseudoadiabática e a sondagem é proporcional à quantidade de energia cinética que a parcela ganha do meio ambiente. Logo, a CAPE pode ser usada para verificar as condições de instabilidade da atmosfera ou, como critério de equilíbrio da convecção, foi determinado usando a equação sugerida por Emanuel et al. (1994):

$$(1) \quad CAPE = \int_{p_n}^{p_i} \left(\alpha_p - \alpha_e\right) dp$$

Usando a lei dos gases ideais temos a seguinte equação:

$$(2) \quad CAPE = \int_{p_n}^{p_i} R_d \left(T_{\rho p} - T_{\rho a}\right) d \ln p$$

onde:

- α_p e α_e - são os volumes específicos da parcela em levantamento e seu ambiente, respectivamente;
- p_i e p_n - são as pressões no nível de origem do levantamento da parcela e no nível de flutuabilidade neutra, respectivamente;
- R_d - constante dos gases do ar seco (287.04 $Jkg^{-1}K^{-1}$)
- p - é a pressão (mb);
- T_{pp} e T_{pa} - é a temperatura da parcela e do ambiente, respectivamente.

Para definição dos regimes convectivos segundo a proposta de Betts (1974) e adaptada para Belém por Ribeiro e Mota (1994), foi feita a relação entre a diferença dos perfis verticais de (θ_e e θ_{es}) e a precipitação ocorrida. A diferença entre estes dois parâmetros (θ_e e θ_{es}) é uma medida da presença de umidade na atmosfera; então, quanto maior a distância entre os perfis, mais seca a atmosfera se encontra; normalmente ocorre entre os níveis de 700 e 600 hPa. Após a separação das sondagens, dentro dos intervalos pré-definidos foi verificada a quantidade de precipitação acumulada, ocorrida para cada horário da sondagem. Então, foram determinados os intervalos dos índices de precipitação para cada regime convectivo, como pode ser visto nas Tabelas 1-2.

Outra análise feita levou em consideração a classificação de Aspliden (1976), onde as sondagens são classificadas verificando o comportamento do perfil vertical de temperatura potencial equivalente (θ_e). Desta maneira, quanto mais quente o perfil, maior é a possibilidade de ocorrer convecção úmida profunda. Então, nesta classificação, os regimes são classificados desde convecção extremamente inibida, até convecção severamente desenvolvida.

Tabela 1. Classificação das sondagens e dias, de acordo com os regimes convectivos durante o experimento PeChuLA.

Regime Convectivo	Diferença entre (θ_e e θ_{es})	Precipitação (mm)	N° de Sondagens
I - Seco	≥18K	<0,3	12
II - Convecção Diurna	18K ≠ ≥	0,3 – 1,2	15
III - Convecção Elevada	12K -15K	1,2 – 5,0	0
IV - Distúrbio	<8K	> 5,0	2

Tabela 2. Classificação das sondagens e dias, de acordo com os regimes convectivos durante o experimento CiMeLA.

Regime Convectivo	Diferença entre θ_e e θ_{es}	Precipitação (mm)	N° de Sondagens
I - Seco	≥ 19K	<0,3	44
II - Convecção Diurna	19K - ≠ ≥	0,3 – 1,2	8
III - Convecção Elevada	15K - 14K	1,2 – 5,0	3
IV - Distúrbio	<11K	> 5,0	0

RESULTADOS

Classificação termodinâmica das sondagens para o experimento PeChuLA: em Caxiuanã foi verificado que na maioria dos horários do experimento a precipitação foi inferior a 2 mm e com curta duração, onde em aproximadamente 57% dos horários não ocorreu precipitação (Figura 2). No dia 21 de abril, às 18 UTC, ocorreu a máxima precipitação (14,4 mm), representando 24,6% da precipitação total ocorrida durante o período da campanha. Outra característica que pode ser observada é que a maioria das precipitações ocorreram no período da tarde e noite, entre 15:00 e 21:00 HL, o que caracteriza a forte atividade convectiva na região.

A classificação da estrutura termodinâmica da atmosfera para Caxiuanã durante o experimento PeChuLA é apresentada na Tabela 1. Na análise da série de 29 sondagens (Tabela 1) foi observado que 41,3% das sondagens estão classificadas no Regime Convectivo I (Seco), 51,7% no Regime Convectivo II (Convecção Diurna). Somente duas sondagens foram classificadas no Regime Convectivo IV (Distúrbio) e não houve nenhuma sondagem classificada no Regime Convectivo III (Convecção Elevada).

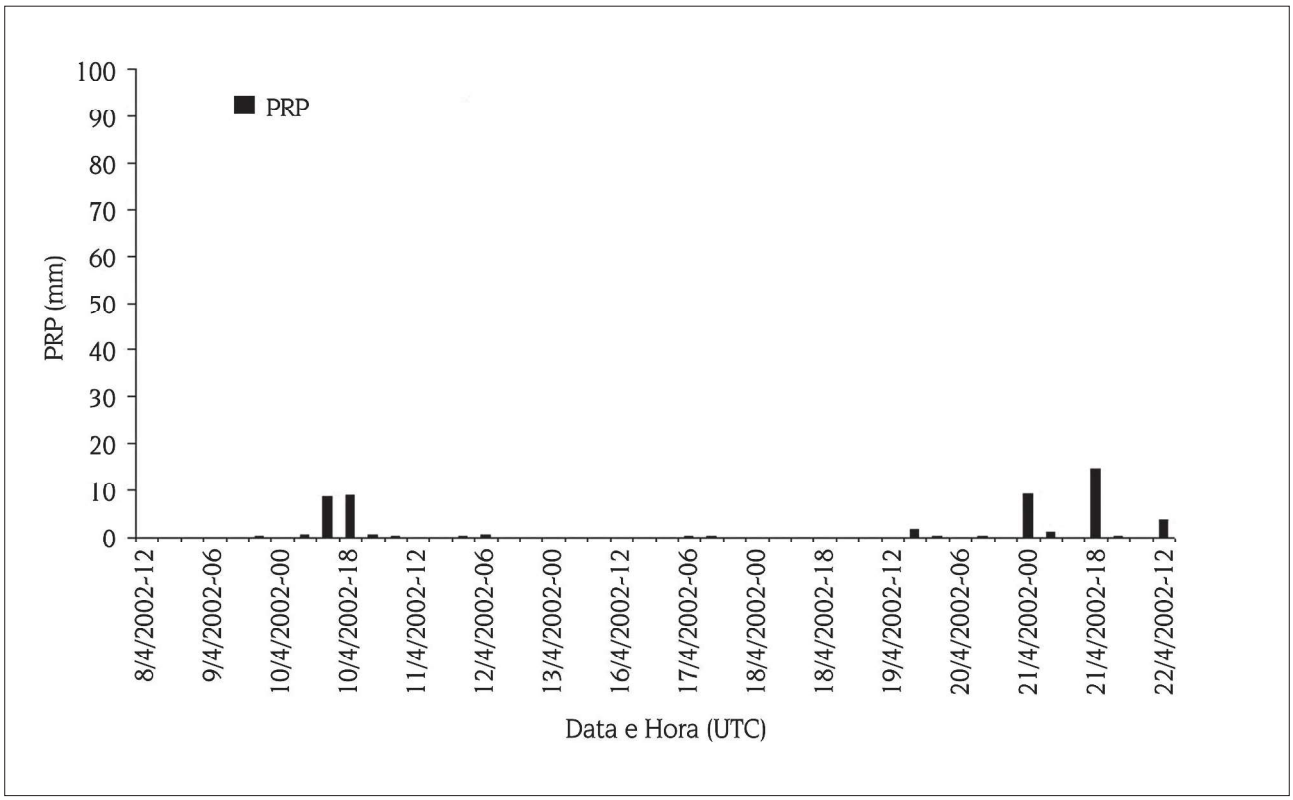


Figura 2. Variação temporal da precipitação de seis em seis horas corridas em Caxiuanã durante o experimento PeChuLA.

O perfil vertical da temperatura potencial equivalente (θ_e) e temperatura potencial equivalente saturada (θ_{es}) de Caxiuanã para o experimento PeChuLA (Figura 3) mostra que no Regime Convectivo I (Seco) as sondagens estão muito estáveis, onde as curvas de (θ_e e θ_{es}) estão muito afastadas. Para o Regime Convectivo II (Convecção Diurna), o perfil atmosférico se apresenta mais úmido que o anterior, com NCL em aproximadamente 675 hPa e NE em 250 hPa. As duas sondagens classificadas no Regime Convectivo IV (Convecção Distúrbio) apresentam as curvas de θ_e e θ_{es} muito próximas, visto que θ_e fica com valor bastante alto na situação de distúrbio. A sondagem também apresenta grande instabilidade (área positiva muito grande), com o NCL em torno de 950 hPa e NE em torno de 190 hPa.

As sondagens de Caxiuanã, classificadas nos Regimes Seco e Convecção Diurna na proposta de Betts (1974), estão qualificadas no modo I na classificação de Aspliden (1976), significando convecção extremamente desfavorecida, com possibilidade de ocorrência somente de cumulus rasos, onde o valor mínimo de θ_e foi observado entre 750 e 700 hPa. Para as sondagens classificadas no Regime Convectivo IV (Distúrbio), todo o perfil de θ_e tem valores maiores que 335 K, indicando o modo VI, segundo Aspliden (1976), ou seja, pode ocorrer convecção severa, com nebulosidade do tipo cumulonimbus na região e chuvas pesadas.

Classificação termodinâmica das sondagens para o experimento CiMeLA: a classificação das sondagens segundo a proposta de Betts (1974), posteriormente adaptada para Belém-PA por Ribeiro e Mota (1994), durante o experimento CiMeLA, é apresentada na Tabela 2. Foi observado, em Caxiuanã,

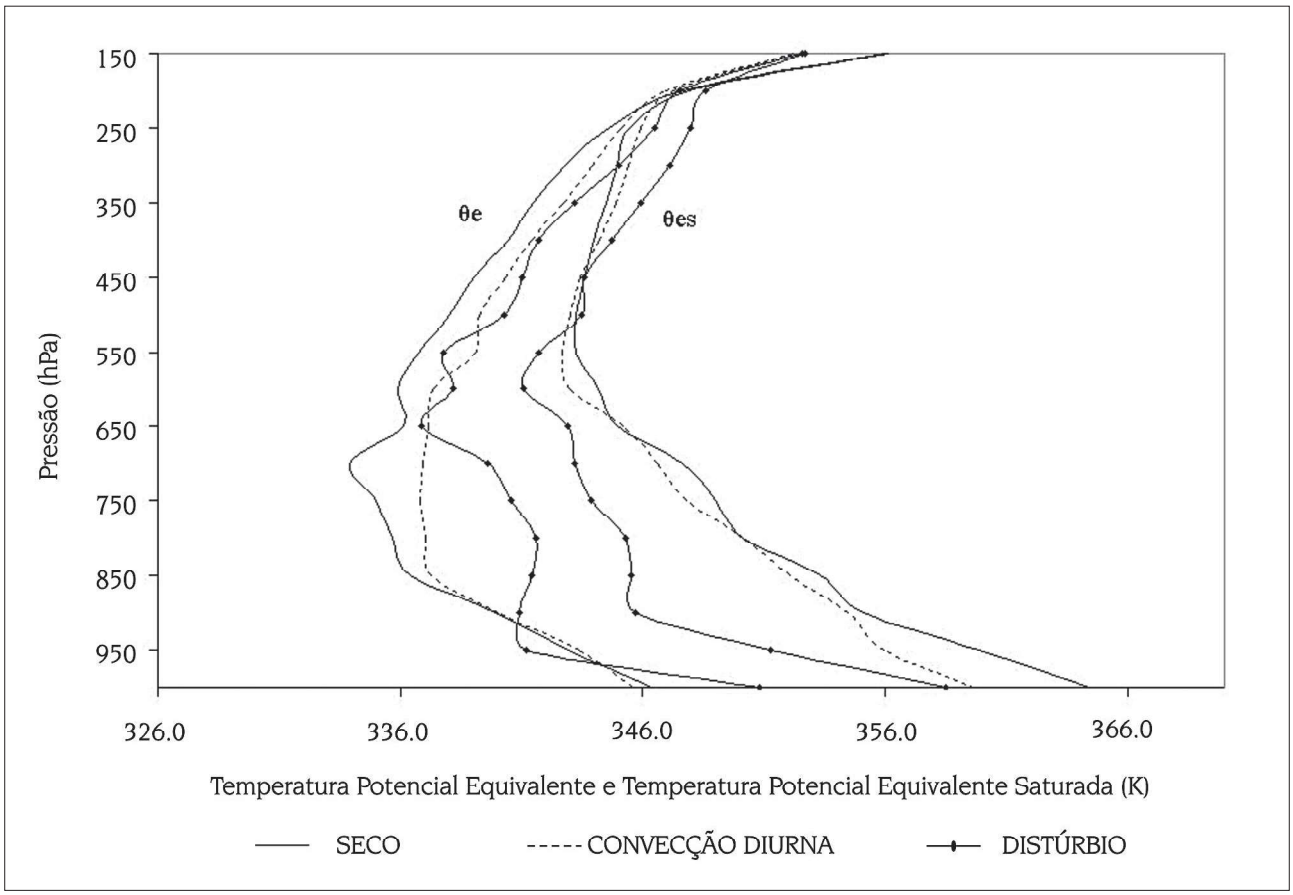


Figura 3. Perfil vertical de temperatura potencial equivalente (θ_e) e temperatura potencial equivalente saturada (θ_{es}) de Caxiuanã durante o experimento PeChuLA, para os três regimes convectivos: seco, convecção diurna e distúrbio.

que 80% das sondagens estão classificadas no Regime Convectivo I (Seco), 15% no Regime Convectivo II (Convecção Diurna), 5% no Regime Convectivo III (Convecção Elevada) e não houve nenhuma sondagem classificada no Regime Convectivo IV (Distúrbio) (Tabela 2).

O período do experimento CiMeLA foi realizado entre os meses de outubro e novembro de 2003 (estação seca), o que justifica 80% das sondagens de Caxiuanã terem sido classificadas no regime I (seco). Somente 20 % das sondagens de Caxiuanã foram classificadas em outros regimes, devido às chuvas que ocorreram na região. As precipitações ocorreram devido à presença de nuvens altostratus, resultantes de cumulonimbus presentes próximo à região do experimento; e de cumulonimbus no quadrante sudeste, conforme relato dos observadores. Assim, apenas um dia foi classificado no Regime III (Convecção Elevada), como pode ser visto na Tabela 2.

Na análise do perfil vertical da temperatura potencial equivalente e temperatura potencial equivalente saturada para Caxiuanã durante o experimento (Figura 4), pode ser observado que no Regime I (Seco) a situação é estável em praticamente todo o perfil. Na classificação de Aspliden (1976), as sondagens ficam caracterizadas no modo II, significando convecção moderadamente desfavorecida, com presença de cumulus rasos, não ocorrência de precipitação e perfil vertical de θ_e, com mínimo em 650 hPa. No regime II (Convecção Diurna),

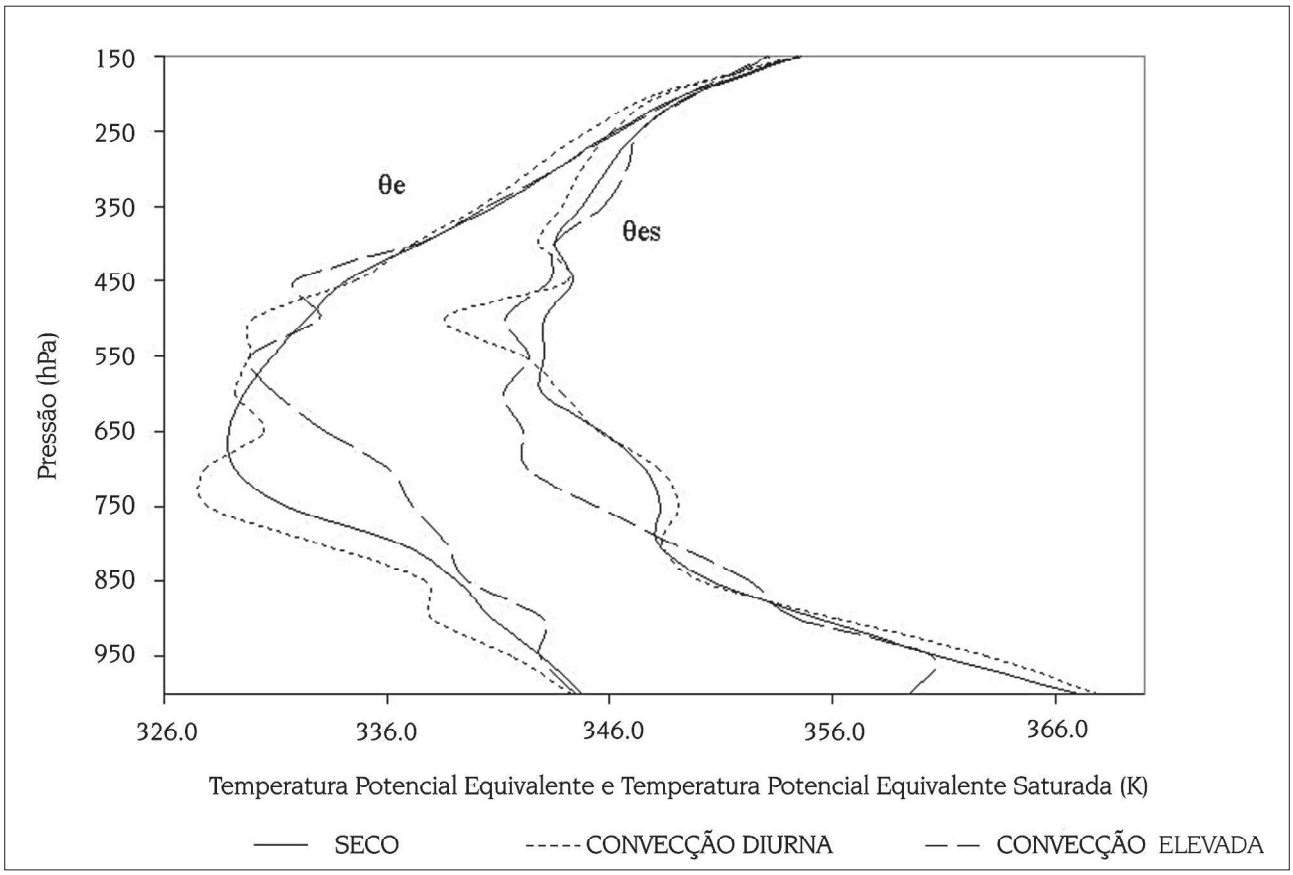


Figura 4. Perfil vertical de temperatura potencial equivalente e temperatura potencial equivalente saturada de Caxiuanã durante o experimento CiMeLA, para os três regimes convectivos: seco, convecção diurna e convecção elevada.

o perfil atmosférico apresenta pequena instabilidade a partir do NCL em, aproximadamente, 610 hPa e NE em 280 hPa. Para o Regime III (Convecção Elevada) o NCL está em torno de 730 hPa e NE em 390 hPa, com instabilidade sugerindo possibilidade de formação de nuvens convectivas e estratiformes.

Tanto as sondagens do regime II e III estão classificadas no modo IV (ASPLIDEN, 1976), ou seja, apresentando convecção ligeiramente acentuada, com nuvens cumulonimbus calvus, cumulus medíocres ou congestus, assim como chuva leve inferior a 1 mm e perfil vertical de θ_e, com mínimo entre 700 e 500 hPa.

Análise da variação da precipitação e da energia potencial disponível para convecção (CAPE) durante o experimento PeChuLA: a variação temporal da precipitação e da CAPE em Caxiuanã, durante o experimento PeChuLA, é apresentada na Figura 5, onde se observa que a CAPE diminui sempre que ocorre precipitação. Assim, nos horários após a precipitação ou no horário da precipitação, os valores da CAPE são menores que os anteriores, confirmando a hipótese de quase-equilíbrio de Arakawa-Schubert (1974). Isto é, o sistema convectivo precipitante consome a CAPE produzida pela grande escala, ou seja, quando a grande escala instabiliza o ambiente, produzindo correntes ascendentes, a convecção profunda

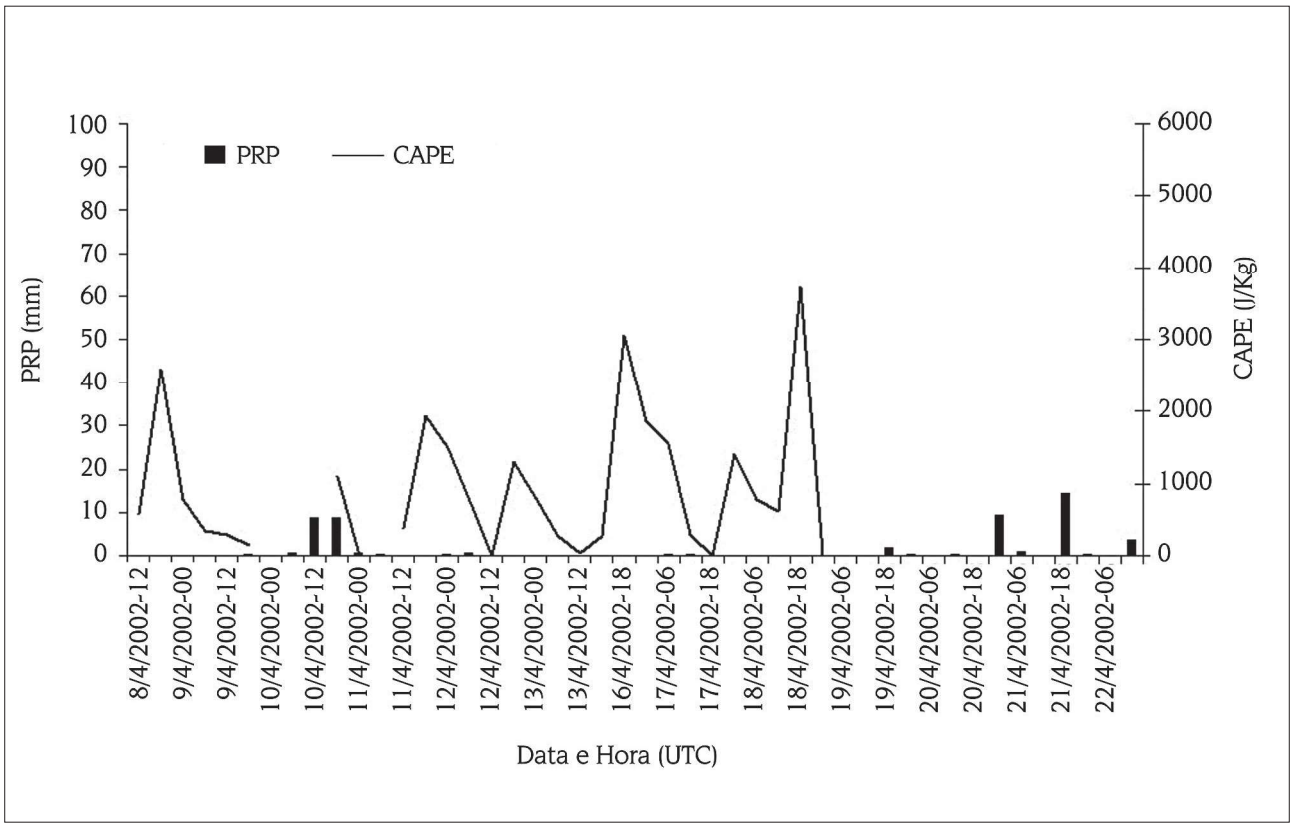


Figura 5. Variação temporal da precipitação e CAPE para Caxiuanã-PA durante o experimento PeChuLA.

durante a precipitação produz correntes descendentes, que estabilizam o ambiente, implicando em menor CAPE. Como a quantidade de CAPE presente numa atmosfera convectiva, em condições de equilíbrio estático, é uma medida da quantidade de dissipação mecânica de energia presente nesta atmosfera, uma CAPE significativa de aproximadamente 1000 J/kg é necessária para manter as circulações convectivas contra a dissipação mecânica (RENNÓ; INGERSOLL, 1996). Este quase-equilíbrio da atmosfera tem um forte acoplamento com as condições de superfície, pois em eventos convectivos a superfície perde mais energia do que ganha (MACHADO, 2000). Também se percebe que nem sempre quando existem grandes valores de CAPE ocorre precipitação, porque a CAPE é condição necessária para formação da convecção, mas não suficiente para formar convecção profunda precipitante, semelhante aos resultados encontrados por Mota e Nobre (2006) para a região de Rondônia, durante a campanha Wet-AMC do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA), em janeiro e fevereiro de 1999 (época chuvosa).

De acordo com Figura 5, observa-se que Caxiuanã apresenta valores de CAPE alta (>1000 J/kg) na maioria dos horários, com mínimo ocorrendo quase sempre às 12 UTC. Esta característica é consequência do resfriamento noturno dentro da floresta (MOTA; GALVÃO, 1996). Destacamos o dia 10 às 18 UTC, quando ocorreu a precipitação de 8,8 mm, com tempo de duração 2 horas e 40 minutos. Foi produzida por uma Linha de Instabilidade Continental (LICon), como mostram as imagens de satélite (Figura 6a-c), a qual foi

formada em uma região que apresenta grandes contrastes entre vegetação e topografia (BRAGA; COHEN, 2004b).

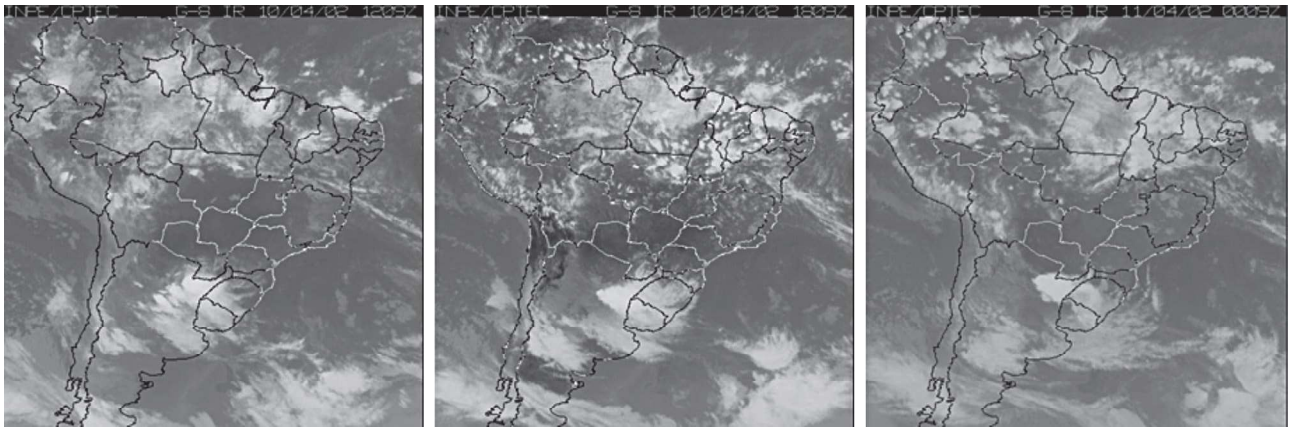
Analisando a sequência desse evento, observa-se que, no dia 10, às 12 UTC, quando a linha de instabilidade ainda estava se formando, o vetor vento em altos níveis estava fraco (Figura 7a) e a vorticidade estava negativa (ciclônica) (Figura 7b) próximo de Caxiuanã. No horário das 18 UTC, quando a linha de instabilidade estava configurada (Figura 6b), o valor da CAPE em Caxiuanã foi de 1111,18 J/kg, que é considerada suficiente para formação de convecção profunda. Entretanto, no horário das 00 UTC, do dia 11/04/02, foi verificado que o vetor vento estava mais intenso, apresentando difluência em altos níveis e com valores de vorticidade positiva (anticiclônica), em Caxiuanã (Figura 7 c-d). Após a passagem da linha de instabilidade foi observada a redução do valor da CAPE para zero, neste horário (Figura 5).

Para o dia 21/04/02, podemos observar, através da Figura 8a-c, o processo de desenvolvimento de uma linha de instabilidade costeira que se propagou como uma linha de instabilidade com propagação do tipo 2 (LIP2) (BRAGA; COHEN, 2004 a). Na Figura 8a, pode-se verificar a formação da linha de instabilidade, o vetor vento em altos níveis estava de nordeste, e a vorticidade estava igual a zero (Figura 9a-b). Em Caxiuanã, às 18 UTC, quando a linha de instabilidade costeira estava bem configurada (Figura 8b), a precipitação foi de 14,4 mm e teve duração de uma hora. No dia 22/04/02, às 00 UTC foi verificado que o vetor vento permaneceu de nordeste, porém, mais intenso, e os valores da vorticidade ficaram positivos (anticiclônicas) em Caxiuanã, após a passagem da linha de instabilidade Figuras 8c; 9c-d.

Análise da variação da precipitação e da energia potencial disponível para convecção (CAPE) durante o experimento CiMeLA: analisando a variação da precipitação e CAPE em Caxiuanã, durante o experimento CiMeLA, foi observado que a CAPE apresentou um ciclo diurno bem definido (Figura 10), com a CAPE aumentando durante o dia, com máximo entre 18 e 21 UTC, e diminuindo no período noturno. Resultados semelhantes foram encontrados durante a época seca para Rondônia, por Mota, Rocha e Nunes (1994), quando analisaram os dados da campanha do Rondônia Boundary Layer Experiment (RBLE).

No dia 2, às 18 UTC, ocorreu o valor máximo da CAPE de 5421,03 J/kg. Apesar de ter sido um valor muito alto, este não foi o suficiente para formação de convecção. No dia 2, às 06 UTC, ocorreu a precipitação de 0,6 mm, ocorrendo neste horário a redução do valor da CAPE para 286,40 J/kg, similar às outras ocorrências de precipitações.

Nos horários que antecederam a precipitação de 1,8 mm, do dia 4, às 06 UTC, observa-se que os valores da CAPE estão acima de 3000 J/kg, que são suficientes para sustentar a convecção profunda (cumulonimbus). Segundo relato dos observadores que estiveram fazendo o lançamento das radiossondas, havia presença de nuvens altostratus no local, resultantes de cumulonimbus presentes às proximidades da região do experimento, e cumulonimbus no quadrante sudeste. Nos outros horários, mesmo com valores altos de CAPE, foi verificado que a forçante termodinâmica não foi suficiente para formação da convecção profunda (cumulus precipitantes), pois a região estava sob a forte influência da Alta Semipermanente do Atlântico. Sendo observada na área de estudo a ausência de nebulosidade; e através do vetor vento, a atuação de circulação anticiclônica sobre a região (Figura 11a-c).



a) 10/04/02 -12 UTC b) 10/04/02 -18 UTC c) 11/04/02 -00 UTC

Figura 6a-c. Imagens do satélite geoestacionário GOES-8, no canal do infravermelho, com realce para o dia 10/04/2002, às 12 UTC (a) e 18 UTC (b); e dia 11/04/2002, às 00 UTC (c).

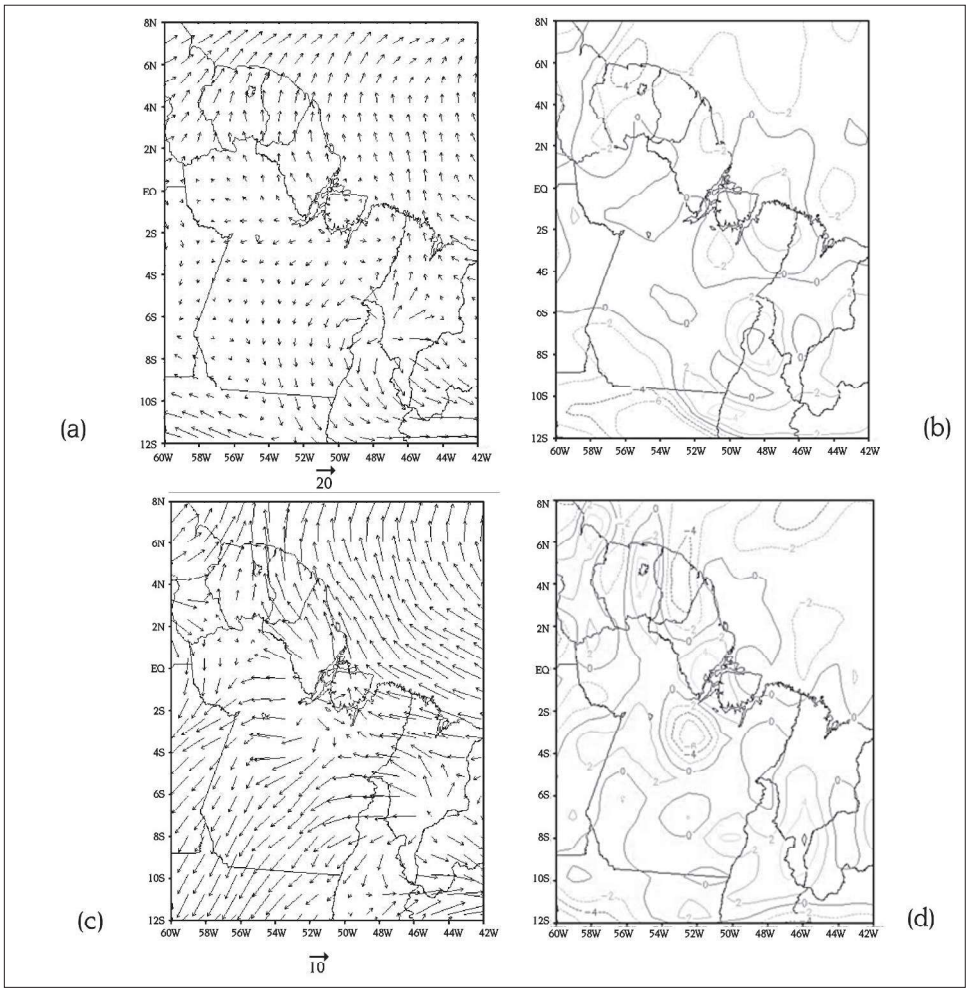


Figura 7a-d. Vetor vento em 250 hPa e vorticidade em 250 hPa da reanálise do NCEP às 12 UTC para o dia 10/04/2002 (a-b) e vetor vento em 250 hPa e vorticidade em 250 hPa da reanálise do NCEP às 00 UTC (c-d) para o dia 11/04/2002.

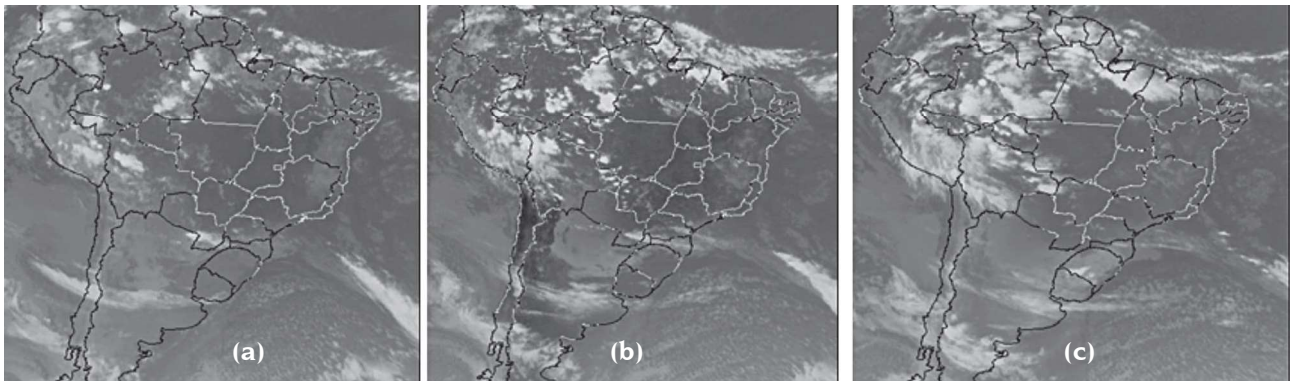


Figura 8a-c. Imagens do satélite geoestacionário GOES-8, no canal do infravermelho, com realce para o dia 21/04/2002, às 12 UTC (a) e 18 UTC (b); e dia 22/04/2002, às 00 UTC (c).

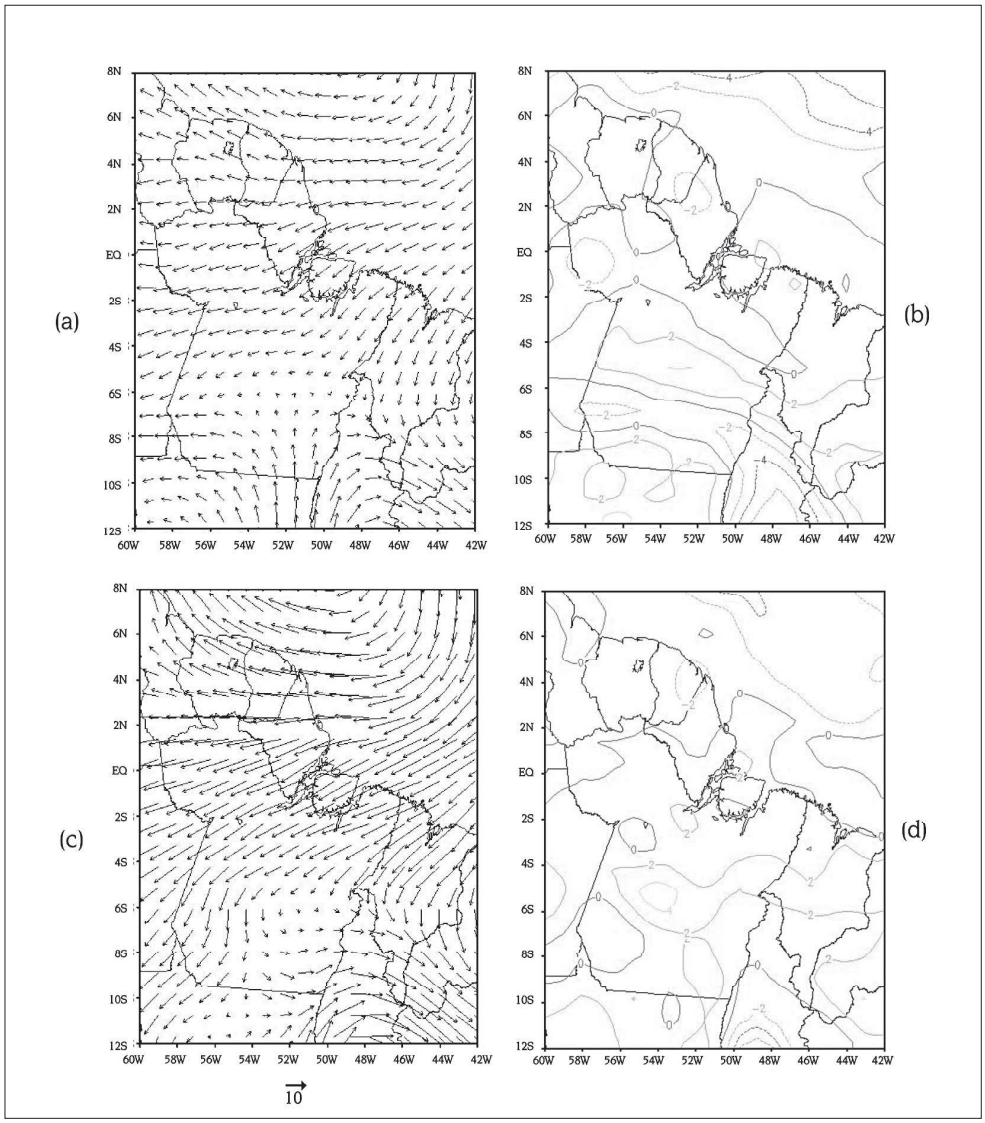


Figura 9a-d. Vetor vento em 250 hPa e vorticidade em 250 hPa da reanálise do NCEP, às 12 UTC (a-b), para o dia 21/04/2002, e vetor vento em 250 hPa e vorticidade em 250 hPa da reanálise do NCEP às 00 UTC (c-d), para o dia 22/04/2002.

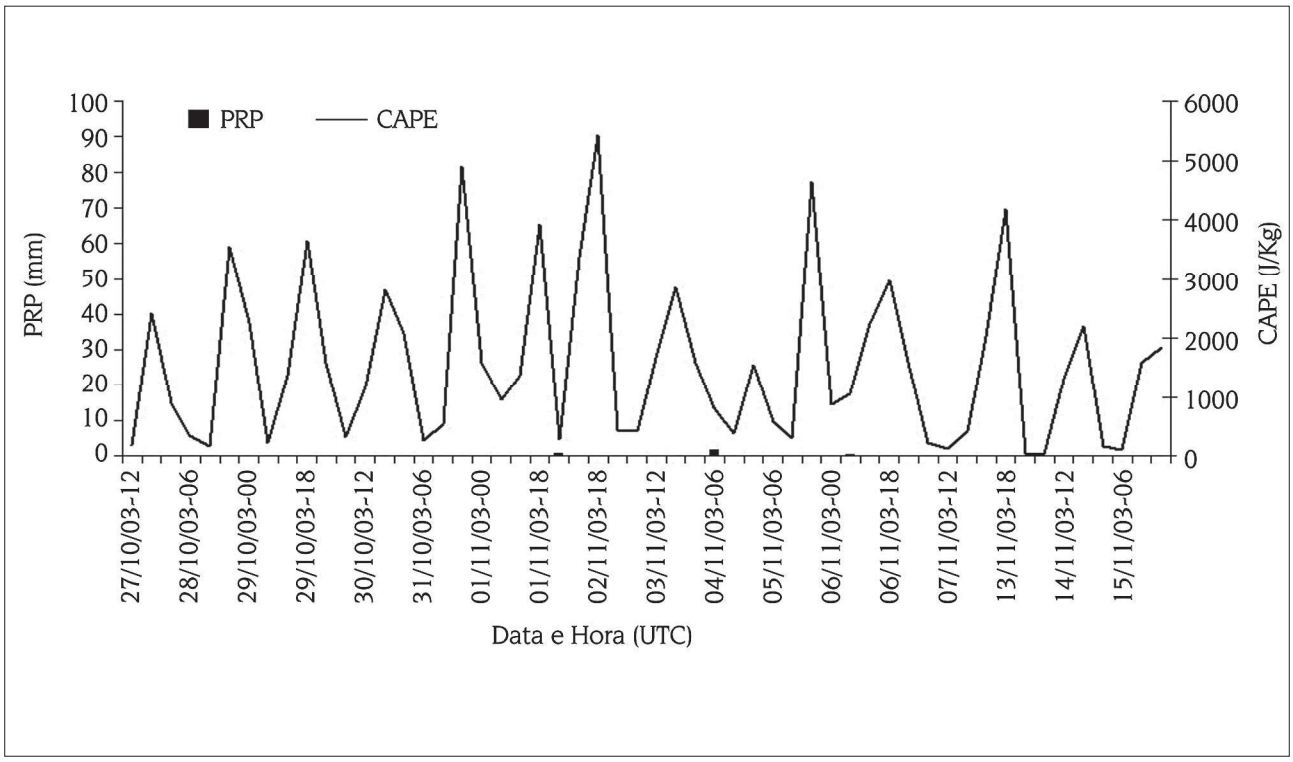


Figura 10. Variação temporal da precipitação e CAPE para Caxiuanã-PA durante o experimento CiMeLA.

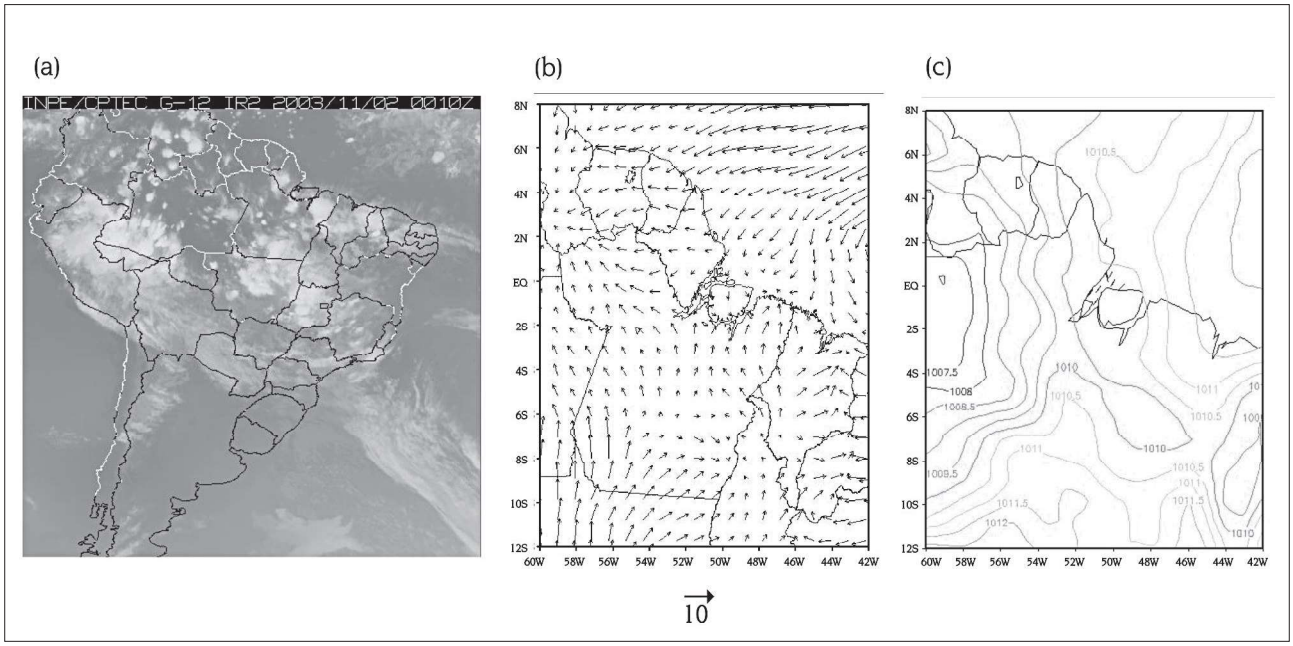


Figura 11a-c. a) Imagem de satélite para o dia 02/11/2003 às 00UTC; b) vetor vento em 1000 hPa; c) pressão ao nível médio do mar da reanálise do NCEP para o dia 02/11/2003 às 00UTC.

CONCLUSÃO

Procurando verificar a importância das condições termodinâmicos na variabilidade da precipitação em Caxiuanã, foram utilizados neste trabalho os dados de precipitação e radiossondagem obtidos durante as campanhas dos experimentos PeChuLA e CiMeLA, realizados nos períodos de 08/04/02 a 22/04/02 e 28/10/03 a 15/11/03, respectivamente. A análise dos dados mostrou que no experimento PeChuLA a precipitação, na maioria dos horários, foi inferior a 5 mm, enquanto que no experimento CiMeLA foi menor que 2 mm. Grande parte destas precipitações ocorreram no período da tarde e noite, entre 15 e 21 HL, o que caracteriza a forte atividade convectiva na região leste da Amazônia.

Em Caxiuanã, durante o experimento PeChuLA, 41,3% das sondagens foram classificadas no regime convectivo I (Seco); 51,7 % das sondagens do experimento foram classificadas no regime convectivo II (Convecção Diurna) e não houve nenhuma sondagem classificada no regime convectivo III (Convecção Elevada). Finalmente, apenas 6,9% das sondagens foram classificadas no regime convectivo IV (Distúrbio).

Na classificação de Aspliden (1976), as sondagens estão nos modos I e VI, significando que, em média, a atmosfera variou de uma situação com convecção extremamente desfavorecida, com possibilidade de ocorrência somente de cumulus raso e ausência de precipitação, para outra situação com convecção severa, cumulonimbus e chuvas pesadas.

Durante o experimento CiMeLA, realizado entre os meses de outubro e novembro de 2003 (estação seca), foi observado que 80% das sondagens em Caxiuanã foram classificadas no regime convectivo I (Seco), a atmosfera muito estável, com convecção extremamente desfavorecida, e presença somente de cumulus rasos e sem precipitação. Apenas 20 % das sondagens de Caxiuanã foram classificadas em outros regimes, devido às chuvas que ocorreram na região de nuvens altostratus, resultantes de cumulonimbus e de cumulonimbus propriamente, conforme relato dos observadores durante o experimento.

Foi verificado durante as campanhas dos experimentos que o valor da CAPE diminui sempre que ocorre precipitação. Assim, nos horários após a precipitação ou no horário da precipitação os valores da CAPE são menores que os anteriores, isto é, o sistema convectivo precipitante consome a CAPE produzida pela grande escala, ou seja, quando a grande escala instabiliza o ambiente, produzindo correntes ascendentes. A convecção profunda durante a precipitação produz correntes descendentes que estabilizam o ambiente, o que implica em menor CAPE. Os fatores termodinâmicos não necessariamente iniciaram a precipitação, pois se percebe que nem sempre quando existem altos valores de CAPE, ocorre precipitação, até porque a CAPE é condição necessária para formação da convecção, mas não suficiente para formar convecção profunda precipitante. Outro caso acontece quando, apesar dos grandes valores de CAPE, a precipitação ocorrida foi pequena.

As fortes chuvas ocorridas durante o experimento PeChuLA não foram devidas exclusivamente a fatores termodinâmicos, e sim pela interação entre as duas forçantes (termodinâmica e dinâmica). A influência das forçantes dinâmicas de mesoescala (brisas e LI) foram determinantes para ocorrência de precipitações maiores que 5 mm no sítio, pois apesar da CAPE ter tido valores maiores que 1000 J/kg, não foi suficiente para sustentar a convecção úmida profunda.

Durante o experimento CiMeLA a CAPE apresentou um ciclo diurno bem definido, com valores de até 5420 J/kg no período da tarde, em Caxiuanã. Embora os valores da CAPE tenham sido adequados para sustentar a convecção profunda moderada, e algumas vezes ser adequada para sustentar a convecção profunda forte, não foi suficiente para gerar a precipitação. A justificativa para esta situação é de que a forçante dinâmica, com correntes descendentes (Alta Semipermanente do Atlântico), teve forte atuação na região leste da Amazônia, inibindo a formação de nuvens precipitantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os membros do experimento PeChuLA (Período Chuvoso no Leste da Amazônia) e experimento CiMeLA (Circulações de Mesoescala do Leste a Amazônia), pela coleta dos dados utilizados nesta pesquisa; ao CNPq, pelo financiamento do projeto PRONEX-FUNTEC - Estudos de ambiente fluvial na Amazônia oriental: implicações hidrogeoquímicas, climáticas e de fisiologia vegetal, UFPA/MPEG/EMBRAPA/USP/INPE/UFSM e ao IBAMA, que proporcionaram todas as facilidades para o bom andamento da coleta de dados na Flona Caxiuanã e a concessão da bolsa de iniciação científica pelo PIBIC/CNPq para a primeira autora durante o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARAKAWA, A.; SCHUBERT, W. H. Interaction of a cumulus cloud ensemble with the large-scale environment, part I. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 31, n. 3, p. 674- 701, 1974.

ASPLIDEN, C.I. A classification of the structure of the tropical atmosphere and related energy fluxes. **Journal of Applied Meteorology**, v. 15, p. 692-697, 1976.

BETTS, A.K. Thermodynamic classification of tropical convective sounding. **Monthly Weather Review**, v. 108, n. 1, p. 760-764, 1974.

BOLTON, D. The computation of equivalent potential temperature. **Monthly Weather Review**, v. 108, p. 1046 – 1053, 1980.

BRAGA, R. H. M.; COHEN, J. C. P. Estudo termodinâmico de casos de linhas de instabilidade no Leste da Amazônia. Caso 1: Linha de instabilidade marítima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais**... Fortaleza-CE, 2004b. 1 CD-ROM.

BRAGA, R. H. M.; COHEN, J. C. P. Estudo termodinâmico de casos de linhas de instabilidade no leste da amazônia. Caso 2: Linha de instabilidade continental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais**... Fortaleza-CE, 2004a. 1 CD-ROM.

COHEN, J.C.P. **Um estudo observacional de linhas de instabilidades na Amazônia**. 1989. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - INPE, São José dos Campos, maio de 1989. (INPE-4865 TDL/376).

COHEN, J.C.P; SILVA DIAS, M.A.; NOBRE, C. Aspectos climatológicos das linhas de instabilidade na Amazônia. **Climanálise-Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 4, n. 11, p. 34-41, 1989.

COHEN, J.C.P; SILVA DIAS, M.A.; NOBRE, C. Environmental Conditions Associated with Amazonian Squall Lines: A Case Study. **American Meteorological Society,** v. 123, n. 11, p. 3129-3143, 1995.

EMANUEL, K. A.; NEELIN, J. D.; BRETHERTON, C. S. On large-scale circulations in convecting atmospheres. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society,** v. 120, n. 519, p. 1111-1143, 1994.

MACHADO, L. A. T. The Amazon energy budget using the ABLE – 2b and FluAmazon data. **Journal of Atmospheric Sciences**. v. 57, n. 18, p. 3131-3144, 2000.

FIGUEROA, S.N.; NOBRE, C. Precipitations distribution over central and western tropical South America. **Climanálise-Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 5, n. 6, p. 36-48, 1990.

HADLEY, G. Concerning the cause of the general trade-winds. **Phil. Trans**., v. 29, p. 58-62, 1735.

LUDLAM, F. H. Cumulus and cumulonimbus convection. **Tellus**, v. 18, p. 687 – 698, 1966.

MOLION, L. C. B. Climatologia dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 2, p. 107 – 117, 1987.

MOTA, M. A. S**.;** ROCHA, E. J. P.; NUNES, H. S. M. Evolução termodinâmica da atmosfera de uma situação perturbada associada a um sistema frontal durante o RBLE- 2. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA, 2., 1994, Belo Horizonte. **Anais**... Rio de Janeiro: ABMET, 1994. v. 2, p. 230-275.

MOTA, M.A. S.; GALVÃO J. A. C. Análise da estrutura termodinâmica da atmosfera durante o RBLE – 3: comparação pasto x floresta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9. **Anais**... Campos do Jordão, 1996. p. 1136-1138.

MOTA, M. A. S.; NOBRE C. Relação da variabilidade da energia potencial convectiva disponível (CAPE) com a precipitação e a alta da Bolívia durante a campanha "Wet – AMC/LBA". **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 3b,p. 132-143, 2006.

RENNÓ, N. O.; INGERSOLL, A. P. Natural convection as a heat engine: a theory for CAPE. **J. Atmos. Sci**., v. 53, 1996, p. 572-585, 1996.

RIBEIRO, J. B. M.; MOTA, M. A. S. Classificação termodinâmica para atmosfera de Belém – PA para o ano de 1987. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA, 2.,1994, Belo Horizonte. **Anais**... Rio de Janeiro, ABMET, 1994, v. 2, p. 272 – 275.

RIEHL, H. **Tropical meteorology** . McGraw-Hill, New York. 1954.

YAO, M-S.; DEL GENIO, A. D. Effects of cloud parameterization on the simulation of climate changes in the GISS GCM. **Journal of Climate**, v. 12, p. 761-779, 1999.

ZAWADZKI, I.; RO, C.U. Correlations between maximum rate of precipitation and mesoscale parameters. **Journal Applied of Meteorology**, v. 17, p. 1327-1334, 1978.

ZHANG, C.; CHOU, M-D. Variability of water vapor, infrared radiative cooling, and atmospheric instability for deep convection in the equatorial western Pacific**. Journal Atmospheric Sciences**, v. 56, p. 711- 723, 1999.

A BIOGEOQUÍMICA DAS ÁGUAS DE CAXIUANÃ

Daniel Marcos Bentes de Melo
Alex Vladimir Krusche
Maridalva Mendes Ribeiro
Ayamy da Costa Migiyama
Maria Emília da Cruz Sales
José Francisco Berrêdo
Christiene Rafaela Lucas de Matos

INTRODUÇÃO

As pesquisas quanto à biogeoquímica dos ambientes aquáticos amazônicos iniciaram-se a partir de 1896, com os estudos de Friedrich Katzer (1861-1925) sobre a química das águas (SIOLI, 2006), e Joseph Reindl, que estudou a natureza dos rios de água preta, com base na comparação da composição química entre o curso principal do rio Amazonas e o do rio Negro, cujo trabalho foi publicado em 1903 (MCCLAIN; ELSENBEER, 2001).

Esses estudos não tiveram continuidade por um longo período, sendo retomados apenas em 1940, com a chegada de Harald Sioli (1910-2004) à Amazônia, o qual desenvolveu uma série de estudos em convênio com o Museu Paraense Emílio Goeldi, o Instituto Agronômico do Norte (atual Embrapa) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, que culminaram em mais de 150 publicações (livros e artigos científicos), dos quais se destacam as dos anos de 1950 e 1957, pelo pioneirismo na classificação dos corpos d'água amazônicos.

Devido às limitações dessa classificação, baseada na coloração das águas, houve críticas e formulações de novas classificações embasadas em critérios geoquímicos mais específicos, como as propostas por Gibbs (1970) e por Stallard e Edmond (1983).

Ao longo das décadas, os estudos objetivaram, inicialmente, a compreensão da estrutura ecológica de comunidades lacustres e fluviais, e sua relação com as características geológicas locais e, posteriormente, a descoberta de mecanismos de controle da biogeoquímica aquática, pelo estudo das demais etapas e estoques do ciclo hidrológico (precipitação, escoamento superficial e água subterrânea) e suas relações com a comunidade florestal (escoamento pelo tronco e plúvio-lixiviado) (MCCLAIN; ELSENBEER, 2001).

As pesquisas sobre os ciclos biogeoquímicos de carbono, nitrogênio e fósforo foram implementadas de modo mais sistemático a partir da década de 1980, pela criação do projeto CAMREX (Carbon in the Amazon River Experiment), cuja área de estudo abrangeu um setor de 1.800 km do rio Amazonas, incluindo os principais tributários e corpos d'água da planície de inundação, com a realização de 13 expedições durante os anos de 1982 a 1991, o que originou diversas publicações, como os trabalhos de Hedges et al. (1986), Mayorga et al. (2005), Richey (1982) e Richey et al. (1990, 2002)[1].

[1] Para um estudo mais aprofundado em relação à ecologia e biogeoquímica dos ambientes aquáticos amazônicos, recomendam-se os livros clássicos de Sioli (1984 – The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin), Junk (1997 – The central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system), McClain, Victoria e Richey (2001 – The biogeochemistry of the Amazon Basin) e Keller et al. (2009 – Amazonia and global change).

Na região de Caxiuanã, desde 1993, ano de inauguração da Estação Científica Ferreira Penna, são realizadas pesquisas nas áreas de ciências sociais, climatologia, geologia, botânica, zoologia, ecologia de ecossistemas, ecologia vegetal e animal. Atualmente, a estação é área de estudo de três programas de grande escala: TEAM (Tropical Ecology Assessment and Monitoring) e LBA (Programa de Grande Escala na Biosfera-Atmosfera na Amazônia), baseados na temática de pesquisas ecológicas de longa duração; e PPBio (Programa de Pesquisas em Biodiversidade), que tem como um dos objetivos fornecer informações que propiciem o uso sustentável da biodiversidade brasileira.

Este trabalho é fruto dos primeiros anos de estudo sobre a biogeoquímica aquática em Caxiuanã, que se iniciaram em 2006, com a participação de pesquisadores do Museu Goeldi na rede integrada de amostragem na Amazônia (Rede Beija-Rio), elaborada a partir dos projetos "O papel dos sistemas fluviais amazônicos no balanço regional e global de carbono: evasão de CO_2 e interações entre os ambientes terrestres e aquáticos" e "The role of rivers on the regional carbon cycle", ambos financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo CNPq e pelo Programa LBA.

Neste artigo, primeiramente é feita uma revisão dos estudos de geologia e biogeoquímica terrestre já publicados para a região de Caxiuanã e, em seguida, são apresentados e discutidos os dados de química dos íons maiores e de biogeoquímica dos compostos orgânicos de carbono.

GEOLOGIA E AMBIENTE AQUÁTICO

A região de Caxiuanã encontra-se situada no compartimento morfotectônico Gurupá, da calha do rio Amazonas, limitando-se a leste com o compartimento Marajoara, e a oeste com o Baixo-Tapajós (COSTA et al., 2002). Esta bacia hidrográfica localiza-se entre os rios Xingu e Tocantins, possuindo conexão direta com o rio Pará, a partir do rio Anapu, corpo d'água onde se localiza a baía de Caxiuanã, e apresenta como tributários os rios Caxiuanã e Curuá.

Os terrenos de Caxiuanã desenvolveram-se sobre sedimentos cretáceos da Formação Alter do Chão, e no entorno da baía estão expostos na sua margem esquerda e no rio Caxiuanã, ocorrendo geralmente em relevos mais altos, onde se desenvolveram Lateritos Maturos, truncados pela erosão; e Lateritos Imaturos, representados pelos Latossolos Amarelos (COSTA et al., 2002).

Os sedimentos da Formação Barreiras (regiões central e sul) ocorrem em áreas de relevo mais baixo, manifestando-se em Lateritos Imaturos de perfis maturos truncados, que foram posteriormente laterizados; e os sedimentos recentes apresentam-se em áreas alagadas, periódica ou permanentemente, com acúmulo de material argiloso e matéria orgânica (COSTA et al., 1997).

Em função da região situar-se na bacia hidrográfica do rio Amazonas, a jusante de Óbidos, as mudanças no nível do rio são influenciadas pelo regime de marés, onde é possível observar oscilações anuais de 17-21 cm entre baixamar e preamar, e de 33 cm em regimes de intermarés (sizígia e quadratura), embora não sejam verificadas modificações hidrogeoquímicas significativas, conforme destacam Hida et al. (1997). Desta forma, as dinâmicas hidrológicas são determinadas pela sazonalidade da chuva e pelo regime de marés, não sendo observadas grandes variações no nível d'água entre os períodos secos e chuvosos, porém, com oscilações diárias significativas, conferindo grande dispersão aos dados da hidrógrafa.

Costa et al. (2002) e Behling e Costa (2000) comentam sobre as atividades neotectônicas ocorridas na região durante o Pleistoceno Superior-Holoceno (Quaternário), que, associadas à transgressão do oceano Atlântico

na última oscilação de Wisconsin, modificaram a geomorfologia e a hidrodinâmica do rio Anapu e tributários, promovendo o bloqueamento da drenagem dos rios. Estas alterações promoveram o surgimento da baía de Caxiuanã, a partir do alagamento permanente da planície de inundação do paleo-Anapu, e a mudança na química dos rios da região, pela perda de velocidade de corrente, gerando um processo contínuo de deposição de sedimentos.

Como consequência, o rio Curuá e a baía de Caxiuanã caracterizam-se pela ausência ou pouca presença de material em suspensão, exceto pela presença de matéria orgânica algal e espículas de cauixi, apresentando água límpida e transparente, com variação em sua coloração de negra a esverdeada, dada a elevada concentração de compostos húmicos e algas, conforme destacam Costa et al. (2002).

BIOGEOQUÍMICA TERRESTRE

Classificada como floresta ombrófila densa, a cobertura vegetal em Caxiuanã é bem diversificada, apresentando principalmente áreas de floresta de terra firme, floresta de inundação (várzea e igapó), vegetação savanoide (campo hidromórfico), vegetação secundária (capoeira) e vegetação residual em sítios de pomares (LISBOA; FERRAZ, 1999).

A floresta densa de terra firme é o ambiente mais extenso, ocupando cerca de 85% da área, com área basal maior que $20 m^2.ha^{-1}$ (DAP >10 cm), e cujas espécies mais abundantes inventariadas por Lisboa, Silva e Almeida (1997) foram *Rinorea guianensis*, *Tetragastris panamensis*, *Lecythis idatimon* e *Eschweilera coriacea*.

As florestas de inundação ocupam 10% da região e são caracterizadas por estarem expostas à alagação, em função das oscilações do nível do rio, apresentando solos hidromórficos e quimicamente pobres em nutrientes, e vegetação com biomassa inferior à de floresta de terra firme, caracterizadas pelas espécies *Euterpe oleracea*, *Pachyra aquatica*, *Goupia glabra* e *Caryocar microcarpum* (LISBOA et al., 1997).

Segundo Ferreira et al. (1997), as florestas de inundação podem ser diferenciadas em dois grandes habitats:

- Floresta de igapó: constantemente alagada pelos rios de água preta, encontrados principalmente na região do rio Negro e da planície sedimentar amazônica;
- Floresta de várzea: periodicamente alagada, em função do fluxo de marés e da flutuação do nível dos rios. Entretanto, não são encontradas várzeas típicas (como definidas por SIOLI, 1984), uma vez que os rios locais apresentam baixo teor de nutrientes e sedimentos, características que as diferem das várzeas do rio Amazonas.

Os estudos quanto à biogeoquímica terrestre na região de Caxiuanã foram, até o momento, discutidos por Andreae et al. (2002), Costa et al. (2009), Oliveira et al. (2008a,b) e Silva et al. (2009a,b) no âmbito do programa LBA, com base na identificação de três principais focos: (i) fluxos de energia, água e carbono entre biosfera e atmosfera; (ii) alterações dos fluxos citados ocasionadas pela intervenção humana na paisagem e (iii) possíveis consequências da variabilidade no clima a longo prazo e das mudanças climáticas no funcionamento dos sistemas biológico e físico regional, e nos extremos climáticos (LBA, 2011).

Nos ecossistemas aquáticos, as formas de entrada de carbono podem ser classificadas como autóctone (via produção primária de organismos vegetais aquáticos – ex: macrófitas e fitoplâncton) e alóctone (oriundo de fontes externas – ex: ecossistemas ribeirinhos e terrestres integrantes da bacia hidrográfica) (ESTEVES, 1988; ALLAN; CASTILLO, 2007). O aporte alóctone é composto das seguintes vias de entrada (DEVOL; HEDGES, 2001; MCCLAIN; ELSENBEER, 2001; WARD, 1989):

- Aporte direto sobre o corpo aquático (queda de serapilheira, precipitação, plúvio-lixiviado e erosão das margens);
- Fluxos laterais e subsuperficiais;
- Fluxos subterrâneos (afloramento).

Os detritos vegetais oriundos de ecossistemas terrestres são considerados as principais fontes de carbono para o ecossistema aquático, já que a manutenção do metabolismo da comunidade detritívora, na qual comumente são observados balanços negativos entre respiração e fotossíntese, depende do aporte contínuo da matéria orgânica terrestre (MAROTTA, 2006; MCCLAIN; ELSENBEER, 2001). Neste caso, as folhas são o componente de maior importância da serapilheira, em função da alta qualidade nutricional e elevada produção (WARING; SCHLESINGER, 1985). Para a região de Caxiuanã, esta fração representa mais de 68% do total de serapilheira ($Prod_{Total}$ = 555 $kg.ha^{-1}.mes^{-1}$), cuja produção está associada ao estresse hídrico (r = –0,5), com máximas durante os meses de junho, julho e agosto (> 500 $Kg.ha^{-1}$) (COSTA et al., 2009) (Figura 1a-c).

De acordo com Costa et al. (2009), a comunidade florestal da região apresentou densidade de 532 $ind.ha^{-1}$ (DAP > 10 cm), para o período agosto de 2005 a julho de 2006, havendo oscilação sazonal no incremento mensal da biomassa (H" –10 a +10%), em consequência de intensa estiagem ocorrida durante os primeiros meses de estudo (Figura 1). Este decremento de biomassa (–10%) pode ter como resultado a maior disponibilidade de matéria orgânica para o meio hídrico, caso este material alcance uma de suas vias de entrada.

Quanto ao incremento na biomassa (+10%), a partir da atividade fotossintética da comunidade vegetal, verificados durante o período de insolação, Silva et al. (2009a) verificaram fluxos de CO_2 negativos para todos os meses do ano, indicando que a região atuaria como um sorvedouro de CO_2, tanto no período seco, quanto no período chuvoso, sendo os meses de transição seco-chuvoso com menor absorção (valores mais próximos a zero), coincidindo com o período de maior deposição foliar observado por Costa et al. (2009).

Portanto, observam-se estreitas relações entre o decaimento de material vegetal, a atividade fotossintética e o padrão da precipitação na região de Caxiuanã, com maior produção de serapilheira durante os meses mais secos, bem como decremento de biomassa florestal em períodos de estiagem mais severa. A sazonalidade destes processos terrestres podem eventualmente afetar a biogeoquímica dos ambientes aquáticos, a partir de alterações nas concentrações e na qualidade de compostos que adentram os mesmos, oriundos pelas vias de transporte hidrológicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

As campanhas amostrais foram realizadas em 2006, durante os meses de janeiro a julho, com periodicidade mensal. Foram definidos, em função de suas características distintas, três pontos amostrais ao longo do rio Curuá (RCu1, RCu2 e RCu3, Figura 2) e um na baía de Caxiuanã (BC, Figura 2). A escolha dos pontos amostrais teve como premissa a avaliação da ciclagem do carbono ao longo de um mesmo sistema fluvial, à medida que este evolui para ordens superiores.

As amostras de água foram obtidas pela imersão de uma bomba a 60% da profundidade total, no meio do canal (HAUER; LAMBERTI, 1996). A água foi bombeada para dentro de uma proveta de 2 L e, após o transbordamento de 4 L da mesma, sob fluxo contínuo da água, foram retiradas alíquotas distintas para cada uma das análises posteriores e efetuadas as medidas de campo descritas a seguir.

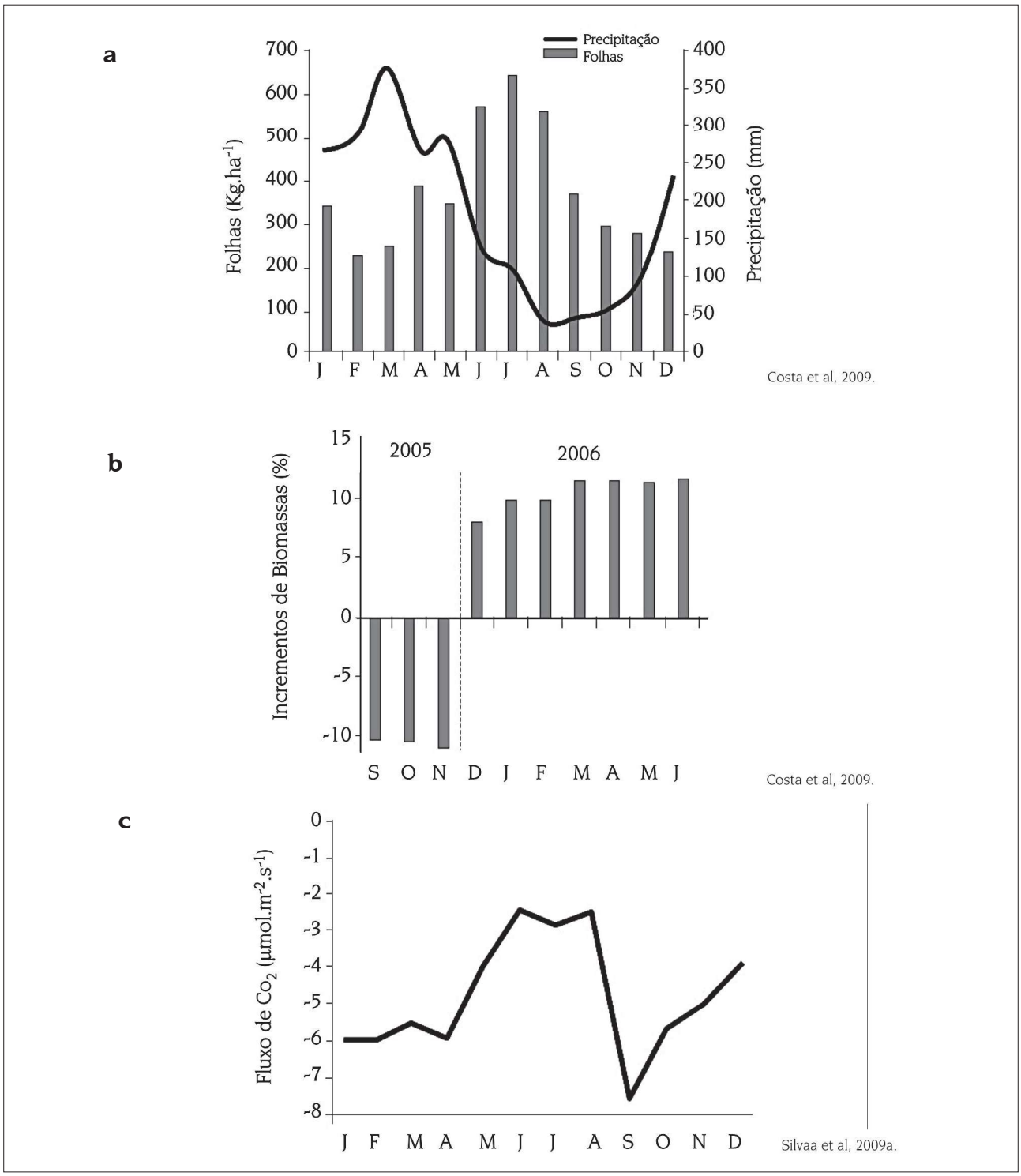


Figura 1a-c. Biogeoquímica terrestre: a) Variação sazonal do decaimento de folhas e da precipitação (COSTA et al., 2009); b) Variação sazonal do incremento de biomassa florestal (COSTA et al., 2009); c) Fluxos líquidos de CO_2 na floresta, no ano de 2007 (SILVA et al., 2009a).

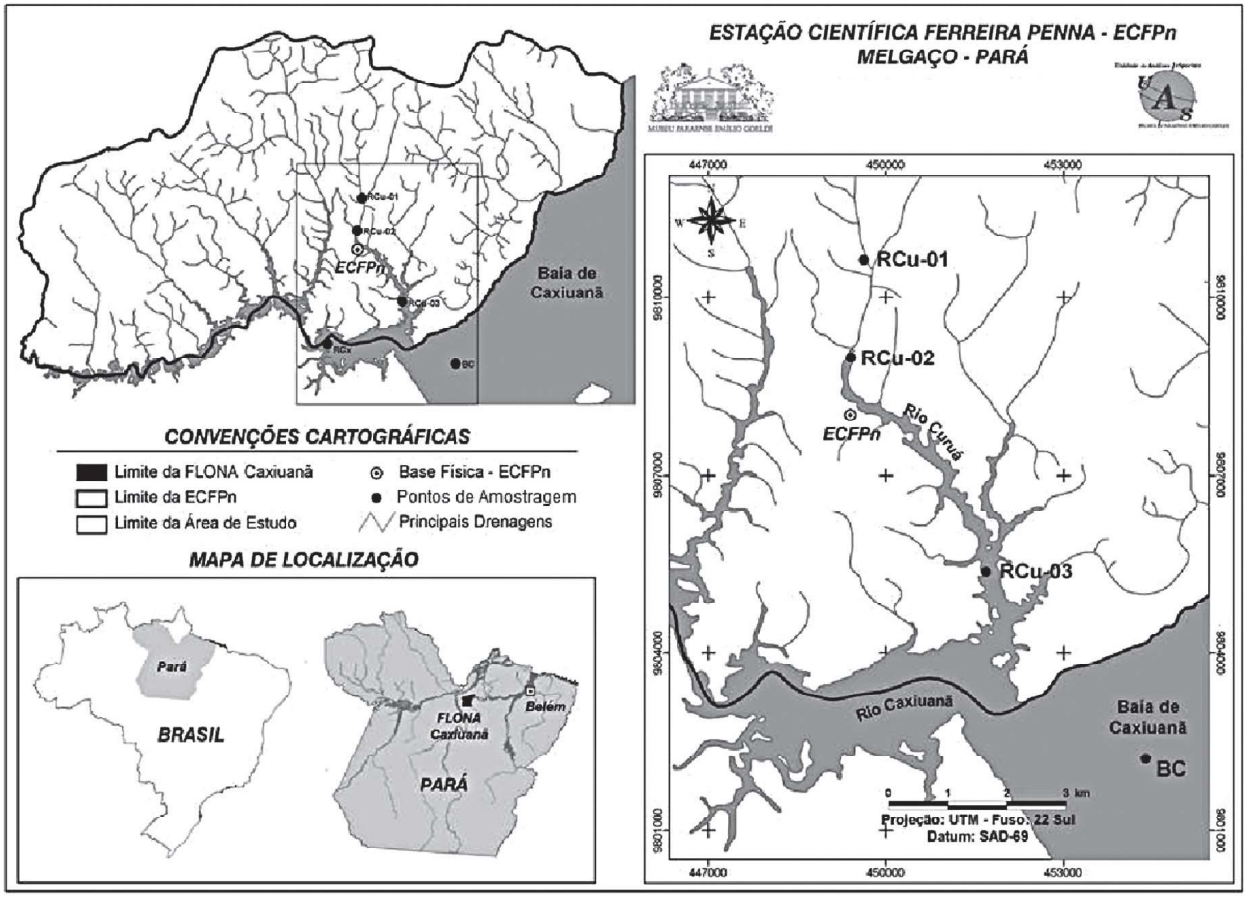


Figura 2. Localização dos pontos de amostragem. Fonte: UAS/MPEG.

Carbono orgânico e inorgânico dissolvido e íons maiores: as amostras para as frações orgânicas e inorgânicas de carbono dissolvido e íons maiores (Na^+; K^+; Ca^{2+}; Mg^{2+}; Cl^-; CO_3^{2-}; HCO_3^-; SO_4^{2-}) foram coletadas separadamente, a partir de:

a) 1 alíquota de 60 mL, filtrada através de membrana de nitrato de celulose (porosidade nominal de 0,47 μm), acondicionada em frasco de polietileno de alta densidade e preservada com 6 mg de thymol (razão preservante/amostra = 1mg/10mL), para determinar as concentrações de íons e carbono inorgânico dissolvido (CID);

b) 3 alíquotas de 25 mL, filtradas através de membrana de fibra de vidro (tipo GF/F, porosidade nominal de 0,7 μm), pré-calcinadas (500°C por 5 horas), acondicionadas em frascos de vidro pré-calcinados e preservadas com $HgCl_2$ a uma concentração final de Hg de 300 μM, para determinar as concentrações de carbono orgânico dissolvido (COD).

As concentrações de íons, com exceção dos carbonatos, foram determinadas pela técnica de cromatografia líquida, com supressão de íons, em equipamento Dionex DX-500. A detecção é feita por condutividade elétrica e as colunas analíticas para ânions e cátions são, respectivamente, modelos IonPac AS14HC (4mm)

e CS12A (4mm) (DIONEX, 2000). Um equipamento da marca Shimadzu, modelo TOC5000A, é utilizado para determinar as concentrações de carbono orgânico e inorgânico, dissolvidos totais. O princípio analítico é a detecção por infravermelho do CO_2 gerado, respectivamente, a partir da queima e da acidificação. As concentrações das espécies do sistema de carbonatos são calculadas a partir da concentração de carbono inorgânico dissolvido total, do pH e das temperaturas (STUMM; MORGAN, 1981).

As concentrações de carbono orgânico e inorgânico dissolvidos totais foram determinadas pela técnica de detecção por infravermelho do CO_2 gerado, respectivamente, a partir da queima e da acidificação em equipamento da marca Shimadzu, modelo VCPH. As concentrações das espécies do sistema de carbonatos são foram calculadas a partir da concentração de carbono inorgânico dissolvido total, do pH e da temperatura (STUMM; MORGAN, 1981).

Frações particuladas de carbono orgânico: o material particulado foi dividido na fração grossa ($> 63\ \mu$m) e fina ($< 63\ \mu$m e $> 0{,}45\ \mu$m), em função das distintas características biogeoquímicas que apresentam (DEVOL; HEDGES, 2001). A fração particulada grossa, destinada às análises qualitativas de composição elementar (C e N) e isotópica ($\delta^{13}C$ e δ^{15}), foi obtida pela imersão, diretamente no rio, de uma rede de fitoplâncton. As demais frações foram separadas em laboratório, a partir de alíquotas de uma amostra de 20 litros.

O volume total da amostra foi inicialmente peneirado através de uma malha de 63 μm. O material retido na peneira foi então transferido para um suporte de filtração, contendo um filtro de nitrato de celulose previamente pesado (porosidade de 0,45 μm). Este filtro foi então seco e pesado novamente e a diferença de peso corresponde à concentração de sedimentos grossos em suspensão. O mesmo procedimento foi executado em triplicata, a partir de alíquotas (de 0,3 a 1 L) da amostra já peneirada, para permitir a quantificação dos sedimentos finos em suspensão.

O restante da amostra peneirada foi então filtrado em filtro de quartzo pré-pesado e pré-calcinado (500°C por 5 horas) até o entupimento. Após secagem em temperatura ambiente, pedaços do filtro foram retirados, pesados e analisados para determinar a composição elementar e isotópica de C e N da fração particulada fina, por espectrometria de massas acoplada a analisador elementar Finnigan Delta Plus. O mesmo procedimento analítico foi adotado para a fração grossa obtida no campo.

Fluxo de CO_2 e CH_4: os fluxos de CO_2 na interface água-ar foram medidos com uma câmara flutuante estática, acoplada a um analisador de CO_2 da marca Licor, modelo LI820, e a um computador portátil, conforme descrito em Rasera (2010).

Os valores de fluxo de CO_2 foram calculados de acordo com a equação:

$$F_{CO2} = \left(\frac{\partial pco_2}{\partial t}\right) x \left(\frac{V}{R \times \theta_{AR} \times A}\right)$$

onde:

F_{CO2}: fluxo (mol $CO_2.m^{-2}.s^{-1}$);

$\partial\ pCO_2/\partial\ t$: inclinação da reta ($ppm.s^{-1}$) calculada através da regressão linear entre o tempo e a pCO_2 no ar dentro da câmara;

V: volume do sistema da câmara (L);

R: constante universal dos gases (0,08206 $atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$);

θ_{AR}: temperatura do ar (K);

A: área superficial de água na câmara (m^2).

Para a estimativa do fluxo de CH_4 foram determinadas as pressões parciais de CO_2 (pCO_2) e CH_4 (pCH_4) da água do rio, efetuada após extração dos mesmos, pelo método de equilíbrio de fases. Em triplicatas, garrafas de 1 L foram preenchidas com amostra e, após transbordamento de 2 L, utilizaram-se seringas para injetar 60 mL de nitrogênio e retirar, simultaneamente, 60 mL de amostra. As amostras foram então agitadas rigorosamente por 3 minutos e deixadas mergulhadas no rio por mais 15 minutos. Após atingir equilíbrio, a fase gasosa foi então retirada das garrafas e armazenada em frascos de vidro evacuados (vol: 30 mL). Três replicatas da atmosfera acima do rio foram coletadas com seringas e injetadas diretamente nos frascos evacuados.

As concentrações CO_2 e CH_4 foram determinados por cromatografia gasosa da amostra, em equipamento Shimadzu, modelo GC17A, equipado com metanizador e detector de ionização de chama. Os fluxos de CH_4 foram calculados com base na espessura da camada limítrofe obtidas durante as medidas de fluxos de CO_2 , com a câmara flutuante, com base nas equações:

$$F_{CH4} = K_{CH4} \times \alpha_{CH4} \times \left(pCH_4^{H2O} - pCH_4^{Ar} \right)$$

onde:

F_{CH4}: fluxo (mol $CH_4.m^{-2}.s^{-1}$);

K_{CH4}: coeficiente de troca gasosa de CH_4 água/atmosfera ($cm.h^{-1}$);

α_{CH4}: coeficiente de solubilidade de Henry do gás CH_4 ($mol.l^{-1}.atm^{-1}$);

$pCH_4^{H2O} - pCH_4^{Ar}$: diferença entre pressões parciais de CH_4 medidas na água e na atmosfera (atm).

O coeficiente de troca gasosa de CH_4 foi calculado por meio das relações entre os números de Schmidt[2] (Sc) de CH_4 e CO_2:

$$K_{CH4} = K_{CO2} \times \left(\frac{Sc_{CH4}}{Sc_{CO2}} \right)^{-0,5}$$

onde:

K_{CO2}: coeficiente de troca gasosa de CO_2 água/atmosfera ($cm.h^{-1}$);

Sc_{CH4} , Sc_{CO2}: números de Schmidt de CH_4 e CO_2.

E estes com base nas equações:

$$K_{CO2} = \frac{h_{CAM}}{\Delta T} \times \ln \left[\frac{\left(pCO_2^{H2O} - pCO_2^{inicial} \right)}{\left(pCO_2^{H2O} - pCO_2^{final} \right)} \right]$$

[2] O número de Schmidt é a razão entre a viscosidade cinética da água e a constante de difusão de um gás (MACINTYRE et al., 1995).

$Sc_{CH4} = 1897,8 - 114,28 \times \theta + 3,2902 \times \theta^2 - 0,039061 \times \theta^3$

$Sc_{CO2} = 1911,1 - 118,11 \times \theta + 3,4527 \times \theta^2 - 0,04132 \times \theta^3$

onde:

h_{CAM}: é a altura da câmara (cm);

ΔT: variação do tempo durante a leitura com a câmara (h);

pCO_2^{H2O} , $pCO_2^{inicial}$, pCO_2^{final}: pressões parciais de CO_2 na água e no interior da câmara no tempo inicial final, respectivamente;

θ: temperatura da água (° C).

Paralelamente, o coeficiente de solubilidade do CH_4 foi calculado a partir da equação:

$$\alpha_{CH4} = \frac{\beta_{CH4}}{\frac{R \times \theta}{p}} = \frac{\beta_{CH4}}{22,414}$$

$$\ln\beta_{CH4} = \left[-68,8862 + 101,4956 \times \left(\frac{100}{\theta}\right) + 28,7314 \times \ln\left(\frac{\theta}{100}\right) \right]$$

onde,

β_{CH4}: coeficiente de solubilidade de Bunsen do gás CH_4 (atm^{-1}).

Análise estatística: de forma a auxiliar a interpretação e discussão dos resultados, foram utilizadas ferramentas de análise estatística, optando-se pelo uso de testes estatísticos não paramétricos, em virtude da maioria dos dados não satisfazer as exigências de distribuição normal e homogeneidade das variâncias dos dados gerados, observadas a partir dos testes estatísticos de Shapiro-Wilk e do teste F, respectivamente. Deste modo, os testes de Kruskal-Wallis e de Wilcoxon foram utilizados para avaliar a diferença entre os pontos. Para todas as análises foram adotados os níveis de significância de $p<0,05$. Estas ferramentas são integrantes do software livre "R" (VENABLES; SMITH, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biogeoquímica aquática

Química dos íons maiores: as águas do rio Curuá (ponto RCu3) podem ser caracterizadas como quimicamente pobres, dada a baixa concentração de íons em solução. As concentrações dos ânions variaram de 56,6 a 59,1 μM para Cl^-; 1,8 a 4,7 μM para SO_4^{2-} e 0,5 a 2,0μM para HCO_3^-. Entre os cátions, há predominância de Na^{2+} (Tabela 1, Figura 3a).

A Figura 3b apresenta o diagrama de Piper de classificação das águas com relação aos íons predominantes, com os pontos plotados na região comum de águas cloretadas sódicas, com baixíssimos teores de bicarbonato e sulfato, típico de ambiente onde predomina o intemperismo de aluminosilicatos de sódio.

A prevalência de Na^{2+} dentre os cátions é um sinal típico da influência de minerais silicatados, como fonte de solutos para as águas desse rio (STALLARD; EDMOND, 1983; 1987). Este fato está em concordância com Costa et al. (2005; 2009) e Ruivo et al. (2002), que caracterizaram os solos da bacia de drenagem da região de Caxiuanã como muito intemperizados e constituídos, principalmente, por caulinita.

O valores muito baixos de bicarbonato (HCO_3^-) comumente observados estão associados aos baixos valores de pH ocorrentes neste ambiente (MELO et al., 2013, neste livro), que afeta o equilíbrio do sistema carbonato para a ocorrência apenas das espécies livres de carbono inorgânico ($CO_2 + H_2CO_3$). Ademais, a dominância de Cl^- dentre os ânions reflete, também, a dependência da hidroquímica local ao padrão de chuvas, estando, portanto, a química do rio sobre dominância da precipitação de acordo com o sistema

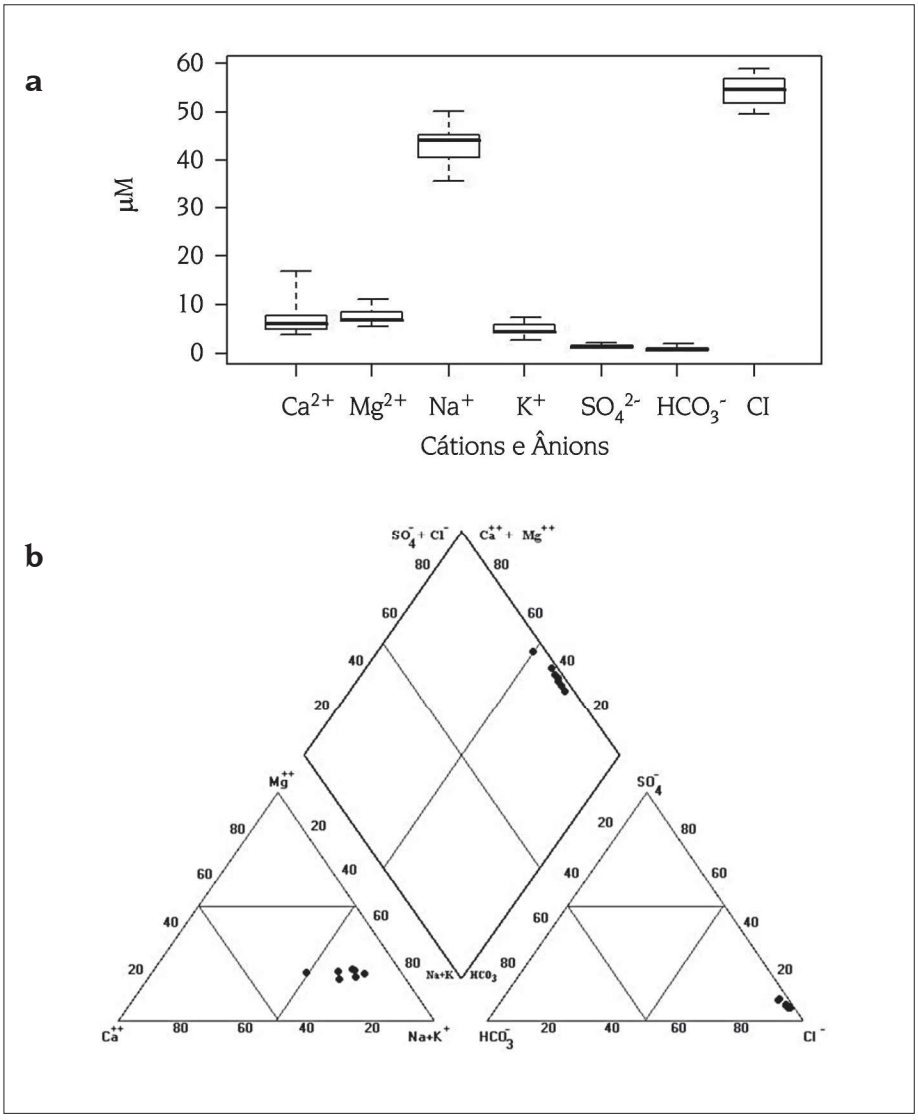


Figura 3a-b.
a) Concentrações de íons maiores; b) diagrama de Piper.

proposto por Gibbs (1970), aspecto que também é observado no rio Negro (FURCH et al., 1984). Desta forma, o padrão de variação esperado dos sais dissolvidos deve ser representado por maiores valores durante período de maior vazão (nível de cota do rio), em função do carreamento de sais pela percolação da água no solo (MARKEWITZ et al., 2001), hipótese que é sustentada por Melo et al. (2013, neste livro), com base na variação da condutividade elétrica, que apresentou correlação positiva significativa com a cota do rio ($r_s = 0,53$; $p = 0,003$).

Tabela 1. Medianas (desvios interquartílicos) das concentrações de íons maiores das águas do rio Curuá (RCu3).

Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
44,18 (4,71)	4,50 (1,70)	5,98 (2,57)	7,02 (1,82)
Cl^-	CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}
54,58 (5,13)	—	0,86 (0,32)	1,29 (0,51)

Dinâmica das formas de carbono orgânico: as concentrações de carbono dissolvido orgânico (COD) e inorgânico (CID), e carbono orgânico particulado grosso (COPG) e fino (COPF) apresentaram valores dentro da faixa observada para os rios da Amazônia, conforme pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2. Concentrações das formas de carbono nos ambientes aquáticos de Caxiuanã.

	CID	COD	COPG	COPF
RCu1	38,89	528,50	0,67	29,24
RCu2	33,95	522,08	1,28	20,82
RCu3	40,66	500,75	0,68	34,01
BC	25,32	558,17	2,63	67,53

O carbono inorgânico dissolvido (CID), formado pelos compostos do sistema de carbonatos ($CO_{2\ livre}$, H_2CO_3, HCO_3^- e CO_3^{2-}), apresentou concentrações medianas de 38,89 (RCu1), 33,95 (RCu2) e 40,66 (RCu3), e 25,32 (BC) μM, respectivamente, com mínima de 8,48 μM no alto curso do rio Curuá, em fevereiro, e máxima de 80,52 μM, no baixo curso deste rio, em junho (Figura 4).

Para as águas do rio Amazonas, o CID é determinado exclusivamente por bicarbonato e CO_2 dissolvido ($CO_{2\ livre}$ e H_2CO_3), uma vez que, na faixa de pH, comumente observada nestas águas (H" 6,2-7,2), não há formação de CO_3^{2-} (DEVOL et al., 1987). Em função da ausência desse íon, a alcalinidade é determinada pela concentração de bicarbonato, sendo este predominante na composição de CID para o curso principal do rio Amazonas (DEVOL; HEDGES, 2001).

Entretanto, na região de Caxiuanã, os baixos valores de pH, observados por Melo et al. (2013, neste livro), tendem a limitar a ocorrência de bicarbonato e elevar a concentração de CO_2 dissolvido. Na verdade, a presença e distribuição deste gás na água estão relacionadas à dinâmica biogeoquímica local, a partir dos processos de fotossíntese e respiração, uma vez que em um ambiente heterotrófico, como em geral são os rios da Amazônia (RICHEY et al., 1988; 1990; 2002), a decomposição da matéria orgânica dá origem a ácidos orgânicos, e as elevadas taxas respiratórias resultam na produção de CO_2, ocasionando a redução do pH e, consequentemente, de bicarbonato.

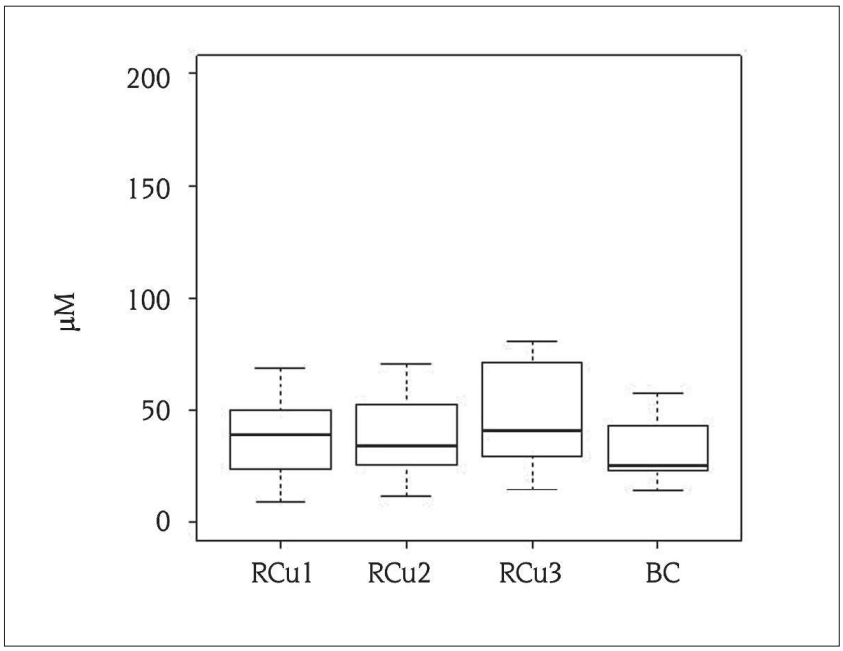


Figura 4. Distribuição de CID nos pontos estudados.

A tendência verificada da baía de Caxiuanã, em apresentar os menores valores de CID em relação aos demais pontos, pode estar associada à presença abundante de fitoplâncton, observada visualmente, cujas espécies ainda não foram alvo de estudos científicos. A atividade fotossintética realizada por estes organismos reduz a concentração de CO_2 na baía de Caxiuanã, o que consequentemente aumenta o valor do pH (MELO et al., 2013, neste livro) e possibilita o aumento na concentração de bicarbonato, fato que ocorre de modo oposto no rio Curuá, uma vez que organismos fotossintetizantes não se encontram em abundância neste rio.

Dentre as formas orgânicas, o carbono orgânico dissolvido é, em geral, o maior reservatório do ciclo do carbono nos ambientes fluviais e lacustres (FINDLAY; SINSABAUGH, 2002; DEVOL; HEDGES, 2001; SALONEN et al., 1992), sendo uma importante variável para o estudo e identificação de alterações na dinâmica aquática por agentes estressores, como as mudanças climáticas (WILLIAMSON et al., 1999).

Em Caxiuanã, as concentrações de COD variaram de 292,46 a 819,67 μM, com mínima obtida na baía de Caxiuanã, no mês de janeiro, e a máxima, no curso superior do rio Curuá (RCu1), em fevereiro. Apesar de registrar o menor valor absoluto entre todos os locais, em uma única amostragem, a baía tende a apresentar valores mais elevados ao longo do período de estudo (Figura 5). Esta dispersão dos valores de COD, na baía de Caxiuanã é, provavelmente, fruto da dinâmica metabólica de algas presentes em suspensão e no leito deste corpo d'água, a partir da liberação de exsudatos, produzidos durante o processo de fotossíntese destes organismos, que representam um material lábil de alta qualidade (WILCZEK et al., 2005), facilmente consumidos pela comunidade heterotrófica.

No rio Curuá, as concentrações de COD foram caracterizadas por uma leve redução das medianas de montante a jusante (sem diferenças estatísticas significativas), em consequência das distintas fontes de carbono orgânico observadas para cada trecho selecionado. O ponto RCu1 é marcado pela influência de vegetação de igapó, recebendo grande quantidade de aporte alóctone pela produção de serapilheira, que

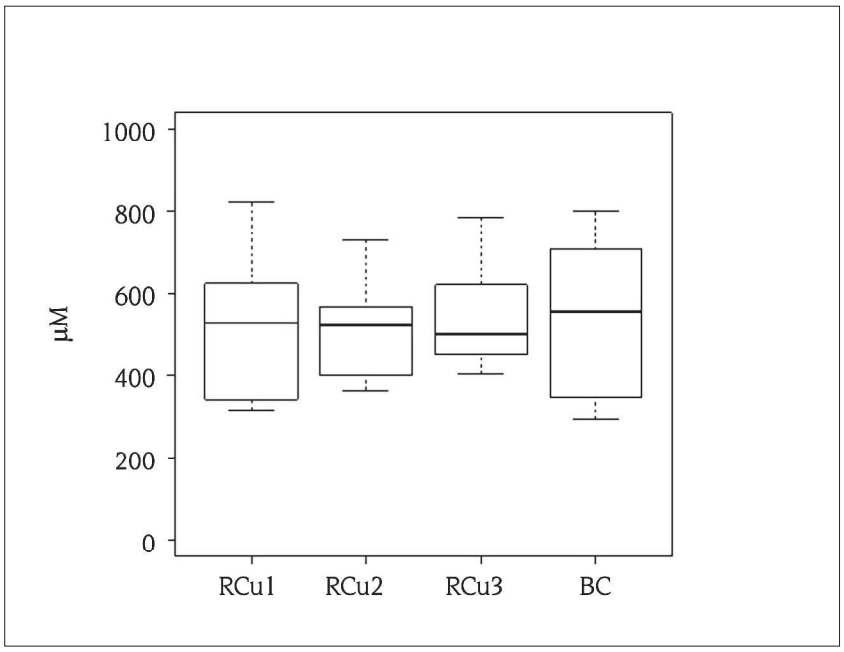


Figura 5. Distribuição de COD nos pontos estudados.

atinge diretamente a superfície. O ponto RCu2 apresenta habitat aberto e diversificado, margeado por vegetação de igapó e com a presença de macrófitas aquáticas, cujas espécies foram descritas por Lins et al. (2002). Por outro lado, o ponto RCu3 se distingue dos demais por apresentar habitat mais aberto, cuja margem possui estreita faixa de igapó e maior influência de floresta densa de terra firme.

Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas entre os dados da baía e do rio, é possível que o COD dos setores do Curuá apresente menor qualidade energética e nutricional, por ser formado por compostos orgânicos mais recalcitrantes, originados da decomposição da matéria orgânica oriunda dos ecossistemas terrestres. Além disso, é possível que também existam diferenças qualitativas entre os setores do rio Curuá, dados os seus distintos habitats.

Embora representem um reservatório menor, as formas particuladas de carbono constituem um importante estoque para a manutenção do metabolismo da comunidade, pois podem ser compostas de material mais recente (folhas e outros detritos florestais, por exemplo) e, portanto, de melhor qualidade, apresentando características distintas aos compostos dissolvidos, ainda que possuam a mesma fonte de origem (ALLAN; CASTILLO, 2007; DEVOL; HEDGES, 2001; HEDGES et al., 1994).

As frações particuladas grossa e fina apresentaram concentrações medianas de 0,67 e 29,24 (RCu1); 1,28 e 20,82 (RCu2); 0,68 e 34,01 (RCu3) e 2,63 e 67,53 μM (BC), respectivamente (Figura 6a, b). Os valores máximos para ambas variáveis foram obtidos na baía de Caxiuanã (COPG = 17,97 μM; COPF = 116,15 μM), em fevereiro. Os valores mínimos foram observados no baixo curso do rio (COPG = 0,04 μM; COPF = 1,52 μM).

A aplicação do teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis indicou diferença significativa entre os pontos do rio Curuá e a baía de Caxiuanã apenas para COPF ($p = 0,002$). Este resultado revela que, apesar das diferenças geomorfológicas e paisagísticas existentes, não há diferenças quantitativas quanto ao aporte de carbono orgânico particulado.

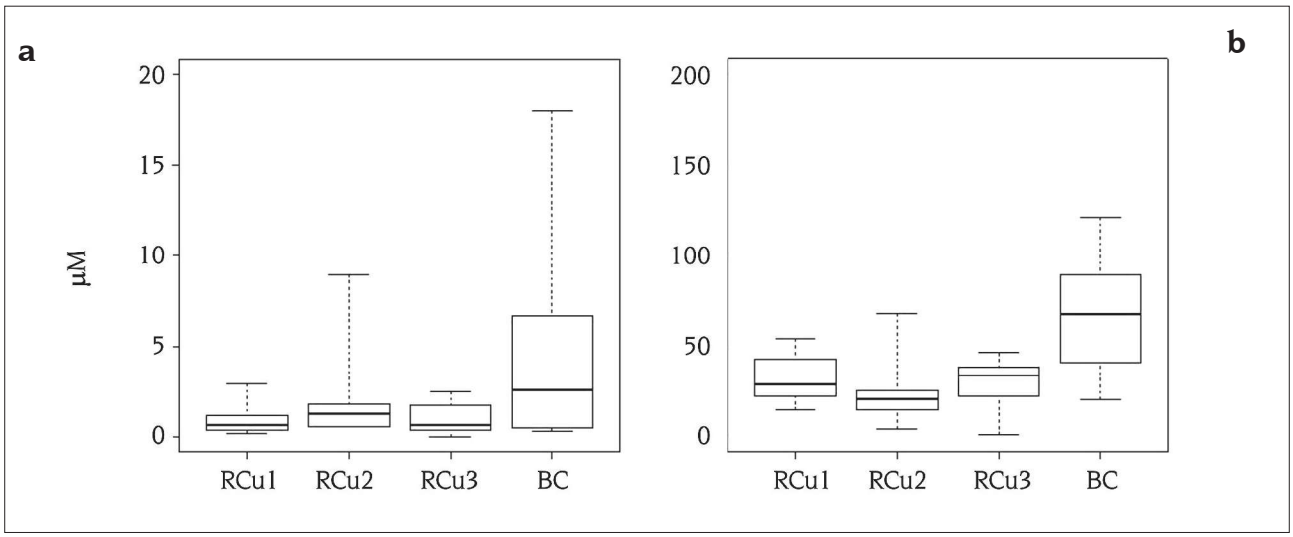


Figura 6a-b. a) Distribuição de COPG; b) COPF.

Considerando as dimensões desses ambientes, é provável que o carbono particulado seja oriundo de uma fonte similar, pelo aporte de carbono via fluxos laterais derivados da produção de serapilheira da floresta de terra firme e igapó (DEVOL; HEDGES, 2001; MCCLAIN; ELSENBEER, 2001). Estes resultados compilados com os dados de COD indicam que, para o período de estudo, estes habitats apresentaram-se fortemente conectados.

Da mesma forma, na baía de Caxiuanã, os valores elevados de COPG e COPF, associados aos também elevados de COD, refletem o padrão autotrófico de sua comunidade aquática. Neste local, o ambiente aberto e raso (profundidade média de 2 m) favorece a contínua movimentação e homogeneização da coluna d'água, o que disponibiliza nutrientes para o afloramento de fitoplâncton.

Fluxos evasivos de CO_2 e CH_4: a partir dos estudos de biogeoquímica terrestre verificou-se o potencial da floresta amazônica como agente regulador do ciclo global do carbono, atuando como sorvedouro natural de CO_2 e, desta forma, contribuindo para minimizar os efeitos das emissões deste gás por atividades antrópicas (GRACE et al., 1995; MALHI et al., 2008; MALHI; GRACE, 2000; PHILLIPS et al., 1998). Em Caxiuanã, o trabalho de Andreae et al. (2002) evidencia a atuação da floresta como regulador do clima, estimando uma taxa máxima de absorção de CO_2 de H" 18 μmol.m^{-2}.s^{-1}.

Entretanto, apesar desses estudos indicarem a tendência de captura de carbono pela floresta, não apontam qual seria o destino do carbono assimilado, considerando que uma floresta clímax absorve apenas o necessário para a sustentação do seu metabolismo (VICTORIA et al., 1991). A extrapolação dos valores obtidos por Andreae et al. (1 Pg C.ano^{-1}; 2002), como carbono incorporado na biomassa seria capaz de fazer a Amazônia dobrar de tamanho em 80 anos (assumindo-se uma biomassa total de 80 Pg C, conforme estimado por Gibbs et al. (2007).

O aporte de carbono oriundo dos ecossistemas terrestres para aquáticos passou, assim, a representar uma importante via no ciclo regional do carbono. As diversas formas orgânicas de carbono que adentram em rios e lagos são sucessivamente processadas, dando origem a CO_2 e CH_4, gases gerados a partir da atividade de respiração aeróbica e anaeróbica (DEVOL et al., 1994).

As concentrações de CO_2 e CH_4, nas águas do rio Curuá e da baía de Caxiuanã, em geral, apresentaram valores acima dos registrados na atmosfera local (CO_2H"346μatm; CH_4H"2μatm) (Tabela 3). Consequentemente, os fluxos evasivos destes gases mostraram, em sua maioria, valores positivos, com valores máximos de 4,69 e 0,01μmol.m^{-2}.s^{-1} (CO_2 e CH_4, respectivamente), obtidos no baixo curso do rio Curuá (Figura 7a,b). Estes resultados estão de acordo com os demais estudos publicados para os ambientes da Amazônia, indicando que estes ambientes também atuam como fonte de carbono para a atmosfera (COLE et al., 1994; JOHNSON et al., 2008; RASERA et al., 2008; RICHEY et al., 1990, 2002).

Tabela 3. Concentrações (μatm) e fluxos (μmol.m^{-2}.s^{-1}) de CO_2 e CH_4 nos ambientes aquáticos de Caxiuanã.

	pCO_2	Fluxo CO_2	pCH_4	Fluxo CH_4
RCu1	5313	1,70	185,23	0,002
RCu2	6710	1,35	418,20	0,003
RCu3	7234	1,14	499,32	0,002
BC	348	0,08	14,16	0,0002

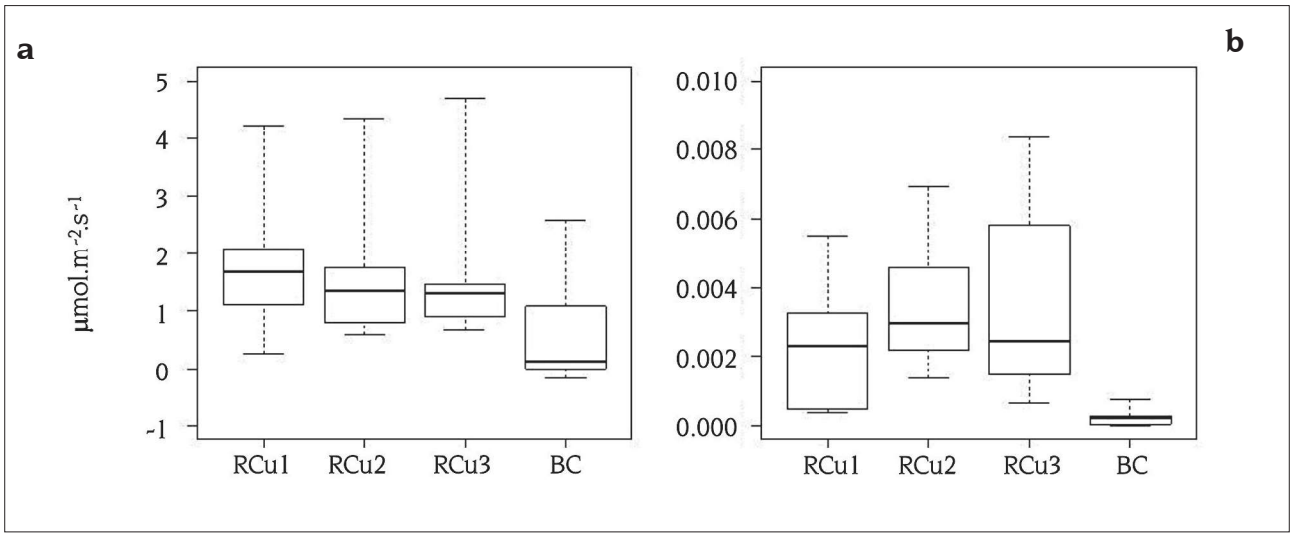


Figura 7a-b. a) Fluxos de CO_2; b) CH_4; para os ambientes estudados.

O baixo curso do rio apresentou os valores mais elevados de fluxos, em função de sua natureza heterotrófica e a maior ação do vento, em comparação aos demais pontos deste rio, que favorece as trocas gasosas entre água e atmosfera (MACINTYRE et al., 1995). Além disso, a baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido observada neste ponto (MELO et al., 2013, neste livro) influencia diretamente a dinâmica da comunidade aquática, pela execução de respiração anaeróbica e a consequente produção de metano.

A baía de Caxiuanã caracterizou-se novamente como um ecossistema singular (Kruskal-Wallis, $p < 0,0001$), marcado por baixos valores de fluxo de CO_2. Os baixos valores de fluxo de CH_4 são consequência da boa aeração e circulação da coluna d'água deste corpo, em conjunto com a ação da comunidade de fitoplâncton presente que mantêm elevada a disponibilidade de O_2. Sua presença afeta fortemente a dinâmica biogeoquímica local, uma vez que durante o período amostrado (7 meses), foram verificados valores de

fluxos negativos (Jan = – 0,18; Jul = – 0,02μmol.m^{-2}.s^{-1}), refletindo a potencial atuação deste corpo como um sorvedouro de CO_2 atmosférico, dada a atividade fotossintética desses organismos. Desta forma, este corpo d'água apresenta uma comunidade aquática cujo metabolismo é provavelmente sustentado pela fixação autóctone do carbono atmosférico.

CONCLUSÕES

Apesar dos dados apresentados serem frutos apenas do primeiro ano de pesquisa em biogeoquímica aquática na Floresta Nacional de Caxiuanã, a partir da interpretação desses já é possível visualizar como se dá a dinâmica do carbono nesses ambientes. Por se tratar de um ecossistema preservado, os resultados gerados possuem grande relevância para a comparação com outros estudos que sejam desenvolvidos em locais que sofram alterações em virtude de ações antrópicas.

As formas de carbono estudadas apresentaram diferenças espaciais, marcadas principalmente entre os pontos amostrados no rio Curuá e a baía de Caxiuanã. No rio, foram observados, em geral, baixos valores de formas orgânicas de carbono e elevadas concentrações e fluxos de gases CO_2 e CH_4, fruto de um ambiente composto por comunidade heterotrófica, que depende fortemente do aporte de material orgânico terrestre para a manutenção do seu metabolismo. Na baía, foram obtidos valores elevados das frações orgânicas de carbono e baixas concentrações e fluxos de gases, em função da dinâmica biogeoquímica singular que ocorre neste ambiente, consequência da pequena profundidade média, elevada transparência e das florações de fitoplâncton, que disponibilizam grande quantidade de material orgânico para a comunidade aquática e consomem CO_2 das águas, promovendo, assim, a absorção de CO_2 atmosférico. Este corpo hídrico pode representar um potencial sorvedouro natural de CO_2, contudo, em função do aspecto pontual da amostragem, esta característica foi observada apenas duas vezes neste estudo.

As emissões de metano verificadas representam um fator interessante para a região e ratificam as características fluvio-lacustres dos corpos d'água da região de Caxiuanã. Os valores de fluxo de CH_4, apesar de inferiores ao obtidos para CO_2, são muito significantes quando comparados às concentrações de CH_4 e CO_2 atmosféricos (2 e 346 μatm, respectivamente).

As pesquisas futuras devem ser orientadas para o estudo nictemeral da biogeoquímica das águas do rio Curuá e da baía de Caxiuanã, uma vez que o modelo atual de amostragem, apesar de representativo, não possibilita o estudo de variações mais rápidas na dinâmica metabólica destes ambientes, que ocorrem nesta escala de tempo diuturna.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências financiadoras FAPESP (proc. 03/13172-2) e Milênio/CNPq (proc. 420199/05-5); ao Programa LBA, pelo financiamento e apoio logístico; à CAPES, pela concessão de bolsa de pós-graduação; ao Laboratório de Geoprocessamento e Análise Ambiental; a Diego Arruda Xavier, Patrícia Freitas Pereira e Otílio Othon Pires, pelo auxílio nas atividades de campo; a Alexandra Montebello e Gustavo Gobet, pelo auxílio com as análises químicas; e a toda a equipe e funcionários da Estação Científica Ferrira Penna.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream Ecology**, 2. ed. New York: Springer, 2007.

ANDREAE, M. O.; ARTAXO, P.; BRANDÃO, C.; CARSWELL, F. E.; CICCIOLI, P.; COSTA, A. L.; CULF, A. D.; ESTEVES, J. L.; GASH, J. H. C.; GRACE, J.; KABAT, P.; LELIEVELD, J.; MALHI, Y.; MANZI, A. O.; MEIXNER, F. X.; NOBRE, A. D.; NOBRE, C.; RUIVO, M. L. P.; SILVA-DIAS, M. A.; STEFANI, P.; VALENTINI, R.; JOUVANNE, J.; WATERLOO, M. J. Biogeochemical cycling of carbon, water, energy, trace gases, and aerosols in Amazonia: The LBA-EUSTACH experiments. **Journal of Geophysical Research**, v. 107, n. D20, p. 1-23, 2002.

BEHLING, H.; COSTA M. L. Holocene Environmental Changes from the Rio Curuá Record in the Caxiuanã Region, Eastern Amazon Basin. **Quaternary Research**, v. 53, p. 369-377, 2000.

COLE, J. J.; CARACO, N. F.; KLING, G. W.; KRATZ, T. K. Carbon dioxide supersaturation in the surface waters of lakes. **Science**, v. 265, n. 5178, p. 1568-1570, 1994.

COSTA, A. C. L.; ALMEIDA, S. S.; CARVALHO, C. R.; MEIR, P.; MALHI, Y.; COSTA, R. F.; SILVA, J. A.; COSTA, M. C.; TANAKA, B. T.; FISHER, R. A.; SOTTA, E. D.; OLIVEIRA, L. L.; GONÇALVES, P. H. L.; BRAGA, A.; BARRETO, P. N. Experimento Esecaflor-LBA em Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: MPEG, 2009. p. 45-90.

COSTA, J. A.; RODRIGUES, T. E.; KERN, D. C.; SILVA, J. M. L. Classificação e distribuição dos padrões pedogeomórficos da Estação Científica Ferreira Penna, na região de Caxiuanã, no estado do Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, sér. Ciên. Nat., Belém, v. 1, n. 3, p. 117-128, 2005.

COSTA, M. L.; KERN, D. C.; BEHLING, H.; BORGES, M. S. Geologia In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: MPEG, 2002. p. 179-205.

COSTA, M. L.; MORAES, E.; BEHLING, H.; MELO, J.; SIQUEIRA, N.; KERN, D. Os sedimentos de fundo da baía de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: MPEG, 1997. p. 121-137.

DEVOL, A. H.; HEDGES, J. I. Organic matter and nutrients in mainstem Amazon River. In: MCCLAIN, M.; VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. R. **The biogeochemistry of the Amazon Basin**. New York: Oxford University Press, 2001. p. 209-234.

DEVOL, A. H.; RICHEY, J. E.; FORSBERG, B. R.; MARTINELLI, L. A. Environmental methane in the Amazon River floodplain. In: MITSCH.; W. J. (Ed.). **Global Wetlands**: old world and new. [s.l.]: Elsevier Sci., 1994. p. 151-165.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1988.

FERREIRA, L. V.; ALMEIDA, S. S; ROSÁRIO, C.S. As áreas de inundação. In: LISBOA, P.L.B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: MPEG, 1997. p. 195-.206.

FINDLAY, S. E. G.; SINSANBAIGH, R. L. **Aquatic ecosystems**: interactivity of dissolved organic matter. [s.l.]: Academic Press. 2002.

FURCH K. Water chemistry of the Amazon Basin: the distribution of chemical elements among freshwaters. In: SIOLI, H. **The Amazon**: limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin. Dordrecht: W. Junk Publishers, 1984.

GIBBS, H. K.; BROWN, S.; NILES, J. O.; FOLEY, J. A. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. **Environmental Research Letters**, v. 2, n. 4, p. 1-13, 2007.

GIBBS, R. J. Mechanisms controlling World water chemistry. **Science**. v. 170, n. 3962, p. 1088-1090.

GRACE, J.; LLOYD, J.; MCINTYRE, J.; MIRANDA, A. C.; MEIR, P.; MIRANDA, H. S.; NOBRE, C.; MONCRIEFF, J.; MASSHEDER, J.; MALHI, Y.; WRIGHT, I.; GASH, J. Carbon dioxide uptake by undisturbed tropical rain forests in southwest Amazonia, 1992-1993. **Science**, v. 270, p. 778-780, 1995.

HAUER, F. R.; LAMBERTI, G. A. **Methods in stream ecology**. San Diego: Academic Press, 1996. 674 p.

HEDGES, J. I.; COWIE, G. L.; RICHEY, J. E.; QUAY, P. Origins and processing of organic matter in the Amazon River as indicated by carbohydrates and amino acids. **Limnology and Oceanography**, v. 39, p. 743-761, 1994.

HEDGES, J.; CLARK, W. A.; QUAY, P. D.; RICEY, J. E.; DEVOL, A. H.; SANTOS, U. M. Compositions and fluxes of particulate organic material in the Amazon River. **Limnology and Oceanography**, v. 31, p. 717-738, 1986.

HIDA, N.; MAIA, J. M.; HIRAOKA, M.; SHIMI, O.; MIZUTANI, N. Notes on annual and daily water levels changes at Breves and Caxiuanã, Amazon estuary. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: MPEG, 1997. p. 97-103.

JOHNSON, M. S.; LEHMANN, J.; RIHA, S.; KRUSCHE, A. V.; RICHEY, J. E.; OMETTO, J. P. H. B.; COUTO, E. G. CO_2 flux from Amazonian headwater streams represents a significant fate for deep soil respiration. **Geophysical Research Letters**, v. 35, p. L17401, 2008.

JUNK, W. **The central Amazon floodplain**: ecology of a pulsing system. Berlin: Springer, 1997.

KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. **Amazonia and global change**. [s.l.]: American Geophysical Union, 2009.

LBA. **Focos de pesquisa**. 2011. Disponível em: <lba.cptec.inpe.br>. Acesso em: 1 abr. 2011.

LINS, A. L. F.; TOSTES, L. C. L.;VILHENA-POTIGUARA, R. C.; LOBATO, L. C. Macrófitas Aquáticas. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi. 2002, p. 369-377.

LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S. S. Florística e estrutura dos ambientes. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: MPEG, 1997. p. 163-193.

LISBOA, P.L.B.; FERRAZ, M.G. **Estação Científica Ferreira Penna**: ciência e desenvolvimento sustentável na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1999. 151 p.

MACINTYRE, S. WANNINKHOF, R.; CHANTON, J.P. Trace gas exchange across the air-water interface in freshwater and coastal marine environments. In: MATTSON, P. A.; HARRIS, R. C. **Biogenic trace gases measuring emissions from soil and water**. New York: Blackwell Science, 1995. p. 53-97.

MALHI, Y.; GRACE, J. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. **Tree**, v. 15, n. 8, p. 332-336, 2000.

MALHI, Y.; ROBERTS, J. T.; BETTS, R. A.; KILLEEN, T. J.; LI, W.; NOBRE, A. C. Climate change, deforestation and the fate of the Amazon. **Science**, v. 319, p. 169-172, 2008.

MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E. A.; FIGUEIREDO, R. D. O.; VICTORIA, R. L.; KRUSCHE, A. V. Control of cátion concentrations in stream Waters by surface soil processes in an Amazonian watershed. **Nature**, v. 410, n. 6830, p. 802-805, 2001.

MAROTTA, H. Os fatores reguladores do metabolismo aquático e sua influência sobre o fluxo de dióxido de carbono entre lagos e a atmosfera. **Oecologia Brasiliensis**, v. 10, n. 2, p. 177-185, 2006.

MAYORGA, E.; AUFDENKAMPE, A. K.; MASIELLO, C. A.; KRUSCHE, A. V.; HEDGES, J. I.; QUAY, P. D.; RICHEY, J.E.; BROWN, T.A. Young organic matter as a source of carbon dioxide outgassing form Amazonian rivers. **Nature**, v. 436, p. 538-541, 2005.

MCCLAIN, M.; ELSENBEER, H. Terrestrial inputs to Amazon Streams and internal biogeochemical processing. In: MCCLAIN, M.; VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. R. **The biogeochemistry of the Amazon Basin**. New York: Oxford University Press, 2001. p. 185-208.

OLIVEIRA, L.L; COSTA, R. F.; COSTA, A. C. L.; SOUSA, F. A. S.; BRAGA, A. P. Modelagem da interceptação na Floresta Nacional de Caxiuanã, no Leste da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 3, p. 318-326, 2008a.

OLIVEIRA, L.L; COSTA, R. F.; COSTA, A. C. L.; SOUSA, F. A. S.; BRAGA, A. P. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 723-732, 2008b.

PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N.; LAURANCE, W. L.; NUÑEZ, P. V.; VASQUEZ, R. M.; LAURANCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; STERN, M.; BROWN, S.; GRACE, J. Changes in carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. **Science**, v. 282, p. 439-442, 1998.

RASERA, M. F. F. L.; BALLESTER; M. V. R.; KRUSCHE, A. V. Estimating the surface area of small rivers in the southwestern Amazon and their role in CO_2 outgassing. **Earth Interactions**, v. 12, p. 1-16, 2008.

RASERA, M. F. F. L. **Determinação dos fluxos de CO_2 e parâmetros físicos envolvidos neste processo em diferentes ambientes fluviais da Amazônia**. 2010. 125 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

RICHEY, J. E. The Amazon River system. In: DEGENS, E. T. (Ed.). **Transport of carbon and minerals in major world rivers**. Pt. 1. Hamburg: SCOPE/UNEP, 1982. p. 365-78.

RICHEY, J. E.; DEVOL, A. H.; VICTORIA, R. L.; WOFSY, S. Biogenic gases and the oxidation and reduction of carbon in the Amazon River and floodplain waters. **Limnology and Oceanography**, v. 3, p. 551-561, 1988.

RICHEY, J. E.; HEDGES, J. I.; DEVOL, A. H.; QUAY, P. D.; VICTORIA, R. L.; MARTINELLI, L.; FORSBERG, B. R. Biogeochemistry of carbon in the Amazon River. **Limnology and Oceanography**, v. 35, n. 2, p. 352-371, 1990.

RICHEY, J. E.; MELACK, J. M.; AUFDENKAMPE, A. K.; BALLESTER, M. V. R.; HESS, L. Outgassing from Amazonian rivers and wetlands as a large tropical source of atmospheric CO2. **Nature**, v. 416, p. 617-620, 2002.

SILVA, R. B.; SOUSA, L. C.; SOUZA, W. J.; BARRETO, P. N. Variabilidade anual dos fluxos de energia radiativa e das concentrações dos gases atmosféricos na Floresta Nacional de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.).**Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: MPEG, 2009a. p. 107-113.

SILVA, R. M.; LOPES, E. L. N.; MELO, V. S.; RUIVO, M. L. P.; PARRY, M. M. Variabilidade sazonal em floresta de terra firme e suas consequências – região de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.).**Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi. 2009b. p. 179-189.

SIOLI, H. 50 anos de pesquisas em limnologia na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p. 287-298, 2006.

SIOLI, H. **The Amazon**: limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin. Dordrecht: W. Junk Publishers, 1984.

STALLARD, R. F.; EDMOND, J. M. Geochemistry of the Amazon 2. The influence of geology and weathering environment on dissolved load. **J. Geophys Res-Oc Atm**., v. 88, n. Nc14, p. 9671-9688, 1983.

STALLARD, R. F.; EDMOND, J. M. Geochemistry of the Amazon 3. Weathering chemistry and limits to dissolved input**. J. Geophys Res-Oc Atm**., v. 92, p. 8293-8302, 1987.

STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic chemistry**: an introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters. New York: John Wiley & Sons, 1981.

TARDY, Y.; BUSTILLO, V.; ROQUIN, C.; MORTATTI, J.; VICTORIA, R. The Amazon. Bio-geochemistry applied to river basin management. **Applied Geochemistry**, v. 20, n. 9, p. 1746-1829, 2005.

VENABLES, W. N.; SMITH, D. M. **An introduction to R**. 2009. 100 p.

VICTORIA, R. L.; BROWN, I. F.; MARTINELLI. L. A.; SALATI, E. A Amazônia brasileira e seu papel no aumento da concentração de CO_2 na atmosfera. In: VAL, A. L. (Org.). **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**: fatos e perspectivas. Manaus: CNPq, 1991. p. 9-20. v. 1.

WARD, J. V. The four dimensional nature of lotic eco- systems. **J. N. Am. Benthol**, v. 8, n. 1, p. 2-8, 1989.

WARING, R. H.; SCHLESINGER, W. H. **Forest ecosystems**: concepts and management. San Diego: Academic, 1985. 340 p.

WILCZEK, S.; FISCHER, H.; PUSCH, M. T. Regulation and Seasonal dynamics of extracellular enzyme activities in the sediments of a large lowland river. **Microbial Ecology**, v. 50, p. 253-267, 2005.

WILLIAMSON, C. E.; MORRIS, D. P.; PACE, M. L.; OLSON, O. G. Dissolved organic carbon and nutrients as regulators of lake ecosystems, resurrection of a more integrated paradigm. **Limnology and Oceanography**, v. 44, n. 3, 795-803, 1999.

RUIVO, M. L. P.; PEREIRA, S. B.; BUSSETI, E. P. C.; COSTA, R. F.; QUANZ, B.; NAGAISHI, T. Y.; OLIVEIRA, P. J.; MEIR, P.; MALHI, Y.; COSTA, A. C. L. Propriedades do solo e fluxo de CO_2 em Caxiuanã, Pará: experimento LBA-Esecaflor. In: KLEIN, E. L.; VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, M. L. (Orgs.). **Contribuições à geologia da Amazônia**, v. 3. Belém: SBG-Núcleo Norte, 2002. p. 291-299.

SALONEN, K.; KANKAALA, P.; TULONEN, T.; HAMMAR, T.; JAMES, M.; METSÄLÄ, T. R. ;ARVOLA, L. Planktonic food chains of a highly humic lake. A mesocosm experiment in summer during dominance of heterotrophic processes. **Hydrobiologia**, v. 229, n. 1, p. 143-157, 1992.

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DOS AMBIENTES FLUVIOLACUSTRES DE CAXIUANÃ

Daniel Marcos Bentes de Melo
Alex Vladimir Krusche
Maridalva Mendes Ribeiro
Ayamy da Costa Migiyama
Maria Emília da Cruz Sales
José Francisco Berrêdo
Alana Kasahara Neves

INTRODUÇÃO

Originalmente como a "ciência dos lagos", a limnologia atual abrange também o estudo das águas fluviais. Esta ciência é responsável pelo esclarecimento da relação de dependência entre os ambientes terrestres e aquáticos, através da pesquisa de aspectos não somente bióticos, mas também de características físicas e químicas, uma vez que atuam sobre a composição das comunidades e sofrem alterações em função do seu metabolismo (SIOLI, 1965).

Alguns processos que ocorrem nos ambientes aquáticos, como fotossíntese e respiração, são capazes de causar mudanças em variáveis físico-químicas como, por exemplo, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica. Estas, além de variarem para cada corpo d'água, também variam em diferentes áreas de um mesmo rio ou lago, de forma que estudar o comportamento das mesmas é fundamental para a compreensão da dinâmica da biota aquática (SÁNCHEZ-BOTERO et al., 2001).

Ademais, as diferenças dessas variáveis, em função dos diversos padrões geológicos e ecológicos (DEVOL; HEDGES, 2001; MELACK; FORSBERG, 2001), geram uma grande heterogeneidade de ambientes, à qual se atribui a principal causa para as adaptações da ictiofauna amazônica (JUNK et al., 1989) e, consequentemente, a elevada biodiversidade da bacia do rio Amazonas, que possui um quantitativo de 2000 espécies de peixes (WINEMILLER et al., 2005).

Cunha-Satino e Bianchini-Júnior (2004) demonstraram a ação do potencial hidrogeniônico (pH) como um fator fisiológico importante para o desenvolvimento de comunidades aquáticas, visto que a maioria dos micro-organismos não se desenvolveram em valores extremos de pH, em função da quebra por hidrólise de componentes celulares e/ou da desnaturação de proteínas. Da mesma forma, valores muito baixos de pH induzem diversas mudanças químicas, tendo como resultado variações fisiológicas e comportamentais dos organismos (ALLAN; CASTILLO, 2007). Por consequência, em virtude destas alterações ocasionadas tanto no comportamento de indivíduos, quanto na composição da biota aquática, o pH também é capaz de influenciar importantes ciclos biogeoquímicos (FRAGOSO JR et al., 2009).

Temperatura e concentração de oxigênio dissolvido são os parâmetros físico-químicos que comumente apresentam maior oscilação diária, dada a variação da radiação solar e do metabolismo da comunidade e, desta forma, podem alterar de modo mais significativo a composição da mesma, uma vez que afetam a produtividade e o comportamento dos organismos aquáticos (CLETO-FILHO, 2006; ESTEVES, 1998; JUNK, 1997).

Dentre essas variáveis, a distribuição de oxigênio dissolvido apresenta maior importância, em virtude de sua elevada oscilação nos ecossistemas aquáticos, com períodos de hipóxia e anóxia, e, assim, pela resposta do metabolismo da comunidade e pelo desenvolvimento de adaptações fisiológicas e morfológicas (ALMEIDA-VAL et al., 1995; VAL, 1995), como a respiração aérea – que é identificada em muitas espécies de peixes da Amazônia (SOARES et al., 2006; SOARES; JUNK, 2000; STEVENS; HOLETON, 1978).

Desta forma, este estudo tem como objetivo caracterizar os padrões limnológicos da região de Caxiuanã e as suas variações em função da hidrologia, geologia e geomorfologia, e identificar possíveis consequências ecológicas dos padrões observados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo faz parte de um amplo projeto de pesquisa biogeoquímica que visa à compreensão da dinâmica do rio Curuá e do rio e baía de Caxiuanã, como parte dos esforços para efetuar o balanço do ciclo de carbono na Amazônia. Discutimos aqui apenas os resultados obtidos em coletas mensais (realizadas durante a manhã e tarde, em diferentes horários, a fim de verificar a variação do metabolismo), no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2009, nos pontos 2 e 3 do rio Curuá (RCu2 e RCu3), em 1 ponto no rio Caxiuanã (RCx) e em 1 ponto na baía de Caxiuanã (BC) (Figura 1). Os pontos foram selecionados de acordo com suas distinções ecológicas, geológicas e geomorfológicas:

- Rios Curuá e Caxiuanã: originários da planície sedimentar da bacia do rio Amazonas, com elevada concentração de compostos húmicos, cujos pontos distinguem-se em habitat sob influência de bancos de macrófitas (RCu2; profundidade de 2 m), de floresta de terra firme (RCu3; profundidade de 10 m); e de floresta de terra firme (RCx; profundidade de 8 m);
- Baía de Caxiuanã: corpo hídrico com presença abundante de fitoplâncton (não inventariado neste estudo), cujo rio formador (Anapu) origina-se no escudo do Planalto Brasileiro, drenando solos antigos do período pré-cambriano (BC; profundidade de 2 m).

As amostras foram coletadas com uma garrafa de Van Dorn (5 l) submersa até a profundidade de 0,5 m (referidas daqui em diante como superfície) e 60% da profundidade total da coluna d'água no ponto de amostragem (referidas daqui em diante como fundo). Para efetuar as medidas, os eletrodos foram colocados no fundo de uma proveta de 0,5 L e a água da garrafa foi transferida para o seu interior, criando um sistema de fluxo contínuo, sem contato com a atmosfera. As medidas de condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e temperatura foram feitas, respectivamente, com equipamentos portáteis das marcas VWR (Modelo 2052), Orion (Modelo 290 A+) e YSI (Modelo 55).

Adicionalmente, foram realizadas duas campanhas no ponto RCu3, nos meses de janeiro e setembro de 2008, para análise do padrão de variação nictemeral (coletas realizadas a cada 3 horas) dos parâmetros estudados, e comparação com os dados mensais. Neste caso, submergiu-se a garrafa de Van Dorn em quatro profundidades (0,5 m; 3,0 m; 5,5 m e 8,0 m).

Os dados de cota do rio foram obtidos a partir da estação Caiçara (Código ANA 19980000), localizada na confluência dos rios Curuá e Caxiuanã (ANA, 2011). Os dados foram mensurados por linígrafo e anotados em planilha diariamente por um observador. Para a apresentação e análises foram utilizadas as médias de dados dos 15 dias antecedentes à data da campanha de campo, a fim de reduzir a grande dispersão dos dados existente entre dias consecutivos, ocasionada pelo efeito de marés na região, que é observado apenas em parâmetros físicos (dinâmica de variação da cota do rio), conforme observado por Hida et al. (1997).

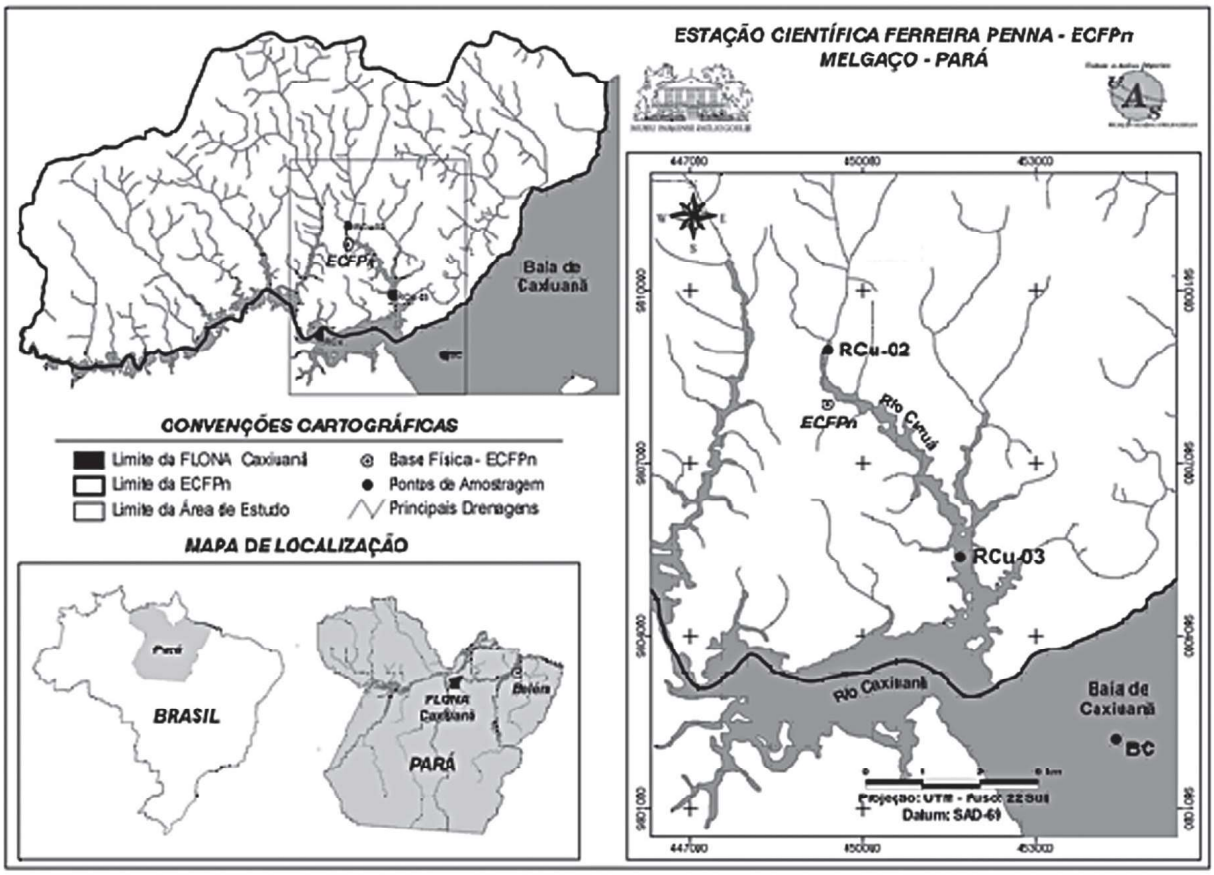


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem.

Análise estatística: inicialmente os dados foram testados para distribuição normal e homogeneidade das variâncias, empregando-se testes estatísticos de Shapiro-Wilk e F. Como os resultados não satisfizeram estas exigências, empregaram-se testes não paramétricos. Deste modo, os dados são apresentados em medianas e desvios interquartílicos; o teste U, de Wilcoxon, foi utilizado para avaliar as diferenças entre os pontos amostrais e os períodos de chuva e estiagem. Para as análises de correlação entre duas variáveis foi utilizado o teste r_s de Spearman. Para todas as análises foram adotados os níveis de significância de $p<0,05$. Estas ferramentas são integrantes do software livre "R" (VENABLES; SMITH, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados constituem as primeiras informações de pesquisas de longa duração a respeito dos aspectos físico-químicos das águas de Caxiuanã. Juntamente com os estudos relativos à geologia (COSTA et al., 1997; 2002), botânica (FERREIRA et al., 1997; LINS et al., 2002) e ictiologia (MONTAG et al., 2008, 2009a,b), tais informações são de fundamental importância para um conhecimento mais aprofundado das características ecológicas destes habitats e para a elaboração futura do plano de manejo para a região. As medianas dos parâmetros para cada ponto amostral estão contidas na Tabela 1.

Tabela 1. Mediana das variáveis físico-químicas nos principais corpos d'água da Flona Caxiuanã.

	CE (μS.cm^{-1})		pH		OD (mg.L^{-1})		Temp. (°C)	
Ponto	sup.	fun.	sup.	fun.	sup.	fun.	sup.	fun.
RCu2	14,8	18,7	4,5	4,3	3,7	2,0	30,1	28,0
RCu3	13,0	16,7	4,6	4,4	4,9	0,4	31,2	28,6
RCx	13,6	14,5	4,4	4,4	5,0	4,3	30,9	30,6
BC	14,7	14,3	6,3	6,3	6,7	6,2	30,9	30,0

Legenda: sup. = superfície; fun. = fundo.

A condutividade elétrica (CE) apresentou, em geral, valores muito baixos, com medianas de 14,00 ± 2,57 μS.cm^{-1} para as águas de superfície, e 16,14 ± 3,93 μS.cm^{-1} para as de fundo. O valor máximo de 24,90 μS.cm^{-1} foi obtido em novembro de 2009, no fundo do ponto RCu3, que se localiza próximo à foz do rio Curuá e possui a maior profundidade dentre os pontos amostrados. O valor mínimode 11,40 μS.cm^{-1} foi obtido em setembro de 2007, na superfície do ponto RCx localizado no rio Caxiuanã. Tais resultados indicam águas muito pobres em sais e, provavelmente, em nutrientes.

Observa-se, ainda, que enquanto houve uma tendência geral dos habitats profundos em exibirem valores maiores de CE em relação à superfície, na baía de Caxiuanã foi observado o padrão oposto, com valores de superfície e fundo muito próximos, mas geralmente mais elevados na superfície (Figura 2a-d). Nos setores dos rios, a maior profundidade e a maior influência da vegetação ribeirinha provocam um ambiente propício para a formação de estratos físico-químicos, pela redução da ação do vento como agente homogeneizador. Na baía, os movimentos neotectônicos ocorridos no Pleistoceno, com a consequente perda de força fluvial (COSTA et al., 2002), geraram um ambiente muito largo e raso, distinguindo-se, portanto, dos rios Curuá e Caxiuanã.

Conforme pode ser observado na Figura 2, nos rios Caxiuanã e Curuá foram obtidas correlações significativas entre CE e a cota do rio (Tabela 2), indicando que nestes ambientes a sazonalidade da hidrógrafa atua de modo mais expressivo como fator de controle químico, a partir da lixiviação de ácidos e íons orgânicos (dados de carbono orgânico dissolvido em Melo et al. (2013, neste livro) contidos no solo da bacia de drenagem (MARKEWITZ et al., 2001), razão pela qual foram obtidos valores mais elevados nos rios, em comparação com a baía, cujas fracas correlações são consequência de um ambiente lêntico (COSTA et al., 1997; 2002), fortemente afetado pela remobilização dos sedimentos de fundo, que atuam como fonte de íons para a coluna d'água (MATOS et al., s.d., dados não publicados).

O potencial hidrogeniônico (pH) apresentou padrão distinto entre os rios Curuá e Caxiuanã, e a baía de Caxiuanã, sendo observados valores médios abaixo de 4,5 para os pontos situados nestes rios e acima de 6,0 para a baía. Este fato salienta a diferença entre estes corpos d'água: rios possuindo um caráter mais heterotrófico e provável predominância de aporte de matéria orgânica de origem terrestre, com teores mais elevados de ácidos orgânicos provenientes da decomposição e consequente redução do pH; a baía, cuja geologia difere dos rios analisados, apresentou valores que se assemelham a outros corpos d'água originários do Brasil central, tais como Tapajós (6,5) (ALMEIDA; MELO, 2009) e Tocantins (7,3) (KRUSCHE et al., s.d., dados não publicados). Ademais, a atuação da comunidade fitoplanctônica pode representar um fator de controle biogeoquímico, a partir do consumo de CO_2 dissolvido, observado por Melo et al. (2013, neste livro), alterando o sistema de carbonatos e, consequentemente, o pH (ALLAN; CASTILLO, 2007).

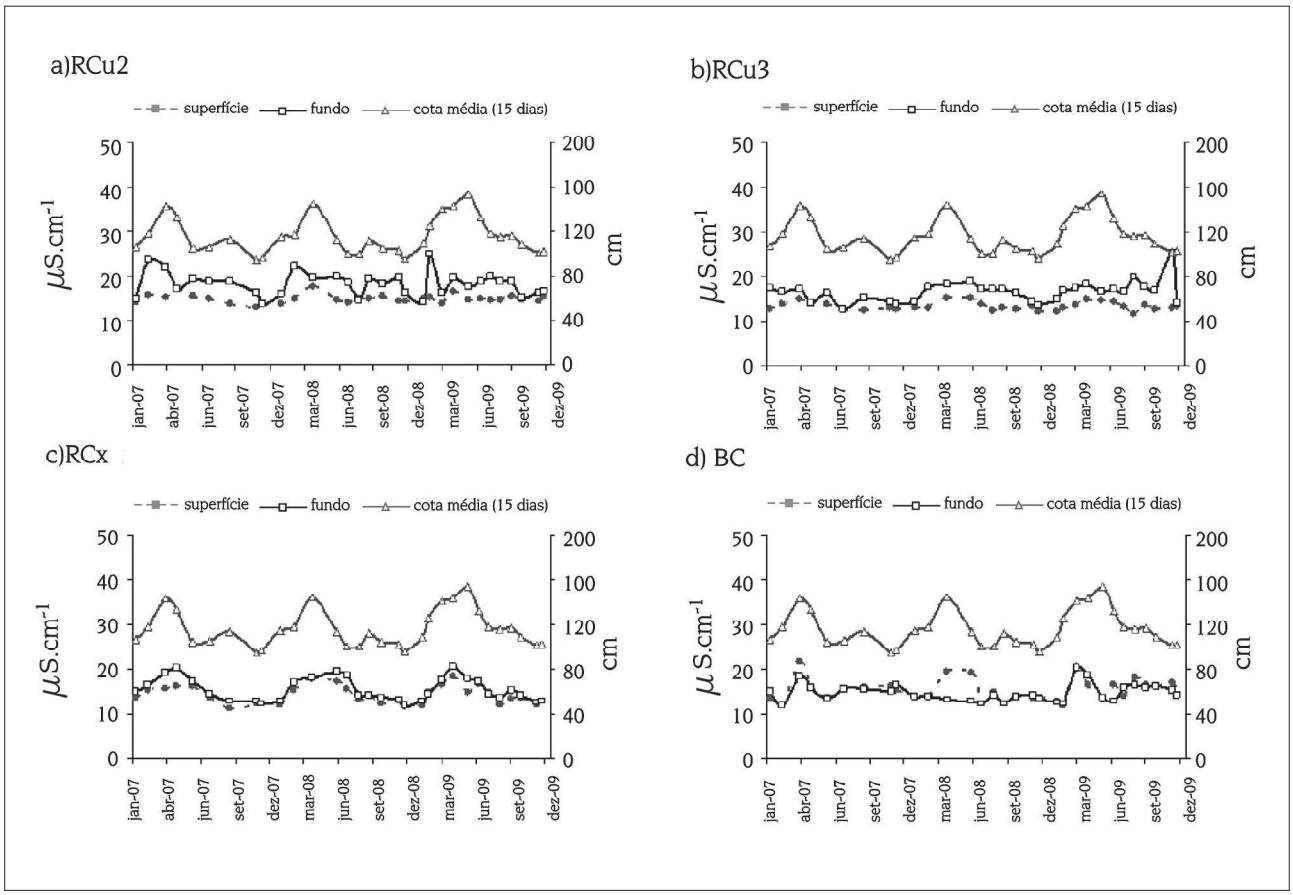


Figura 2a-d. Variação temporal da condutividade elétrica em trechos dos rios Curuá e Caxiuanã e da baía de Caxiuanã.

Tabela 2. Correlações de CE com a cota do rio (Spearman) para os pontos amostrados. Os números em negrito indicam valores significativos ($p < 0,05$).

		R	P
RCu2	topo	**0,4631**	**0,0114**
	fundo	**0,5174**	**0,0029**
RCu3	topo	**0,5354**	**0,0033**
	fundo	**0,3806**	**0,0347**
RCx	topo	**0,5590**	**0,0016**
	fundo	**0,6771**	**<0,0001**
BC	topo	**0,2097**	**0,2750**
	fundo	0,0851	0,6489

De modo contrário à condutividade elétrica, o pH apresentou relação inversa com o nível do rio, apresentando valores maiores durante os períodos de seca (menor cota) (Figura 3a-d), verificado para os pontos RCu2 (fundo), RCu3 (fundo) e BC (ambos) (Tabela 3). Este padrão opõe-se ao modelo comum observado para vários rios de diferentes continentes (HEM, 1989; MEYBECK, 2003), no qual o aumento do nível do rio está

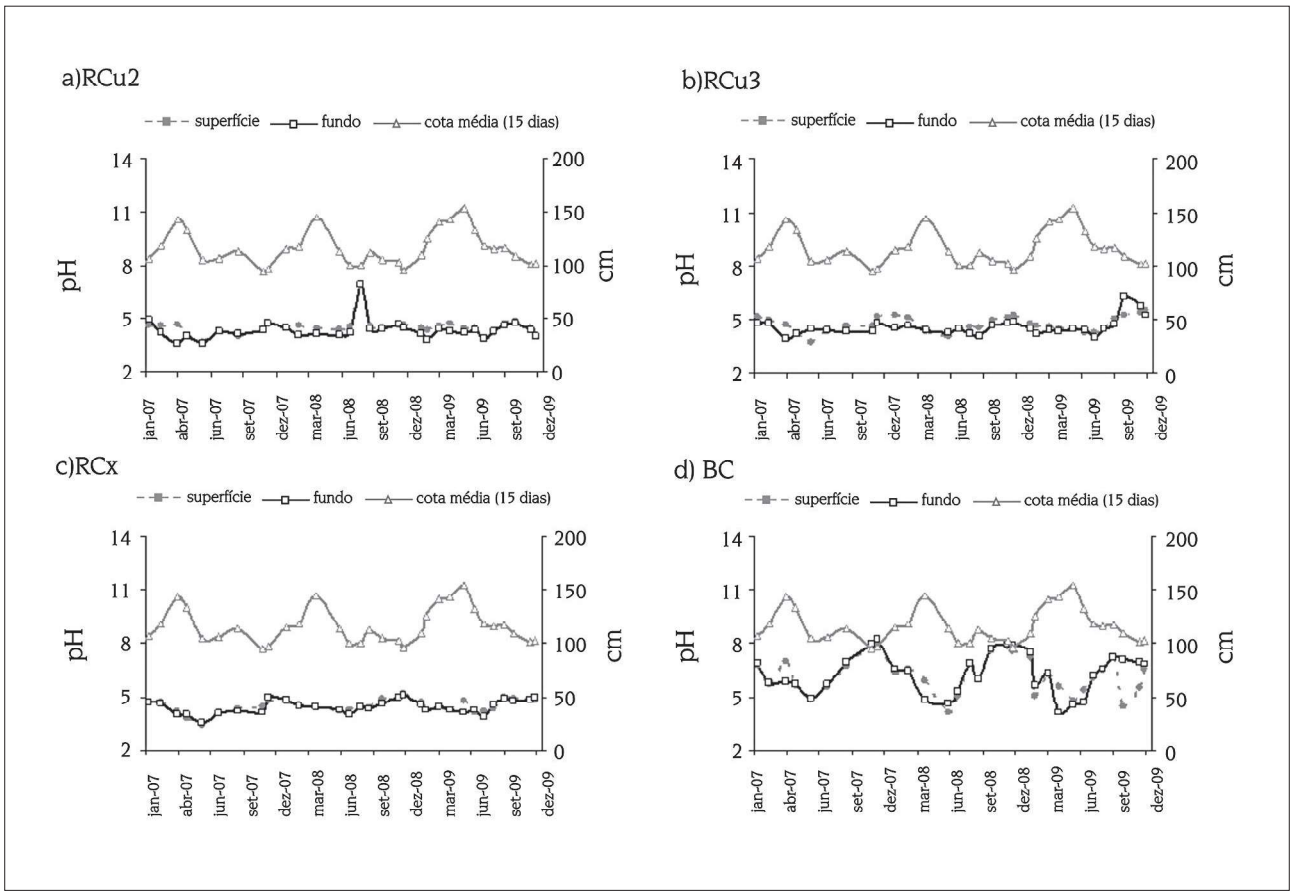


Figura 3a-d. Variação temporal do pH em trechos dos rios Curuá e Caxiuanã e da baía de Caxiuanã.

associado à redução conjunta dos valores de CE e pH. Esta distinção deve-se, provavelmente, à geologia local, marcada por solos muito intemperizados, tipicamente cauliníticos (COSTA et al., 2005, 2009; RUIVO et al., 2002), e à presença abundante de compostos húmicos, que conferem a coloração preta às águas da região, cujos ácidos e ânions orgânicos (ainda não mensurados nos corpos d'água da região) afetam pH e CE (ALLAN; CASTILLO, 2007; PERDUE; RITCHIE, 2003).

Tabela 3. Correlações de pH com a cota do rio (Spearman) para os pontos amostrados. Os números em negrito indicam valores significativos ($p < 0,05$).

		R	P
RCu2	topo	-0,0389	0,8380
	fundo	**-0,4229**	**0,0207**
RCu3	topo	**-0,3691**	**0,0455**
	fundo	**-0,4078**	**0,0261**
RCx	topo	-0,3419	0,0650
	fundo	-0,3273	0,0775
BC	topo	**-0,4452**	**0,0145**
	fundo	**-0,6472**	**0,0002**

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) é função do equilíbrio de fases entre a atmosfera e a água, e dos processos de fotossíntese e respiração, sendo fator limitante para a sobrevivência dos organismos aeróbicos (WETZEL, 1975). Portanto, a determinação da dinâmica de distribuição espacial e de variação temporal é primordial para a compreensão da distribuição, comportamento e crescimento fisiológico desses organismos.

Neste estudo, as maiores concentrações de oxigênio dissolvido foram observadas na baía de Caxiuanã, com valor máximo de 7,45 mg.L^{-1} (98,6 %) para o mês de julho de 2009, e mínimo de 3,67 mg.L^{-1} (77,4 %) em maio de 2008 (Figura 4a-d). Este mesmo padrão foi verificado no rio Caxiuanã, apesar de não apresentar ocorrência em abundância de fitoplâncton, como ocorre na baía, e possuir maior profundidade ($Prof_{total}$ = 8,0 m), o que dificulta a ação do vento como agente de homogeneização das camadas de água (ESTEVES, 1998).

Para os pontos localizados no rio Curuá foram constatados períodos frequentes de déficit de oxigênio, sendo comuns valores próximos ou menores que 1,0 mg.L^{-1}(H"14 %) durante todo o ciclo hidrológico, com mínimo de 0,05 mg.L^{-1} (0,7 %), no ponto RCu3 (Figura 4). Estes resultados indicam que as espécies que habitam esses setores devem ser adaptadas a condições de hipoxia e anoxia. Além disso, estes ambientes podem ser utilizados como refúgios contra predadores, conforme o observado por Anjos et al. (2008) no lago Catalão, que observaram um menor número de espécies piscívoras neste local, indicando que espécies de peixes migravam do rio Solimões à procura de abrigo.

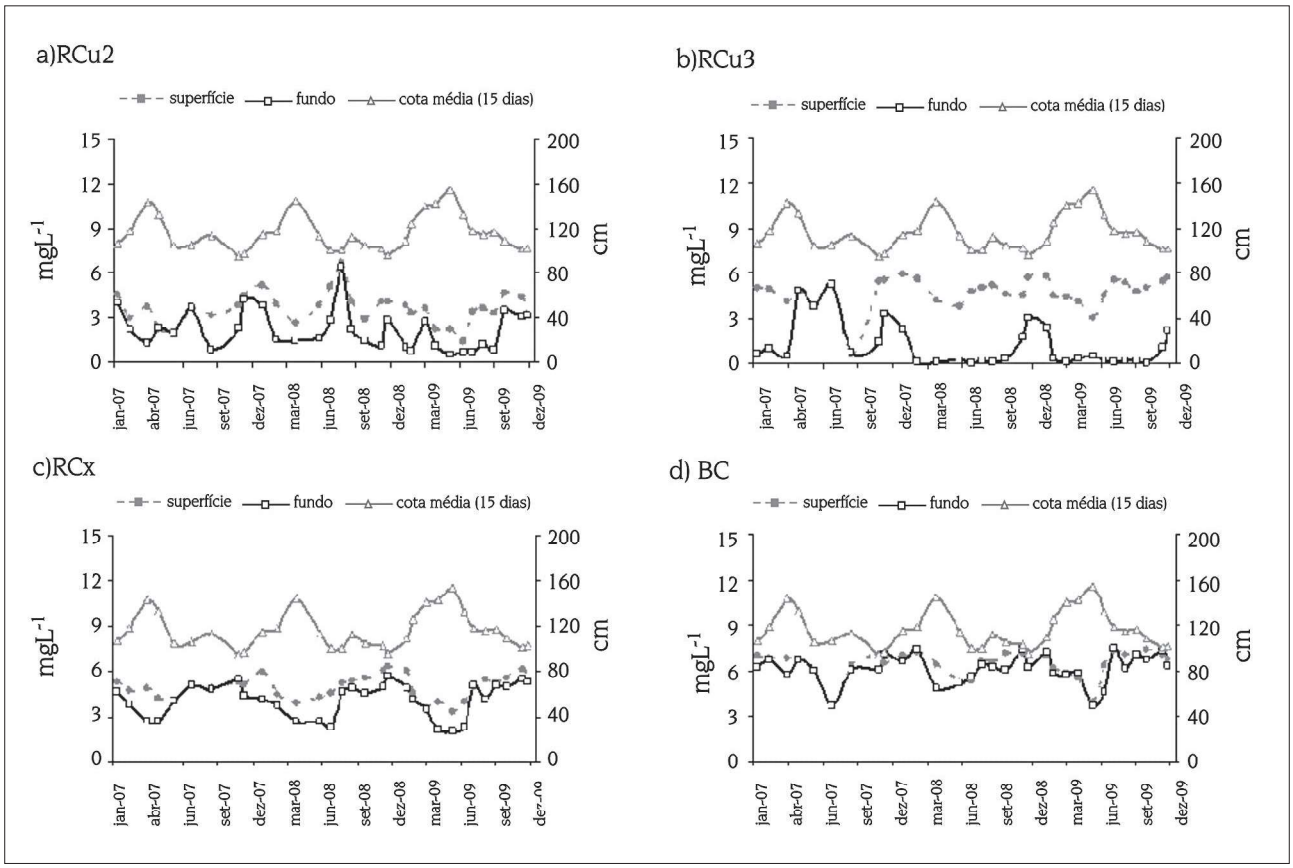


Figura 4a-d. Variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido em trechos dos rios Curuá e Caxiuanã e da baía de Caxiuanã.

Junk et al. (1997) comentam sobre adaptações de algumas espécies da ictiofauna amazônica presentes no lago Camaleão (Amazonas), onde, das 20 espécies listadas, 5 foram verificadas em Caxiuanã, a partir do levantamento ictiofaunístico de Montag et al. (2008, 2009). Este número pode ser ainda maior, em virtude da grande quantidade de espécies associadas a bancos de macrófitas flutuantes (fixas ao substrato ou livres) que estão presentes em locais do rio, como no ponto RCu2, e que tendem a formar habitats com déficit de oxigênio, devido à respiração e decomposição de raízes (WETZEL, 1975).

A temperatura da água apresentou variação de 24,7 a 33,3 °C (Figura 5a-d), com os menores valores obtidos no RCu2 (Kruskal-Wallis, topo: $H(3) = 20{,}258$; $p = 0{,}0001$ – fundo: $H(3) = 39{,}984$; $p < 0{,}0001$), em função do sombreamento efetuado por macrófitas, e deste ponto estar situado em um trecho de rio de menor largura, e, desta forma, sofre maior influência da floresta ribeirinha, que contribui com a redução do período de incidência direta de radiação solar sobre o rio.

Conforme pode ser observado nas Figuras 2-5, existe uma tendência geral das variáveis apresentarem diferenças com a profundidade nos rios Curuá e Caxiuanã, sendo este padrão estatisticamente significativo ($p < 0{,}05$) para todos os parâmetros analisados (Tabela 4). Estas diferenças entre as camadas de água de um mesmo perfil refletem a fraca homogeneidade da massa de água, com a formação de estratos distintos em físico-químicos.

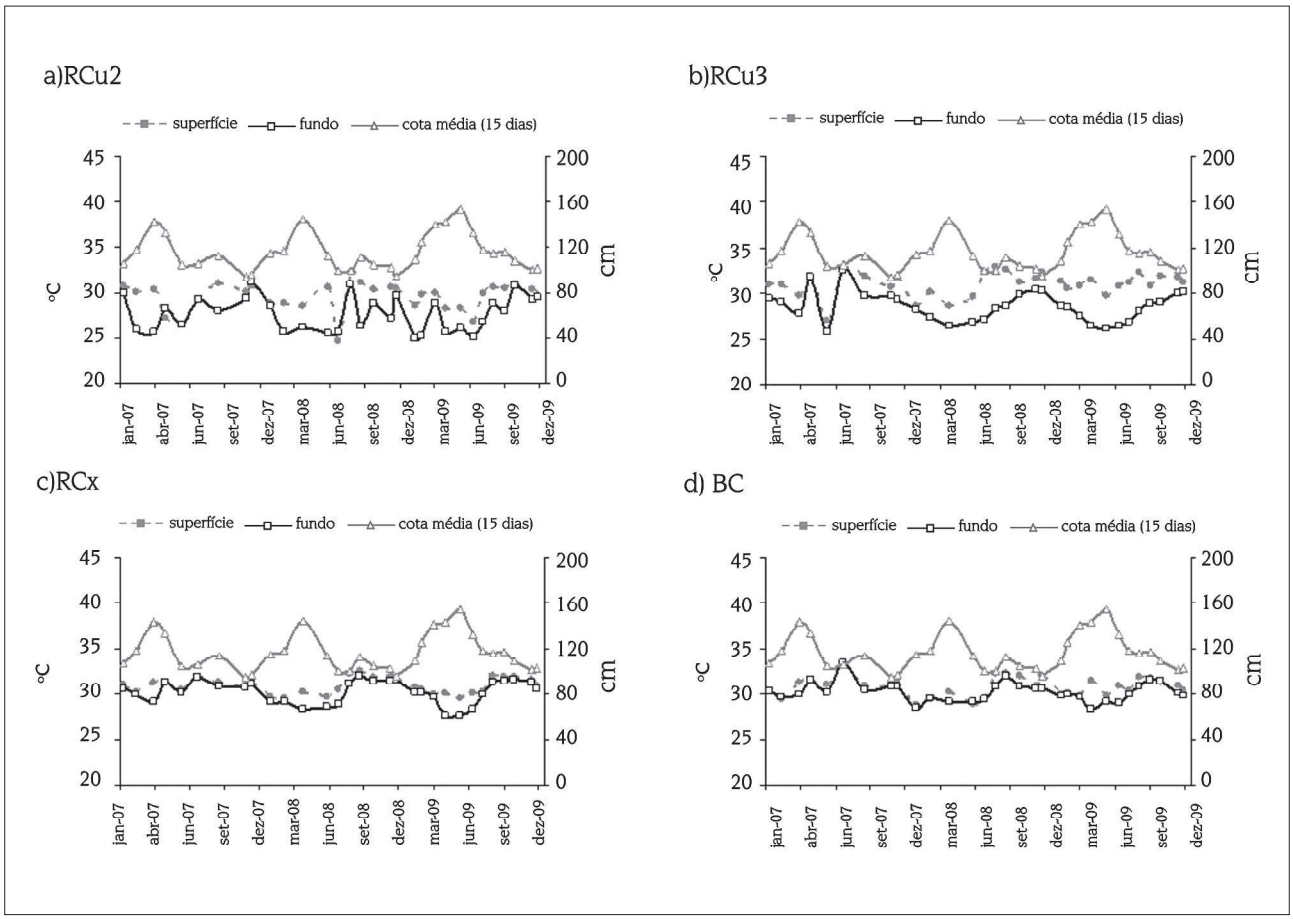


Figura 5a-d. Variação temporal da temperatura da água em trechos dos rios Curuá e Caxiuanã e da baía de Caxiuanã.

Tabela 4. Resultados da aplicação do teste estatístico de Wilcoxon, para verificação de estratos físico-químicos. Valores em negrito indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

	W	P	pH	W	P
CE					
RCu2	**99,5**	**< 0,0001**	**RCu2**	**596,5**	**0,0309**
RCu3	**70,5**	**< 0,0001**	**RCu3**	**591,5**	**0,0371**
RCx	319	0,0799	RCx	485	0,6100
BC	505,5	0,5638	BC	428	0,7506
OD			T°C		
RCu2	**778,5**	**< 0,0001**	**RCu2**	**743**	**0,0002**
RCu3	**880**	**< 0,0001**	**RCu3**	**809.5**	**< 0,0001**
RCx	**684,5**	**0,0042**	RCx	592	0,0677
BC	591	0,1214	**BC**	**629**	**0,0370**

Além da sazonalidade para avaliar os padrões de variação diários, foram realizadas duas campanhas adicionais na foz do rio Curuá (RCu3) nos meses de janeiro e setembro de 2008, período chuvoso e seco, respectivamente. A partir desta análise, é possível perceber o padrão de distribuição de concentração de oxigênio dissolvido e temperatura da água existente para este setor do rio em cada período sazonal (Figura 6a-d).

Durante o período chuvoso, a temperatura apresentou uma pequena diferença entre as profundidades da coluna d'água (< 1,0°C) ao longo das 24 horas estudadas, sem a formação de um gradiente térmico. Para a concentração de OD, foi observado um padrão mais saliente, sendo evidente a diferença entre as profundidades selecionadas, com um gradiente médio de – 0,4569 $mg.L^{-1}.m^{-1}$ ($R^2 = 0,921$; $p<0,0001$) e período crítico à meia-noite (hora = 0:05), quando as diferenças entre as camadas são mais acentuadas.

Durante o período seco, a redução da precipitação tende fazer com que as diferenças de temperatura subam, uma vez que a menor ocorrência de nuvens possibilita maior tempo de incidência solar sobre o meio hídrico (ESTEVES, 1998). Por consequência, em setembro de 2008, a temperatura apresentou diferenças significativas entre as camadas da coluna d'água, com diferença máxima de 3,7 °C, às 15: 08 h, havendo um padrão geral de redução da temperatura de acordo com a profundidade, com gradiente médio de – 0,3966 $°C.m^{-1}$ ($R^2 = 0,9757$; $p<0,0001$) e ocorrência de termoclina pela madrugada (02: 44 h) e manhã (08: 40 h).

O oxigênio dissolvido apresentou diferenças mais acentuadas para este mês, com valores inferiores a 0,5 $mg.L^{-1}$(H"7,0%) na camada mais profunda, em três períodos do dia, e obtido gradiente médio de – 0,6387 $mg.L^{-1}.m^{-1}$ ($R^2 = 0,922$; $p<0,0001$). Estes resultados indicam o estresse ao qual é frequentemente submetida a comunidade aquática, estando mais de 50% do dia exposta a condições anóxicas no fundo do rio. Este padrão tende a afetar diretamente o comportamento e distribuição de peixes (CRAMPTON, 1998), que podem utilizar esse habitat como refúgio contra predadores (ANJOS et al., 2008), bem como ficarem susceptíveis à predação, quando em ocorrências prolongadas desse estresse, devido à permanência por muito tempo na superfície (no caso de espécies de respiração aérea), estando, assim, facilmente sujeita à predação (NOGUEIRA et al., 2002).

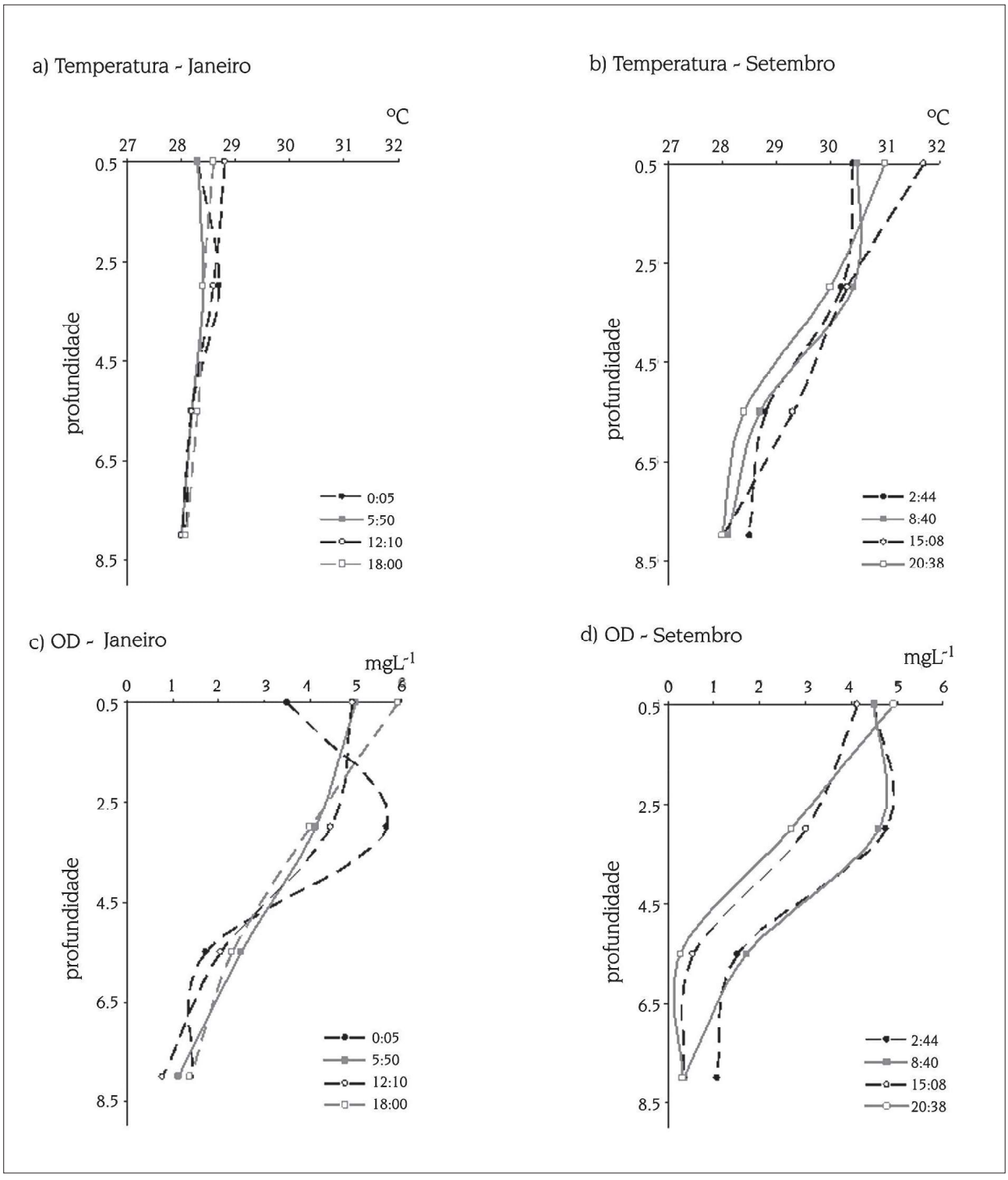


Figura 6a-d. Variação nictemeral da temperatura da água e oxigênio dissolvido, em trecho do baixo curso do rio Curuá, para dois períodos sazonais.

CONCLUSÕES E PESQUISAS FUTURAS

Os corpos d'água integrantes da área da Flona Caxiuanã caracterizam-se como ambientes fluviolacustres, nos quais as variações da hidrógrafa condicionam as variáveis físico-químicas, sendo ao mesmo tempo observadas diferenças estatisticamente significativas destas variáveis entre as profundidades, que é o reflexo da estratificação que ocorre nesses ambientes. A baía de Caxiuanã configurou-se como um ambiente distinto, dadas as suas características geológicas e em função dos eventos neotectônicos do Pleistoceno, que alteraram sua dinâmica de fluvial para lacustre, propiciando o desenvolvimento de uma densa comunidade fitoplanctônica, que aparenta influenciar a biogeoquímica local (ver dados de fluxo de CO_2 em MELO et al., 2013, neste livro), uma vez que a sua dinâmica não apresentou correlação significativa com os dados de cota do rio. As variáveis físico-químicas analisadas têm seu comportamento determinado por padrões mensais e diários, que provavelmente afetam a distribuição e comportamento da comunidade aquática.

As pesquisas aquáticas futuras devem ser orientadas para preencherem as lacunas ainda existentes, enfocando, por exemplo, estudos nictemerais mais detalhados, identificação de espécies de fito e zooplâncton e estudos integrados de biogeoquímica e ictiologia sobre comportamento e dinâmica das comunidades aquáticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências financiadoras FAPESP (Proc. N. 03/13172-2) e CNPq (Proc. N. 420199/05-5); ao Programa LBA, pelo financiamento e apoio logístico; à CAPES, pela concessão de bolsa de pós-graduação; a Diego Arruda Xavier, Patrícia Freitas Pereira e Otílio Othon Pires, pelo auxílio nas atividades de campo e a toda equipe e funcionários da ECFPn.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. **Stream ecology**: structure and function of running waters. 2. ed. Netherlands: Springer Press, 2007. 436 p.

ALMEIDA-VAL, V. M. F.; FARIAS, I. P.; PAULA-SILVA, M. N.; DUNCAN, W. P.; VAL, A. L. Biochemical adjustments to hypoxia by Amazon cichlids. **Braz. J. Med. and Biol. Res.**, v. 28, p. 1257-1263, 1995.

ANA-Agência Nacional de Águas. **Base de dados hidrológicos**. 2011. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 2 jan. 2011.

ANJOS, M. B.; OLIVEIRA, R. R.; ZUANON, J. Hypoxic environments as refuge against predatory fish in the Amazonian floodplains. **Braz. J. Biol.**, v. 68, n. 1, p. 45-50, 2008.

CLETO-FILHO, S. E. N. O clima e a vida no ambiente aquático. **Ciência Hoje**, v. 38, n. 224, p. 62-65, 2006.

COSTA, J. A. ; RODRIGUES, T. E.; KERN, D. C. Os solos da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: MPEG, 2009. p. 117-127.

COSTA, J. A.; RODRIGUES, T. E.; KERN, D. C.; SILVA, J. M. L. Classificação e distribuição dos padrões pedogeomórficos da Estação Científica Ferreira Penna, na região de Caxiuanã, no estado do Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, ser. Ciên. Nat., Belém, v. 1, n. 3, p. 117-128, 2005.

COSTA, M. L.; KERN, D. C.; BEHLING, H.; BORGES, M. S. Geologia In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: MPEG, 2002. p. 179-205.

COSTA, M. L.; MORAES, E.; BEHLING, H.; MELO, J.; SIQUEIRA, N.; KERN, D. Os sedimentos de fundo da baía de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém. Museu Paraense Emílio Goeldi. 1997. p. 121-137.

CRAMPTON, W. G. R. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric signal diversity of gymnotiform fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 53, p. 307-330, 1998.

CUNHA-SANTINO, M. B.; BIANCHINI-JÚNIOR, I. Humic substances mineralization: the variation of pH, electrical conductivity and optical density. **Acta Limnologica Brasileira**, v.16, n.1, p. 63-75, 2004.

DEVOL, A. H.; HEDGES, J. I. Organic matter and nutrients in the mainstem Amazon River In: McCLAIM, M. E.; VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E. (Eds.). **The biogeochemistry of the Amazon Basin**. New York: Oxford University Press, 2001. p. 275-306.

ESTEVES, J. F. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 575 p.

FERREIRA, L. V.; ALMEIDA, S. S; ROSÁRIO, C. S. As áreas de inundação. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: MPEG, 1997. p. 195-204.

FRAGOSO JR., C. R.; FERREIRA, T. F.; MARQUES, D. M. **Modelagem ecológica em ecossistemas aquáticos.** São Paulo: Oficina de Textos. 2009. 304 p.

FURCH, K. Water chemistry of the Amazon basin: the distribution of chemical elements among fresh waters. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon**: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Boston: W. Junk, 1984. p. 167-199.

HEM, J. D. **Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water**. 3 ed. [s.l.]: U. S. Geological Survey Water-Supply, 1989.

JUNK, W. J (Ed.).**The central Amazon floodplain**: ecology of a pulsing system. Berlin: Springer, 1997. 525 p.

JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; SAINT-PAUL, U. The fish. In: JUNK, W. J (Ed.). **The central Amazon floodplain**: ecology of a pulsing system. Berlin: Springer, 1997. p. 685-408.

JUNK, W.J.; BAILEY, P.B.; SPARKS, R.E.The flood-pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. (Ed.). Proceedings of International Large River Symposium. **Can. Spec. Pub. in Fish. andA quat. Sci.**, v. 106, p. 110-127, 1989.

LINS, A. L. F.; TOSTES, L. C. L.;VILHENA-POTIGUARA, R. C.; LOBATO, L. C. Macrófitas aquáticas. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: MPEG, 2002. p. 369-377.

MELACK, J. M.; FORSBERG, B. R. Biogeochemistry of Amazon Floodplain Lakes and associated Lakes.In: McCLAIN, M. E.; VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E. [Eds.]. **The biogeochemistry of the Amazon Basin**. New York: Oxford University Press, 2001. p. 235-274.

MEYBECK, M. Global occurrence of major elements in rivers. In: DREVERr, J. L. (Ed.). **Treatise on Geochemistry**. Oxford: Elsevier-Pergamon. 2003. v. 5. p. 207–223.

MONTAG, L. F. A.; FREITAS, T. M. S.; CASTRO, N. C.; WOLMAR, B. W.; BARTHEM, R. B. Ictiofauna: diversidade e conservação. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: MPEG, 2009a. p. 605-626.

MONTAG, L. F. A.; WOSIACKI, B. W.; BARTHEM, R. B. A ecologia da pesca na Floresta Nacional de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: MPEG, 2009b. p. 629-646.

MONTAG, L. F. A.; FREITAS, T.M.S.; WOSIACKI, W.B.; BARTHEM, R.B. Peixes da Floresta Nacional de Caxiuanã (municípios de Melgaço e Portel, Pará-Brasil). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, ser. Ciên. Nat., Belém, v. 3, n. 1, p. 11-34, 2008.

NOGUEIRA, F.; SILVA, R. L.; SILVA, A. J.; SOUZA, M. D.; BACHEGA, I. Seasonal and diel limnologicaldifferences in a tropical floodplain lake (Pantanal of Mato Grosso, Brazil). **Acta Limnol. Bras.**, v. 3, n. 14, p. 17-25, 2002.

PERDUE, E. M.; RITCHIE, J. D. Dissolved organic matter in fresh waters. In: DREVERr, J. l. (Ed.). **Treatise in geochemistry**. Oxford, Elsevier-Pergamon. 2003. v. 5. p. 273-318.

RUIVO, M. L. P.; PEREIRA, S. B.; BUSSETI, E. P. C.; COSTA, R. F.; QUANZ, B.; NAGAISHI, T. Y.; OLIVEIRA, P. J.; MEIR, P.; MALHI, Y.; COSTA, A. C. L. Propriedades do solo e fluxo de CO_2 em Caxiuanã, Pará: experimento LBA-Esecaflor. In: KLEIN, E. L.; VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, M. L. (Orgs.). **Contribuições à geologia da Amazônia**. Belém: SBG-Núcleo Norte, 2002. p. 291-299. v. 3.

SÁNCHEZ-BOTERO, J. I.; GARCEZ, D. S.; LOBÓN-CERVIÁ, J. Oxigênio dissolvido e temperatura em lagos da região de Ati Paraná-Solimões, Amazônia Central, Brasil. **Acta Limnol. Brasileira**, v.13, n.2, p. 45-51, 2001.

SIOLI, H. A limnologia e a sua importância em pesquisas da Amazônia. **Amazoniana,** v.1, p.11-35, 1965.

SOARES, M. G. M.; JUNK, W. J. Respiratory adaptations of five curimatid species (Teleostei, Curimatidae) to oxygen depletation in an Amazonian floodplain lake. **Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology**, v. 27, p. 1063-1069, 2000.

SOARES, M. G. M.; MENEZES, N. A.; JUNK, W. J. Adaptations of fish species to oxygen depletion in a central Amazonian floodplain lake. **Hydrobiologia**, v. 568, p. 353-367, 2006.

STEVENS, E. D.; HOLETON, G. F.T he partitioning of oxygen uptake from air and from water by the large obligate air-breathing teleostspirarucu(A*rapaima gigas*). **Can. J. Zool.**, v. 56, p. 974-976, 1978.

VAL, A.L. Oxygen transfer in fish: morphological and molecular adjustments. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, v. 28, p. 1119-1127, 1995.

VENABLES, W. N.; SMITH, D. M. **An introduction to R**. 2009. 100 p.

WETZEL, R. G. **Limnology**. Philadelphia: Saunders, 1975. 860 p.

WINEMILLER, K. O.; AGOSTINHO, A. A.; CARAMASCHI, E. P. Fishes. In: DUDGEON, D.; CRESSA, C. (Eds.). **Tropical stream ecology**. Amsterdam: Elsevier Science, 2005.

MONITORAMENTO AMBIENTAL DE CURSOS D'ÁGUA NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Maria de Fátima da Silva Pinheiro
Karla Tereza Silva Ribeiro
Maria Emília da Cruz Sales
Ayamy da Costa Migiyama

INTRODUÇÃO

Durante séculos, a água foi considerada como um recurso inesgotável. A partir do século XX, devido à aceleração do crescimento populacional, a água foi usada mais intensamente em atividades domésticas, agrícolas e industriais. Para garantir a sua conservação e sustentabilidade, há a necessidade do uso racional e equilibrado (VILLIERS, 2002).

A água recobre ¾ da superfície da Terra. Assim, a água doce corresponde a cerca de 2,5 % do volume total deste recurso, e apenas 0,27 %, aproximadamente, apresenta-se sob forma facilmente utilizável pelo homem, em rios e lagos (MAGALHÃES, 2004).

O Brasil possui a maior disponibilidade de água do mundo, 13,8% do escoamento médio mundial, com produção hídrica em torno de 182.170m^3 s^{-1}, porém, a sua distribuição é irregular entre as regiões. Aproximadamente 70 % da água disponível para uso está concentrada na região Norte, onde habita, em média, 7 % da população nacional (GALINDO, 2004).

Ambientalistas e pesquisadores do mundo todo advertem que a água doce existente no planeta não é um bem infinito. Esses recursos hídricos estão escasseando muito rapidamente devido ao aumento da população, o que gera, como consequência, o aumento da produção de esgoto doméstico, que na maioria dos aglomerados urbanos não é tratado e está sendo descartado "*in natura*" nos corpos hídricos (LIMA; KOLLNBERGER, 2004).

A compreensão da importância dos cursos d'água na Amazônia pode ser melhor entendida nos estudos de ocupação e desenvolvimento, nos quais se constata que até os anos 1960, a principal via de penetração na região acontecia através dos grandes rios de sua bacia hidrográfica (BENCHIMOL, 1995).

Desse modo, os rios, além de fazerem parte do caminho natural da região, são também fonte de subsistência de grande parte da população que vive às margens dos inúmeros rios e igarapés: ribeirinhos, caboclos, camponeses, pescadores e extratores, que manejam e extraem os recursos florestais e aquáticos, através dos quais se sustentam (DIEGUES, 1992; HIRAOCA, 1993). Entretanto, os problemas ambientais na região amazônica tornaram-se mais evidentes a partir da década de 1970, com os projetos desenvolvimentistas do governo federal para integrar a região ao restante do país (RIBEIRO, 2004). Isto provocou a ocupação desordenada, aumentando, assim, a pressão sobre os recursos naturais, e que hoje se refletem em impactos aos ecossistemas da região, particularmente ao aquático. Com a perda de igarapés e rios, as cidades restringem-se de sua base física e de sobrevivência de grupos humanos com qualidade de vida, uma vez que os cursos d'água utilizados pela população ribeirinha para consumo, atividades domésticas e de higiene

tornaram-se receptores de esgotos domésticos e efluentes industriais, além de produtos tóxicos e metais pesados oriundos das atividades antrópicas (RIBEIRO, 2004).

Esta situação torna-se mais agravante na área rural, uma vez que a grande parcela da população não tem acesso aos serviços básicos de saneamento, ressaltando que a região Norte é a região com a maior proporção de municípios (92, 9%) sem coleta de esgoto (IBGE, 2000). Uma das consequências do déficit sanitário do país são o estabelecimento e propagação de doenças de origem e veiculação hídrica, constituindo-se em agravos à saúde pública, como cólera, leptospirose, febre tifoide, salmonelose, disenteria bacilar, dengue, malária, esquistossomose, dentre outras (FEACHEM et al., 1983; OPAS, 2001).

Segundo Musa et al. (1999), o interesse mundial sobre a qualidade da água que é usada pela população está na associação entre água contaminada e transmissão de doenças infecciosas, sendo a contaminação microbiológica a que causa maior preocupação, por ser responsável pelas principais doenças infecto-parasitárias.

Por isso, a dificuldade de acesso à água de boa qualidade, particularmente nas áreas mais pobres, torna a população suscetível às doenças de transmissão hídrica, nas quais a água funciona como veículo do agente infeccioso (ARAÚJO; ALVES, 2004). Inúmeros casos de doenças e óbitos causados pela água contaminada comprovam o quanto é urgente, em todo o mundo, a garantia de acesso à água de boa qualidade.

Com o exposto, o eixo temático desta pesquisa encontra-se na interface saúde e ambiente, visando ampliar informações sobre as alterações antrópicas sobre os cursos d'água que drenam a Floresta Nacional de Caxiuanã (Flona Caxiuanã), considerada uma das poucas unidades de conservação da Amazônia Oriental. A região de Caxiuanã está localizada em terras dos municípios de Melgaço e Portel, ilha do Marajó, estado do Pará. Destaca-se que na ilha do Marajó são frequentes os relatos sobre surtos de febre tifoide associados à contaminação da água utilizada pela população, particularmente os habitantes das margens dos rios, que não têm acesso à água potável, como os ocorridos em Breves, Moju e Anajás (LOUREIRO et al., 2001; RAMOS, 2001). E na efetivação desta proposição, serão analisadas quanto à qualidade sanitária, amostras de água de rios e igarapés da bacia de Caxiuanã, com o objetivo de identificar fontes de contaminação e risco à saúde humana.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de amostragem: o presente estudo foi desenvolvido na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), localizada a 400 km a oeste de Belém, Pará, Brasil. Está situada na porção inferior do rio Anapu, entre os rios Tocantins e Xingu, na Amazônia Oriental, no município de Melgaço-Pará. Esta área pertence à Floresta Nacional de Caxiuanã (1°42'30"S; 51°31'45"W) e é administrada pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

O clima da região é do tipo Am (classificação de Köoppen), ou seja, tropical úmido, com precipitação pluviométrica de 450 mm em alguns meses do ano (fevereiro e março) e a ocorrência de um a dois meses (outubro e novembro) de pluviosidade inferior a 60 mm (SUDAM, 1973). A umidade relativa do ar média é de 87%, e a média anual de temperatura do ar é de 26,7°C, sendo o período de junho a novembro os meses mais quentes (COSTA; MORAIS, 2002; OLIVEIRA et al., 2002). A baía de Caxiuanã é um corpo d'água desprovido ou com pouco material em suspensão, sendo as águas límpidas e transparentes variando de tom verde (quando há muita matéria orgânica no período de muita chuva) ao preto, em época seca (COSTA et al., 2002).

A Flona Caxiuanã é formada por fraturas que foram alargadas pela erosão dos vertentes, aprofundadas pelas sucessivas regressões marinhas e "afogadas" pela subsequente elevação do nível do mar (IBGE, 1977). A oeste da baía de Caxiuanã, o relevo caracteriza-se por interflúvios extensos e tabulares, que constituem o divisor dos sistemas de drenagem dos rios Anapu e Xingu; e ao norte estão terrenos baixos, alagados, com furos ou canais, retilíneos a sinuosos, que interligam corpos d'água bloqueados, cujos complexos contornos indicam drenagens fluviais anteriores afogadas por esses bloqueios (COSTA et al., 2002).

A baía é de natureza lacustre, principalmente ao norte, onde a correnteza do rio Anapu foi atenuada pela barragem natural, formada pela deposição de sedimentos do Amazonas, que deu origem à baía. Esta alteração fez o rio Caxiuanã perder sua condição lótica ao ser represado pelas águas da baía, cuja correnteza neste local resultou na deposição de grande quantidade de sedimento em sua desembocadura, criando uma barragem natural subaquática e gerando ambientes quase lacustres (COSTA et al., 2002).

Os rios da baía de Caxiuanã têm sido classificados como rios de águas negras (SIOLI, 1984), devido a sua cor escura, pela pobreza de nutrientes e materiais em suspensão, e por sua composição catiônica (COSTA et al., 2002). O rio Curuá é um curso fluvial perene do tipo meandrante, com curvas levemente sinuosas, estreitas e irregulares, medindo cerca de 5 km de comprimento, alargando-se de 50 m na cabeceira, para 500 m na foz, e as profundidades variando de 3 a 9 m (MENDES et al., 2006).

Pontos e periodicidade da amostragem: no estudo ambiental realizado na Floresta de Caxiuanã visando o monitoramento de parâmetros microbiológicos e físico-químicos, foram realizadas coletas de água nos rios Curuá (RCU) e Caxiuanã (RCX), e na bacia de Caxiuanã (BC), no período de 2006 a 2008.

As amostras foram coletadas de forma manual, a 0,30 cm de profundidade, em frascos de polipropileno, com capacidade de 250 mL para as análises bacteriológicas, seguindo a preservação sob refrigeração. Os pontos de coleta foram estabelecidos visando abranger os ecossistemas ocorrentes na região, como igapó, várzea e terra firme.

Desse modo, foram selecionados os seguintes pontos de amostragem: a) o rio Curuá: RCU-01; RCU-02; RCU-02A; RCU-02B; RCU-03; RCU-04; b) na baía de Caxiuanã: o ponto BC, durante sete campanhas; c) a partir da oitava campanha foi adicionado um ponto RCX no rio Caxiuanã (Figura 1). Os pontos RCU-02A e RCU-02B (rio Curuá) foram abandonados por não apresentarem variações significativas em relação ao ponto RCU-02.

No Laboratório de Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFPA, um total de 90 (noventa) amostras de água superficial coletadas nos pontos monitorados nos rios Curuá e Caxiuanã, e na baía de Caxiuanã, foram analisadas quanto à presença de bactérias do grupo coliforme, indicadores sanitários da qualidade da água, para detectar fontes de contaminação de origem fecal e, consequentemente, o risco de contrair doenças veiculadas pela água de má qualidade.

Todos os procedimentos de coleta, conservação, transporte e análises bacteriológicas das amostras de água seguiram as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater*, 20th (APHA, 1998).

As medidas de pH, condutividade elétrica (C.E.), temperatura (T) e oxigênio dissolvido (O.D.) foram realizadas em campo, cujos métodos e equipamentos utilizados estão relacionados no Quadro 1.

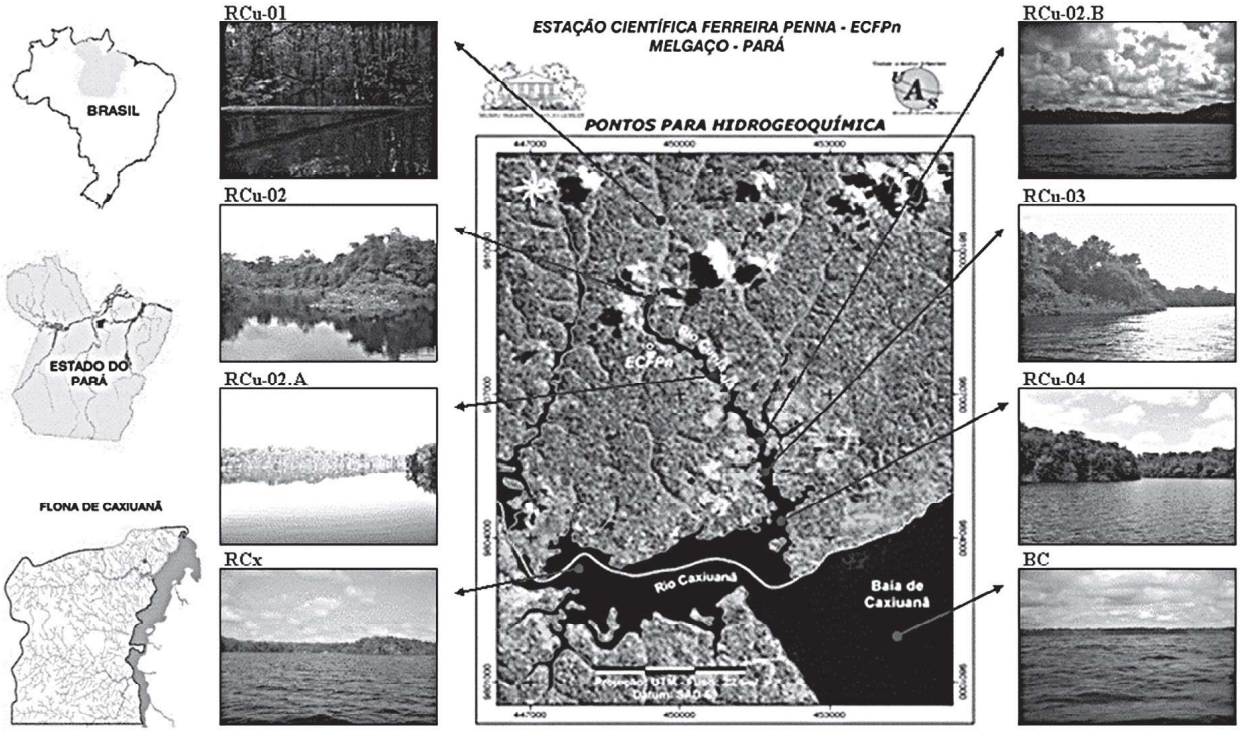


Figura 1. Mapa de localização da região de estudo e dos pontos de amostragem na Floresta de Caxiuanã, Melgaço, Pará Fonte: Unidade de Análises Espaciais (UAS/MPEG).

Quadro 1. Métodos e equipamentos utilizados em campo.

Parâmetros	Métodos	Equipamentos
pH	Potenciométrico	pHmetro ORION 290A+
C.E (μs/cm)	Condutimétrico	Condutivímetro VWR INTERNATIONAL
O.D (mg/L)	Oxidimétrico	Oxímetro, modelo 55DI,
T (°C)	Condutimétrico	pHmetro ORION 290A+

Análise estatística: na análise estatística foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para verificar diferenças na concentração de coliformes nos diferentes pontos de amostragem, considerando o nível de significância alfa = 0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, a Resolução Nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) dispõe sobre a classificação dos corpos d'água superficiais em águas doces, salobras e salinas, estabelecendo condições e padrões de acordo com os usos preponderantes (BRASIL, 2005). Desse modo, entre os parâmetros de qualidade dos cursos d'água da Floresta de Caxiuanã foi verificada a presença de bactérias do grupo

coliformes, ressaltando-se que os coliformes termotolerantes são micro-organismos diretamente associados à poluição por esgotos domésticos, uma vez que tais bactérias são provenientes do trato digestivo do homem e de animais homeotérmicos (BETTEGA et al., 2006). Nos estudos de monitoramento ambiental, a presença de coliformes indica contaminação por fezes e, consequentemente, a possibilidade de existir outros micro-organismos patogênicos (ASHBOLT et. al., 2001).

Assim, o monitoramento de parâmetros microbiológicos em cursos d'água na Floresta Nacional de Caxiuanã, no município de Melgaço, Marajó-Pará, foi realizado em parceria com pesquisadores da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi. Este estudo se concentrou na Floresta Nacional de Caxiuanã, no centro-oeste do estado do Pará, a 400 km de Belém, onde a instituição mantém a Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn). Nesta área foram selecionados três pontos amostrais, cujas campanhas foram realizadas no período de 2006 a 2008, visando à coleta de água nos rios Curuá (RCU) e Caxiaunã (RCX), e na baía de Caxiuanã (BC).

Na análise dos indicadores sanitários em 2006, observou-se que os valores médios de coliformes totais (CT) variaram de $2{,}8x10^3$ a $1{,}4x10^2$ NMP/100 mL, e para os coliformes termotolerantes (CTerm), a variação foi entre $8{,}3x10^2$ a $4{,}3x10^0$ NMP/100 mL. Os maiores valores de coliformes totais foram registrados nos pontos de amostragem RCU-01 e RCU-03, enquanto para coliformes termotolerantes foram nos pontos RCU-01 e RCU-02A, como ilustrado na Figura 2.

No monitoramento realizado em 2006, foi possível observar que a concentração dos indicadores de contaminação fecal foi maior no rio Curuá, considerado um rio de águas negras, e menores nos pontos localizados no rio e baía de Caxiuanã. Este fato pode estar relacionado, dentre outros fatores, à pouca profundidade do leito do rio Curuá e, consequentemente, o menor volume de água, possibilitando maior concentração de matéria orgânica em suspensão, nutrientes e micro-organismos.

Nos estudos realizados por Sioli e Klinge (1965) e Junk (1983), dentre outros sobre o ecossistema amazônico, revelam que o sistema hídrico da região não é uniforme, existindo diferenças significativas em relação à morfologia de seus leitos e, ainda, quanto às suas características químicas e biológicas. Neste enfoque,

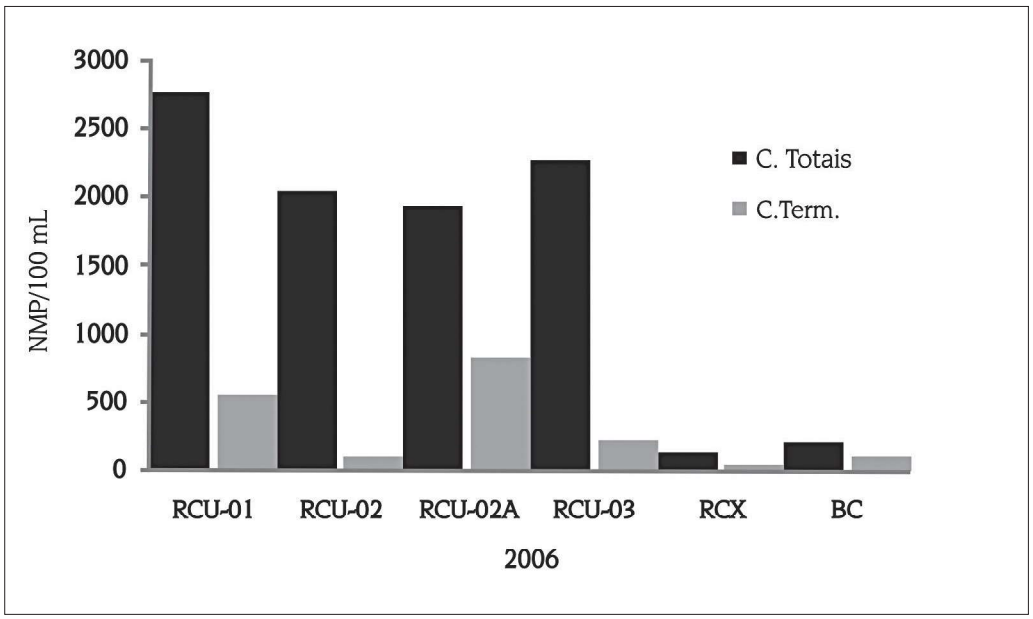


Figura 2. Valores médios de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTEM), no ano de 2006 em cursos d'água da Floresta de Caxiuanã, Melgaço-Pará.

ressalta-se que os rios da bacia de Caxiuanã têm sido classificados como rios de águas negras, devido à sua cor escura, pela pobreza de nutrientes e materiais em suspensão, por sua composição de íons e abundância de plantas aquáticas (COSTA et al., 2002; LISBOA, 1997).

Com relação aos períodos de amostragem, chuvoso e não chuvoso, foi observado que as bactérias do grupo coliformes foram mais frequentemente isoladas no período chuvoso (janeiro a maio). No teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, utilizado para observar diferenças na concentração de coliformes presentes nos diferentes pontos de amostragem. Em relação à sazonalidade, foi verificado diferença significativa ($p = 0,0253$) apenas para CTerm no ponto BC, localizado na bacia de Caxiuanã.

Na Figura 3 são apresentados os valores médios da concentração de coliformes totais e termotolerantes, no ano de 2007. A variação de CT foi de $7,2x10^3$ a $1,0x10^0$ NMP/100 mL, e de CTerm $1,9x10^3$ a $0,9x10^0$ NMP/100 mL. Vale destacar que, nesse período, a concentração dos indicadores microbiológicos de qualidade da água foram maiores, em relação ao ano de 2006, nos pontos RCU-01 e RCU-04.

Na análise estatística foi observada diferença significativa quanto à concentração de coliformes termotolerantes em relação à variação pluviométrica ($p = 0,0201$) no ponto RCU-02 (rio Curuá). Ressalta-se, também, que a partir da terceira campanha foram substituídos dois pontos de amostragem no rio Curuá, devido à proximidade dos pontos e pouca variação dos parâmetros analisados.

Em 2007, os pontos monitorados no rio Caxiuanã e na baía de Caxiuanã apresentaram índices menores de contaminação microbiana. Este fato pode estar relacionado às variações no volume de água nesses locais, e às diferenças de pluviosidade. Entretanto, outros fatores podem contribuir para as diferenças na concentração de micro-organismos, como a drenagem e o poder de diluição do corpo aquático (MONTAG et al., 2008).

Nos estudos realizados por Cunha et al. (2003) e Cunha et al. (2004) em diferentes cursos d'água no estado do Amapá, foi observado que durante o período chuvoso ocorreu um aumento na concentração de coliformes, havendo uma nítida diferença das concentrações médias durante os períodos de chuva (dezembro a junho)

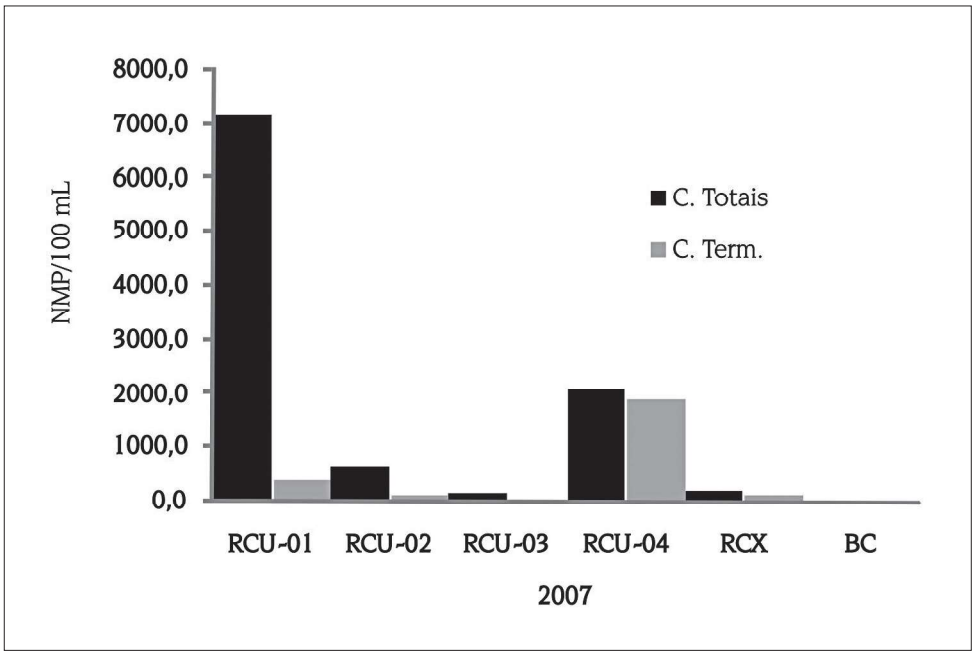


Figura 3. Valores médios de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTEM), no ano de 2007 em cursos dágua da Floresta de Caxiuanã, Melgaço-Pará.

e estiagem (julho a novembro), e que neste período aumenta também o risco de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

De acordo com o período de monitoramento realizado em 2008, os valores médios de coliformes totais e termotolerantes foram maiores no rio Curuá, nos pontos RCU-01 e RCU-04, enquanto no ponto RCU-03 os valores registrados foram menores, conforme a Figura 4.

Através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, foram observados valores significativos no ponto localizado na baía de Caxiuanã (BC), para coliformes totais (p= 0,02); para coliformes termotolerantes no rio Curuá, nos pontos RCU-02 (p=0,0143) e RCU-03 (p=0,0373); e no rio Caxiuanã (RXC) (p=0,0275), indicando diferença temporal significativa de coliformes.

Na Figura 5 observa-se a variação na concentração dos indicadores sanitários no período de monitoramento, destacando o ano de 2008 com os maiores índices, especialmente no rio Curuá, ponto RCU-01.

A diferença entre as concentrações de coliformes totais e termotolerantes, em relação aos pontos de amostragem, durante o período de monitoramento nos cursos d'água de Caxiuanã, foram estatisticamente significantes, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Diferença na concentração dos indicadores sanitários, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis, em cursos d'água da Floresta de Caxiuanã, Melgaço-Pará.

Ano	C. Totais	C. Termotolerantes
2006	p= 0.0114	p=0.0378
2007	p=< 0.0001	p=0.0002
2008	p=< 0.0001	p=0.0007

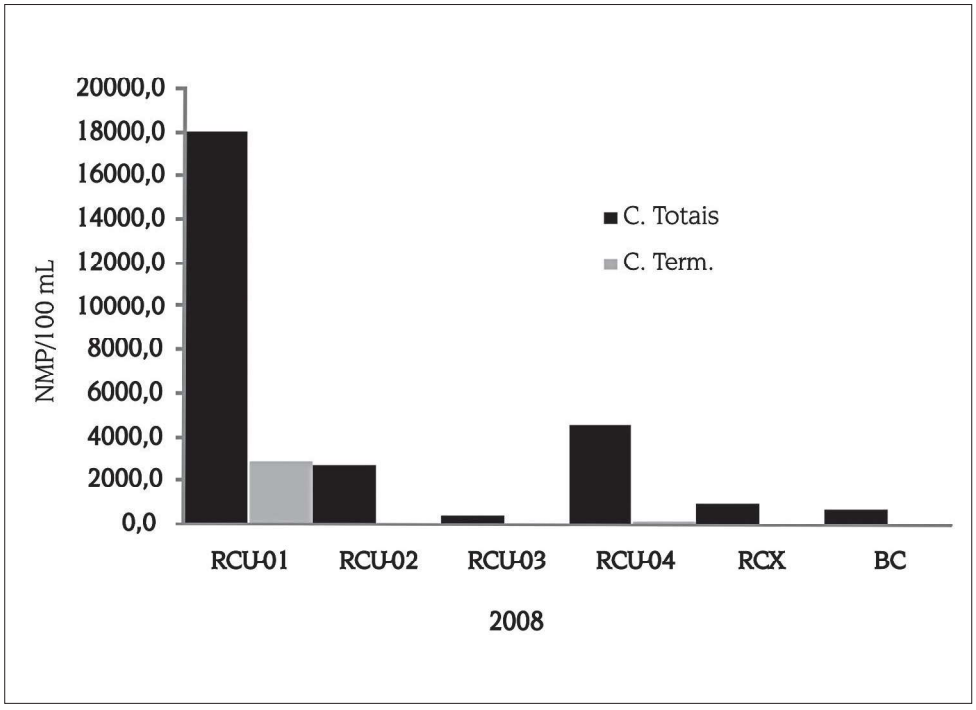


Figura 4. Valores médios de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTEM), no ano de 2008 em cursos d'água da Floresta de Caxiuanã, Melgaço-Pará.

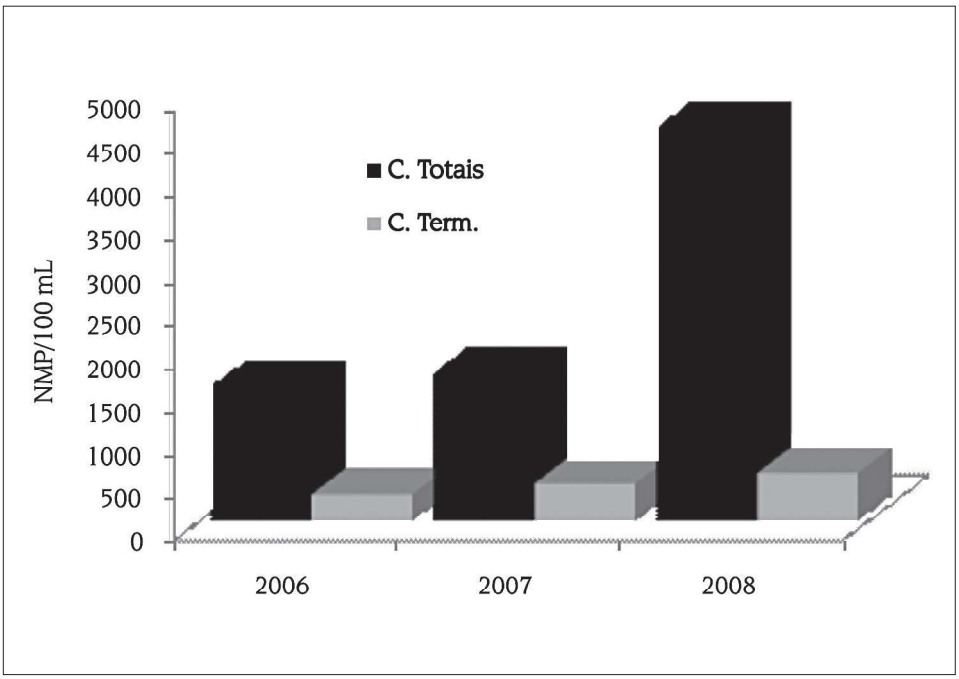


Figura 5. Concentração de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTEM) no período de 2006 a 2008, em cursos d'água da Floresta de Caxiuanã, Melgaço-Pará.

Nesse estudo, as concentrações de coliformes (totais e termotolerantes) apresentaram-se bastante variáveis ao longo do período de monitoramento. Em todos os pontos amostrados, foram encontrados indícios de contaminação, com exceção dos pontos RCX e BC. Entretanto, nos pontos monitorados no rio Curuá, os valores observados estão acima do limite estabelecido pela Resolução Nº 357/2005, do CONAMA, para Água Doce Classe 1 (1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL), referente à proteção da vida aquática, assim como para recreação de contato primário, de acordo com a Resolução Nº 274/2000 de Balneabilidade (BRASIL, 2000, 2005).

No que se refere ao enquadramento dos cursos d'água monitorados na Floresta de Caxiuanã, em classes, de acordo com os usos preponderantes previstos na Resolução Nº 357/2005, do CONAMA, em 2006 os valores de coliformes termotolerantes nos pontos RCU-02, RCX e BC foram enquadrados na Classe 1 para Águas Doces; e os demais, na Classe 2, considerando o uso para o consumo humano após tratamento simplificado.

Considerando a finalidade de uso para recreação de contato primário (balneabilidade), conforme a Resolução Nº 274/2000, os pontos monitorados foram classificados em condições excelente (RCU-02, RCX e BC), muito bom (RCU-01 e RCU-03) e satisfatório (RCU-02A). Em 2007, o enquadramento dos cursos d'água e condições de balneabilidade foram semelhantes. Entretanto, no ano de 2008, apenas o ponto RCU-01 foi enquadrado na Classe 3 para Águas Doces; e os demais, na Classe 1.

Por fim, em relação à Portaria Nº 518/2005 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de qualidade para o consumo humano, a confirmação de *Escherichia coli*, principal indicador da presença de lançamento de dejetos humanos e de animas homeotérmicos no corpo hídrico, sugere risco potencial do uso da água para o consumo humano, uma vez que em 150 amostras de água analisadas foram identificados 1.454 isolados de coliformes, e em 25% foi confirmada a presença desta bactéria.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DOS CURSOS D'ÁGUA DA FLORESTA DE CAXIUANÃ

O comportamento da comunidade biológica em um corpo aquático pode ser influenciado por fatores físico-químicos, principalmente quando se tratam de micro-organismos, já que eles são mais vulneráveis a mudanças no meio onde vivem. Por outro lado, seus metabolismos podem também determinar os parâmetros físico-químicos da água, já que os processos de respiração e fotossíntese são capazes de alterar o pH, a condutividade elétrica, os nutrientes e o oxigênio dissolvido na água (BARBOSA et al., 1988; HUSZAR et al., 2006; SÁ-JÚNIOR; SIMPAÚBA-TAVARES, 1997).

A temperatura é um fator fundamental para determinar o comportamento da comunidade biológica em um ambiente aquático, pois as diferenças entre a temperatura nas profundidades do rio/lago geram diferenças de densidade na água, cuja barreira física dificulta tanto a passagem de nutrientes e oxigênio, como de micro-organismos que não possuem estruturas adaptadas à locomoção (ESTEVES, 1988). Por outro lado, a temperatura pode influenciar nos metabolismos dos organismos não endotérmicos, uma vez que as suas taxas metabólicas dependem da temperatura externa (RICKLEFS, 1996).

Nos pontos amostrados, mediram-se temperaturas variando entre 24,2°C, no RCu-01, a 33,6 °C, no RCu-03, o que mostra uma amplitude de mais de 9 °C entre as estações. Os rios, em Caxiuanã, têm característica lacustre. Desta forma, a água parada aumenta a exposição aos raios solares, e quanto maior a largura do rio, maior a área de contato. Assim, a temperatura da água foi maior da nascente à desembocadura (Figura 6).

A condutividade elétrica é indicativa de íons dissolvidos na água, também sendo influenciada por substâncias húmicas dissolvidas. Em Caxiuanã, as águas são pobres em nutrientes devido à intensa lixiviação sofrida nos solos da região (COSTA et al., 2002). Desta forma, a média da C.E. nos pontos amostrados esteve abaixo de 20 μS.cm^{-1}, sendo maior no ponto RCU-01, por este ponto apresentar muita matéria orgânica em seu leito (Figura 7).

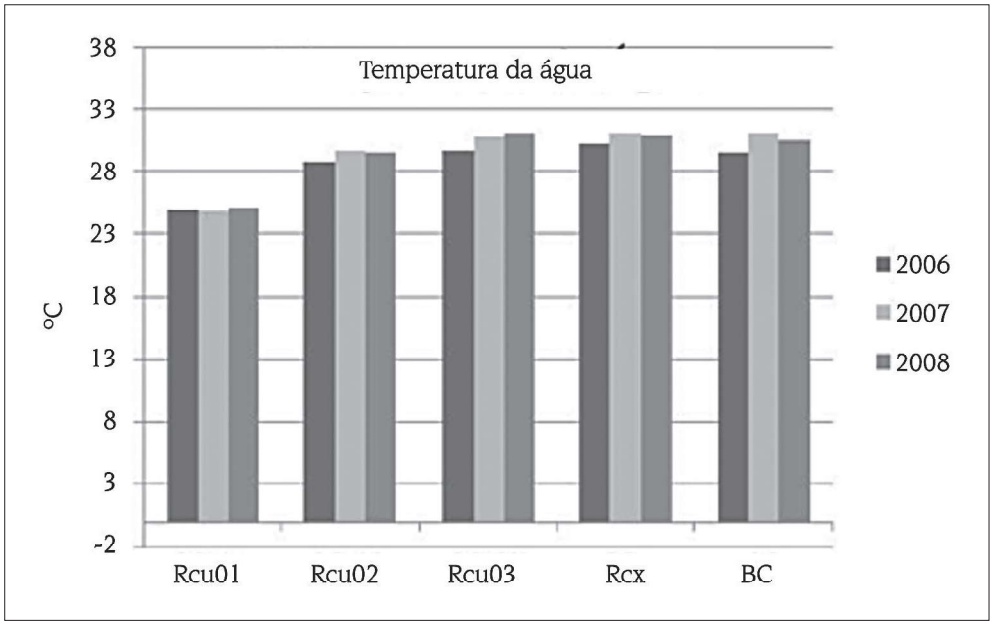


Figura 6. Valores médios de temperatura para o período de 2006 a 2008, em cursos d'água da Floresta de Caxiuanã, Melgaço-Pará.

As águas ácidas são típicas de áreas constituídas por solos muito lixiviados, como os Latossolos Amarelos presentes em Caxiuanã. Estes solos de terra firme, na Amazônia, apresentam uma faixa de pH entre 4,0 e 5,5, e pequena capacidade de tamponamento – ausência de carbonatos e bicarbonatos (ESTEVES, 1988).

Desta forma, as médias dos valores de pH (Figura 8) apresentaram-se abaixo de 7, corroborando também os estudos de FURCH (1984), nos quais as águas pretas são identificadas como ácidas (água preta). Entretanto, ao se aproximar da baía de Caxiuanã, as águas vão se tornando mais neutras, o que indica uma dinâmica diferenciada à medida que se desce o rio: por um lado, a influência alóctone da matéria orgânica advinda

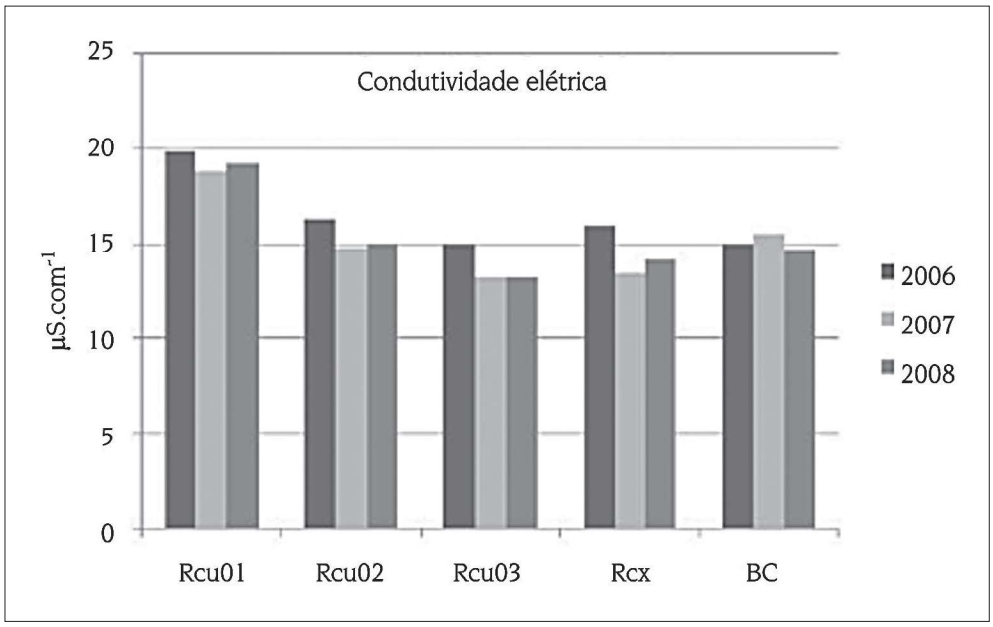


Figura 7. Valores médios de condutividade elétrica para o período de 2006 a 2008, em cursos d'água da Floresta de Caxiuanã, Melgaço-Pará.

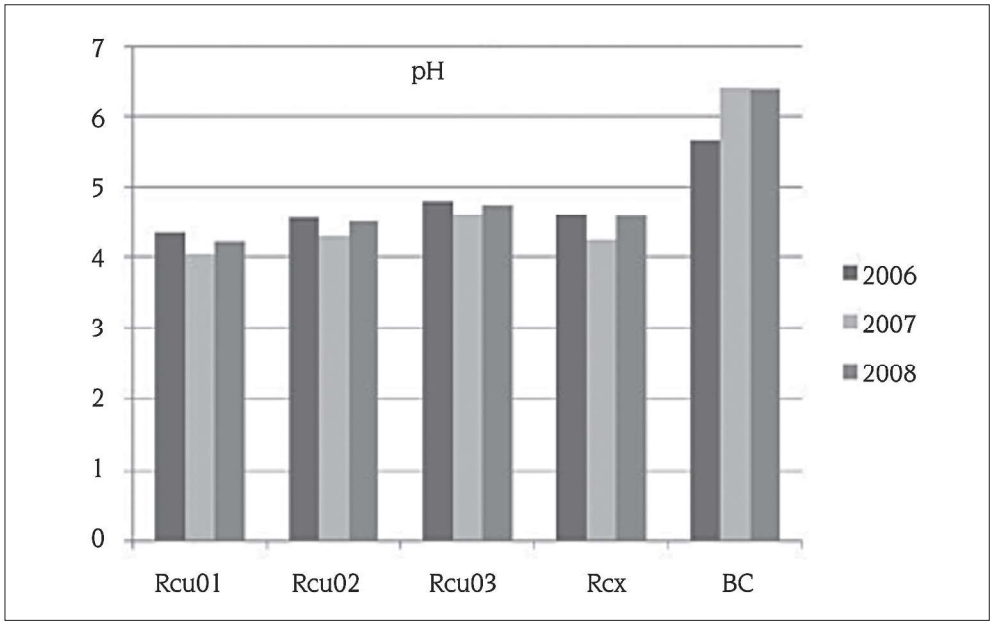


Figura 8. Valores médios de pH para o período de 2006 a 2008, em cursos d'água da Floresta de Caxiuanã, Melgaço-Pará.

da floresta se torna menor em relação ao volume de água, haja vista que o corpo hídrico alarga-se de montante a jusante. Ademais, na baía de Caxiuanã, como relatado por Costa et al. (2002), há presença visual de florações fitoplanctônicas, que metabolizam o gás carbônico dissolvido na água, diminuindo os íons H^+, o que, consequentemente, aumenta o pH, de acordo com o sistema carbonato (BAIRD, 2002).

Desta maneira, o oxigênio dissolvido apresentou o mesmo padrão que o pH (Figura 9), aumentando no sentido do rio. Como o equilíbrio dos gases oxigênio e carbônico são inversamente proporcionais (ESTEVES, 1988), o mesmo consumo de CO_2 promovido pelos fitoplanctons produz O_2 na água.

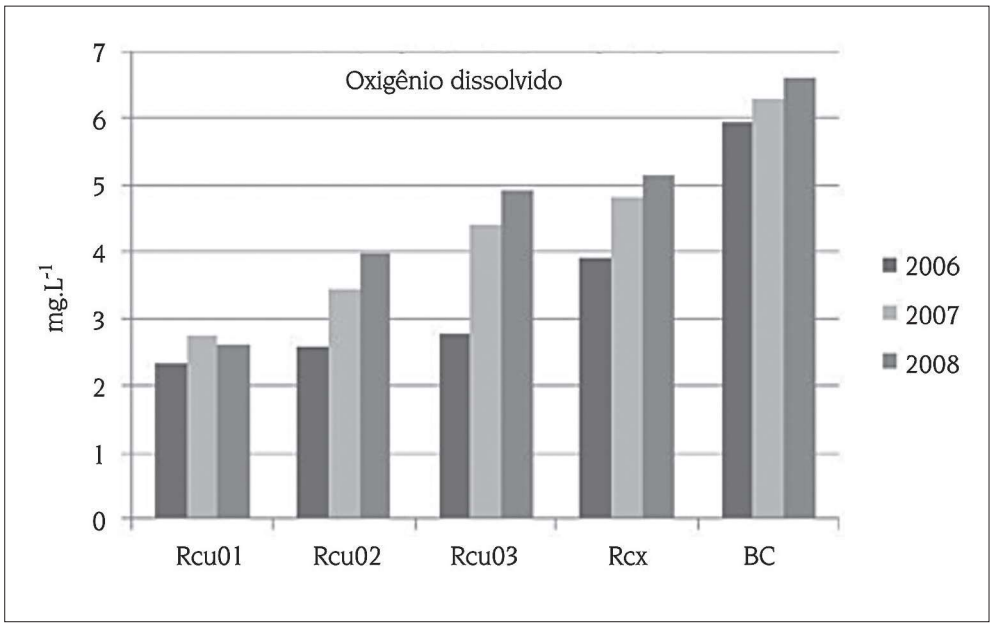


Figura 9. Valores médios de oxigênio dissolvido para o período de 2006 a 2008, em cursos d'água da Floresta de Caxiuana, Melgaço-Pará.

CONCLUSÕES

Os cursos d'água da Floresta de Caxiuanã monitorados neste estudo apresentam-se dentro dos padrões de qualidade, segundo a Resolução nº. 357/2005, do CONAMA, e com pouca influência antrópica, exceto na área de rio Curuá, cujas ações de vigilância ambiental devem ser sistemáticas, assim como medidas de educação ambiental, com o objetivo de orientar a população quanto à disposição dos dejetos oriundos dos domicílios localizados nas margens dos rios, e assim contribuir para a mudança de hábitos da população local.

Porém, a presença de E*scherichia coli* na água indica um risco potencial da existência de micro-organismos patogênicos associados às enfermidades hídricas, e o monitoramento da qualidade desta água para fins de consumo humano seria a mais importante medida para reverter esta situação de risco à saúde pública.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências financiadoras FAPESP (proc. 03/13172-2) e Milênio/CNPq (proc. 420199/05-5); ao Programa LBA, pelo financiamento e apoio logístico; a José Francisco Berrêdo, Patrícia Freitas Pereira, Maridalva Mendes Ribeiro e Otílio Othon Pires, pela coordenação e auxílio nas atividades de campo; a toda a equipe e funcionários da ECFPn e aos bolsistas do Instituto de Ciências Biológicas da UFPA e a Daniela Mayumi Kiyatake.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, B. A. V.;ALVES, Z. S. **Avaliação microbiológica em cursos d'água na Ilha do Combu e igarapé do Tucunduba, localizados no município de Belém-Pará**. 2004. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-AP. **Standard methods for the examination of water and wasterwater.** 20. ed. Washington: APHA, 1998.

ASHBOLT, N. J.; GRABOW, W.O.K.; SNOZZI, M. Indicators of microbial water quality. In: **Water quality guidelines, standards and health**: assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. London: WHO, 2001.

BAIRD, C. **Química ambiental.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARBOSA, F. A .R.; TORRES, G. E.; COUTINHO, M. E. Ciclo anual de temperatura e sua influência nas variações sazonais de alguns parâmetros físico-químicos e da clorofila e feoftina A na lagoa Carioca – Parque Florestal do Rio Doce, MG. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 2, n. 1, p. 129-151, 1988.

BENCHIMOL, S. O homem e o rio na Amazônia: uma abordagem eco-sociológica. In: COSTA,J.M.M. (Org). **Amazônia**: desenvolvimento econômico, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade de recursos naturais. Belém: UFPA; NUMA, 1995. p. 191-264.

BETTEGA, J. M. P. R.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C. A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 30, n.5, p. 950-954, 2006.

BRASIL. **Resolução No. 274, de 29 de novembro de 2000**. Dispõe sobre a classificação e avaliação da qualidade das águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade. Brasília: Diário Oficial da União, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução No.357 de 17 de março de 2005**. Brasília: CONAMA, 2005.

COSTA, M. L.; KARN, D. C.; BEHLING, H.; BORGES,M. S. Geologia. In: LISBOA, P.L.B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: MPEG, 2002. p. 179-275.

COSTA, J. P. R.; MORAES, J. C. Médias mensais de variáveis meteorológicas (1996-1999). In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: MPEG, 2002. p.225-232.

CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.; BRASIL JÚNIOR, A. C. P.; DANIEL, L. A.; SCHULZ, H. E. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo Amazonas: o caso do Amapá. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 9, n. 4, 322-328, 2004.

CUNHA, A. C.; SOUSA, J. A.; GOMES, W. L.; BAÍA, J. S. F.; CUNHA, H. F. A. Diagnóstico das ressacas do estado do Amapá: bacias do igarapé da Fortaleza e rio Curiaú . Estudo preliminar sobre a variação espaço-temporal de parâmetros de qualidade de água no igarapé da Fortaleza. p. 105-136. In: TAKIYAM, A. L. R.; SILVA, A. Q. (Orgs.). **Diagnóstico das ressacas do estado do Amapá:** bacias do igarapé da Fortaleza e rio Curiaú. Macapá: CPAQ/IEPA; DGEO/SEMA, 2003.

DIEGUES, A.C.S. Populações humanas e as áreas inundáveis da Amazônia. In: ENCONTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E O MAR DO BRASIL, 4, 1992, São Paulo. **Coletânea de trabalhos apresentados**. São Paulo, 1992.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interferência, 1988. p. 56-196.

FEACHEM, R.G.; BRADLEY, D.J.; GARELICK, H.; MARA, D.D. **Sanitation and Disease-Health Aspects of Excretas and Wastewater Management.** Washington: John Wiley & Sons Ltd., 1983. 501 p.

FURCH, K. Water chemistry of the Amazon, the distribution of chemical elements among freshwaters. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon**: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dordrecht: W. Junk., 1984. p 167-199.

GALINDO, E.F. **A intersetoriabilidade como requisito para construção de uma cidade saudável política de saneamento e de saúde no Recife (gestão 2001-2004) – Estudo de caso**. 2004. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

HIRAOCA, M. Mudanças nos padrões econômicos de uma população ribeirinha do estuário amazônico. In: FURTADO, L. G.; LEITÃO,W.M.; MELO, A. F. (Orgs.). **Povos das águas:** realidade e perspectiva na Amazônia. Belém: MPEG/MCT-CNPq, 1993. p.133-157. (Coleção Eduardo Galvão).

HUSZAR, V. L. M. et al. Nutrient-chlorophyll relationship in tropical-subtropical lakes: do temperate models fit? In: MARTINELLI, L. A.; HOWARTH, R. W. (Ed.). **Nitrogen cycling in the Americas:** natural and anthropogenic influences and controls. Dordrecht: Springer Netherlands, 2006. p. 239-250.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2000.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Norte** 1. Rio de Janeiro: SERGRAF/ IBGE, 1977. 466 p.

JUNK, W. J. As Águas da região Amazônica. In: SALATI, E. et al. (Orgs.). **Amazônia**: desenvolvimento, integração e ecologia. São Paulo: Brasiliense; CNPq, 1983.

LIMA, E.; KOLLNBERGER, G. Recuperação de efluentes para reuso como água. **Revista Meio Ambiente Industrial**, São Paulo, v. 48, n. 47, p. 68-73, mar./abr., 2004.

LISBOA, P. L. B. A Estação Científica Ferreira Penna/ECFP. In: LISBOA, P. L. B. (Org). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 23-49.

LOUREIRO, E. C. B., SÁ, L. L. C., RAMOS, F. L. P. Detecção de *Salmonella typhi* por PCR em ambientes aquáticos durante surto de febre tifóide ocorrido em Anajás-Pará. 2001 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 21, 2001, Salvador. **Anais...** Salvador, 2001. p. 51-51.

MAGALHÃES, P. E. O custo da água gratuita. **Ciência Hoje**, v. 36, n. 211, p. 45-49, 2004.

MENDES, A. C.; SILVA, M. S.; GREGÓRIO, A. M. S. **Levantamento batimétrico do rio Curuá-Melgaço/PA**. 2006. 17f. Relatório Final. Belém: Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia, 2006.

MONTAG, L. F. A.; FREITAS, T. M.S.; WOSIACKI, W. B.; BARTHEM, R. B. Os peixes da Floresta Nacional de Caxiuanã (municípios de Melgaço e Portel, Pará-Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, Belém, v. 3, n. 1, p. 11-34, 2008.

MUSA, H. G.; SHEARS, P.; KARL, S.; ELSABAY, S. K. Water quality and public health in northem Sudan: a study of rural and peri-urban communities. **Journal Applied Microbiology**, v. 87, p. 676-682, 1999.

OLIVEIRA , M. C. F. et al. Comportamento dos elementos meteorológicos. In: LISBOA, P. L. B. (Org). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: MPEG, 2002. p. 217-224.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE. **Água e Saúde**. Brasil: OPAS/PAHO, 30/05/2001.

RAMOS, F. L. P. Febre tifóide: febre prolongada ou tardiamente diagnosticada? In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL, 37. 2001, Salvador. Resumos... **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Salvador, v. 24, p. 101-101, 2001.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

RIBEIRO, K. T. S. **Água e saúde humana em Belém.** Belém: Cejup, 2004. 280 p.

SÁ-JÚNIOR, W. P. de; SIMPAÚBA-TAVARES, L. H. Produtividade primária fitoplanctônica e variação de parâmetros limnológicos ai longo do dia, em tanques de cultivo planctônico da estação de hidrobiologia e psicultura de furnas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 9, n. 1, 1997.

SIOLI, H. A Limnologia e a sua importância em pesquisas da Amazônia. **Amazoniana**, v. 1, p. 11-35, dez. 1965.

SIOLI, H. The Amazon and its main affuents: hydrography, morphology of the river courses and river types. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon**: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dordricht: Junk Public., 1984. p. 127-165.

SIOLI, H.; KLINGE, H. Sobre as águas e solos da Amazônia brasileira. **Boletim Geográfico**, n. 185, p. 195-205, mar./abr. 1965.

SUDAM,-Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia. 1973. **Levantamentos florestais realizados pela Missão FAO na Amazônia (1956-1961)**. Belém: SUDAM, 1973. 366 p.

VILLIERS, M. **Água**: como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI. Rio de Janeiro: F. Diomo, 2002.

VARIABILIDADE QUANTITATIVA DE POPULAÇÃO MICROBIANA ASSOCIADA ÀS CONDIÇÕES MICROCLIMÁTICAS OBSERVADAS EM SOLO DE FLORESTA TROPICAL ÚMIDA

Hernani José Brazão Rodrigues
Leonardo Deane de Abreu Sá
Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo
Antônio Carlos Lôla da Costa
Rommel Benicio da Silva
Quêzia Leandro de Moura

INTRODUÇÃO

A compreensão da microclimatologia associada à biomassa microbiana do solo é essencial para o entendimento de variações quantitativas nas populações de micro-organismos, em escala sazonal, e de grande importância para o estabelecimento de espécies e manutenção da microfauna de solo, no ecossistema. A biomassa microbiana do solo, composta especialmente por fungos, bactérias e microfauna, é responsável pela decomposição de resíduos orgânicos depositados pela vegetação no solo (WARDLE et al., 1994; CHAPIN et al., 2002; MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Segundo Souto et al. (2008), entre os componentes da biota do solo, as bactérias e os fungos detêm altos valores de biomassa e metabolismo respiratório, além de exercerem alta contribuição no processo de decomposição da matéria orgânica, ao passo que uma flora variada desses dois grupos permite a degradação total de restos de plantas e animais. Esta população controla muitos processos vitais e de reciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, contudo, pouco se sabe a respeito da forma como essas espécies de micro-organismos vivos respondem às variações climáticas locais, como também são poucos os conhecimentos dos padrões de variabilidade espacial do microclima dentro de floresta primária tropical.

A variabilidade espacial leva em consideração fatores como topografia, proximidade de massas de água, ocorrência de clareiras, dentre outros, os quais são importantes na adaptação microclimática. Portanto, as atividades dos diversos grupos orgânicos de solo, bem como os mecanismos de sobrevivência encontrados estão interligados às condições ambientais, ou seja, a condições de conforto ambiental favoráveis para a manutenção e permanência desses grupos orgânicos, embora os mesmos possam ser vulneráveis a fenômenos extremos, em que o elo que fundamenta a relação entre animais e clima é expresso pela equação de balanço energético, além da equação do balanço hídrico (CAMPBELL; NORMAN, 1998).

Certamente, elementos meteorológicos, tais como: temperatura, umidade, fluxo de calor no solo e luminosidade configuram condições essenciais para o entendimento e distribuição espacial desses seres vivos nos diversos ecossistemas naturais, inclusive a microfauna (CHAPIN et al., 2002; TORTORA et al., 2004). Estudos realizados em Caxiuanã por Ruivo et al. (2002) e Ruivo et al. (2007) mostram a influência de fatores ambientais como a temperatura e o pH do solo na população microbiana e na fauna do solo.

Portanto, devem-se levar em conta, para estudo, as características e condições microclimáticas do solo, especialmente a variabilidade sazonal do perfil de temperatura em vários níveis, fluxo de calor no solo e a disponibilidade de água no solo, dentre outras.

Este trabalho tem como objetivo estudar as interações entre o microclima e as populações microbianas de solo, sob diferentes condições ambientais, em floresta tropical primária natural, sendo um deles sob condições normais (PPBio), e o outro sob condição simulada de estresse hídrico (ESECAFLOR). Desta forma, com este estudo pretende-se avaliar as relações de dependência entre crescimento ou diminuição de populações de micro-organismos de solo, associada à componente micrometeorológica, considerando períodos chuvosos, secos e de transição, com o intuito de contribuir com estudos sobre este complexo relacionamento entre micro-organismos e variações microclimáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Características da área estudada: a Floresta Nacional de Caxiuanã, local onde estão sendo medidos os dados deste trabalho, localiza-se no município de Melgaço (PA), distante cerca de 400 km de Belém (PA), na região nordeste da Amazônia. Desde 1993, o Museu Paraense Emílio Goeldi mantém em Caxiuanã, em área cedida pelo IBAMA-DF, a Estação Científica "Ferreira Penna", que possui 33 mil hectares (1°42'S; 51°31'W), correspondentes a 10% da área total da Floresta Nacional de Caxiuanã" (Figura 1). Nesta reserva são desenvolvidas pesquisas da fauna, da flora, da climatologia e do homem da região. Pesquisadores de projetos como o PPBio, ESECAFLOR e TEAM desenvolvem projetos relativos à biodiversidade, variabilidade climática, interação floresta-atmosfera, ciclo do carbono, características do solo entre outros.

Precipitação: para efeito de análise da distribuição sazonal da precipitação em Caxiuanã, foi utilizada a série climatológica da estação pluviométrica do IBAMA, com totais mensais de 28 anos (1980-2007). As estações do ano na região amazônica não são bem definidas, devido à sua localização em baixa latitude, o que lhe confere pequena variabilidade anual de alguns elementos meteorológicos como temperatura do ar, radiação solar global e umidade relativa. O que fica caracterizado, neste sentido, são dois períodos distintos chamados verão e inverno amazônicos, que correspondem ao período seco e chuvoso, respectivamente, e separados por um período de transição.

De acordo com a Figura 2, climatologicamente, o período chuvoso está compreendido de dezembro a maio; o período de transição, de junho a julho; e o período seco, de agosto a novembro. As coletas de amostragem de solo para análises quantitativas de fungos e bactérias foram feitas em três épocas do ano, correspondentes aos meses de março, junho e outubro, representativos do período chuvoso, transição e seco, respectivamente.

Medições e amostragens: as medições de variáveis microclimáticas e amostragens de solo foram feitas em dois sítios experimentais. O primeiro, em um local denominado parcela "B" do projeto ESECAFLOR (Estudo de Seca na Floresta), que consiste na simulação de um período de seca prolongada para avaliar seu impacto nos fluxos de água e dióxido de carbono em uma área de floresta tropical amazônica, investigando, assim, a influência da exclusão de água no solo sobre o ciclo da floresta, e as alterações provocadas pelo evento El Niño. O segundo sítio está localizado na parte central da grade de abrangência do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), que visa a criação de um sistema integrado de informação sobre biodiversidade, para facilitar a gestão do patrimônio natural do país, assim como fortalecer ações de pesquisas para o desenvolvimento sustentável da Amazônia.

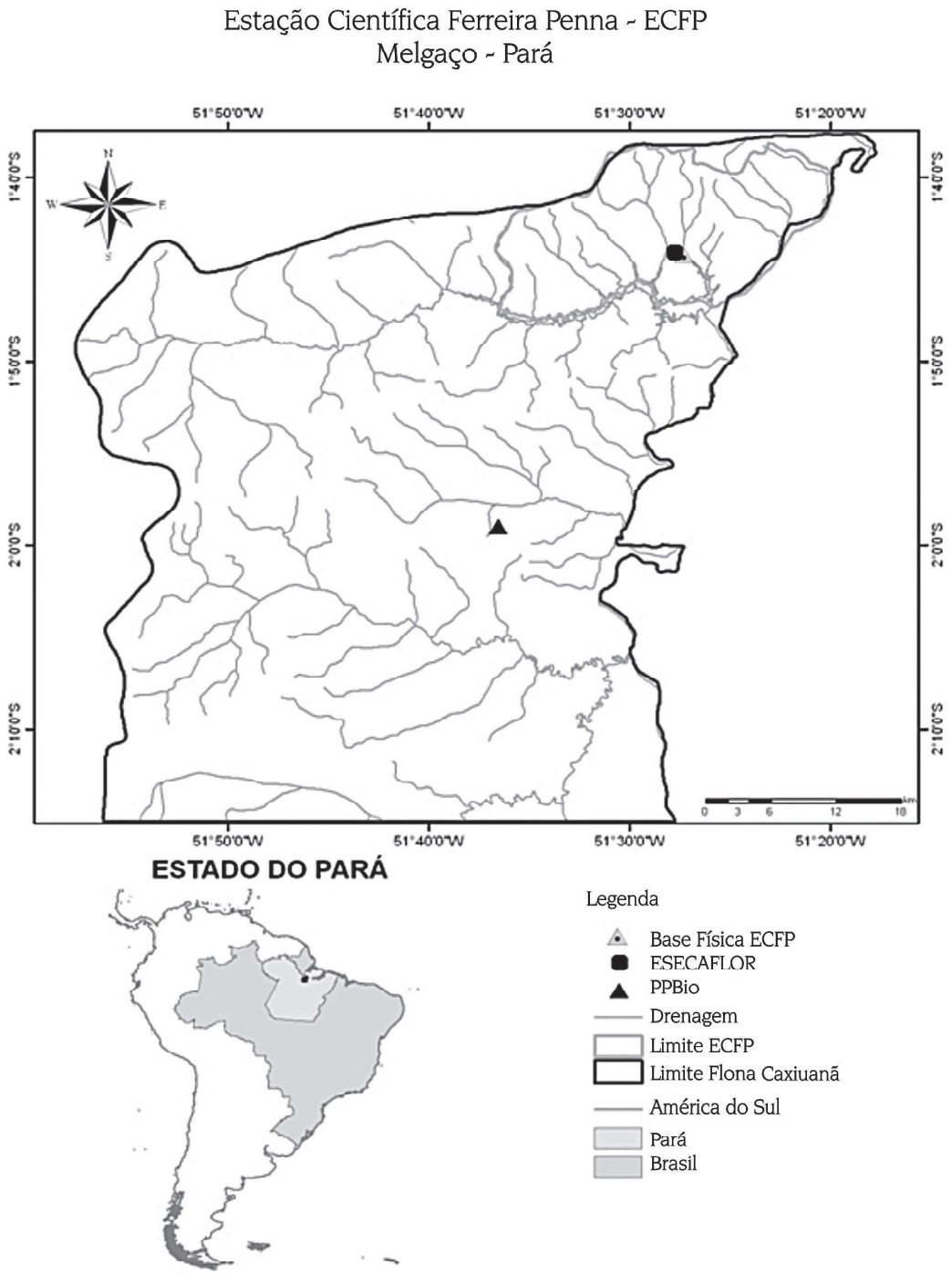


Figura 1. Localização das áreas em estudo.

Os dados de temperatura foram coletados nas profundidades 5 cm, 10 cm, 20 cm e 30 cm, conteúdo volumétrico de água do solo e fluxo de calor no solo entre 0-30 cm, além de medidas de temperatura do ar a 30 cm da superfície do solo. Estes dados foram coletados por sensores eletrônicos instalados nas duas áreas de abrangência do estudo.

As amostragens de solo foram feitas em três pontos aleatórios ao redor da área onde estavam sendo medidas as variáveis climáticas em cada sítio experimental. Em cada ponto de amostragem foram coletadas quatro amostras de solo referentes às profundidades em que estavam sendo medidas as temperaturas de solo, somando, portanto, doze amostras de solo em cada sítio experimental, além de uma amostragem, com trado a 30 cm de profundidade, para cada época distinta do ano.

O método utilizado para determinar a densidade de fungos e bactérias do solo está baseado na técnica "Pour Plate", descrita por Clark (1965) e comentado por Vieira e Nahas (2000). Os meios de culturas utilizados para promover o crescimento das colônias foram o Agar Padrão (para bactérias) e o Martin (para fungos). Os procedimentos para a análise foram realizados no Laboratório de Microbiologia da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distribuição da precipitação

A precipitação total anual medida na reserva de Caxiuanã foi de 2.610,5 mm, enquanto a média climatológica local corresponde a 1.939,6 mm, resultando, portanto, em um excedente de 670,9 mm, que correspondeu a um valor maior que a soma de toda precipitação medida nos períodos seco e de transição (Figura 2).

Durante o período experimental, choveu mais que a média climatológica na época chuvosa, enquanto nas épocas de transição e seca a precipitação ficou abaixo da média histórica, exceto para o mês de setembro. Vale ressaltar que a estação chuvosa de 2009 estava sob a influência do fenômeno El Niño, iniciado no segundo semestre de 2008. E, na época seca do ano de 2009, as condições termais das águas do Pacífico central apontavam para o início de mais um evento de El Niño, que atingiu sua fase madura em dezembro de 2009, influenciando nas reduções de chuvas na Amazônia Oriental. Com isso, a estação chuvosa da área em estudo apresentou totais acumulados de precipitação 48,8 % acima da média, e o período seco com 27,5 % abaixo da média. Este cenário irregular de distribuição de precipitação no ano de 2009 tem influência direta sobre o padrão de comportamento de variáveis medidas no solo, em diferentes profundidades, que foram correlacionadas com a variabilidade sazonal quantitativa da microfauna de solo.

Perfil fúngico e bacteriano

A Figura 3 mostra a variação sazonal da população fúngica no sítios experimentais ESECAFLOR (FE) e PPBio (FP) em diferentes profundidades, e as indicações 1, 2 e 3 correspondem às épocas chuvosa, transição e seca, respectivamente. As análises microbiológicas mostraram que populações de fungos diminuem com a profundidade, em qualquer época do ano, em ambos os sítios experimentais. Nos trabalhos de Martinez; Ramirez (1978) e Goberna et al. (2005), a quantidade de UFC de fungos também declinou conforme o aumento da profundidade. Tal comportamento pode ser justificado pela forte correlação existente entre os micro-organismos e a concentração de nutrientes e matéria orgânica do solo.

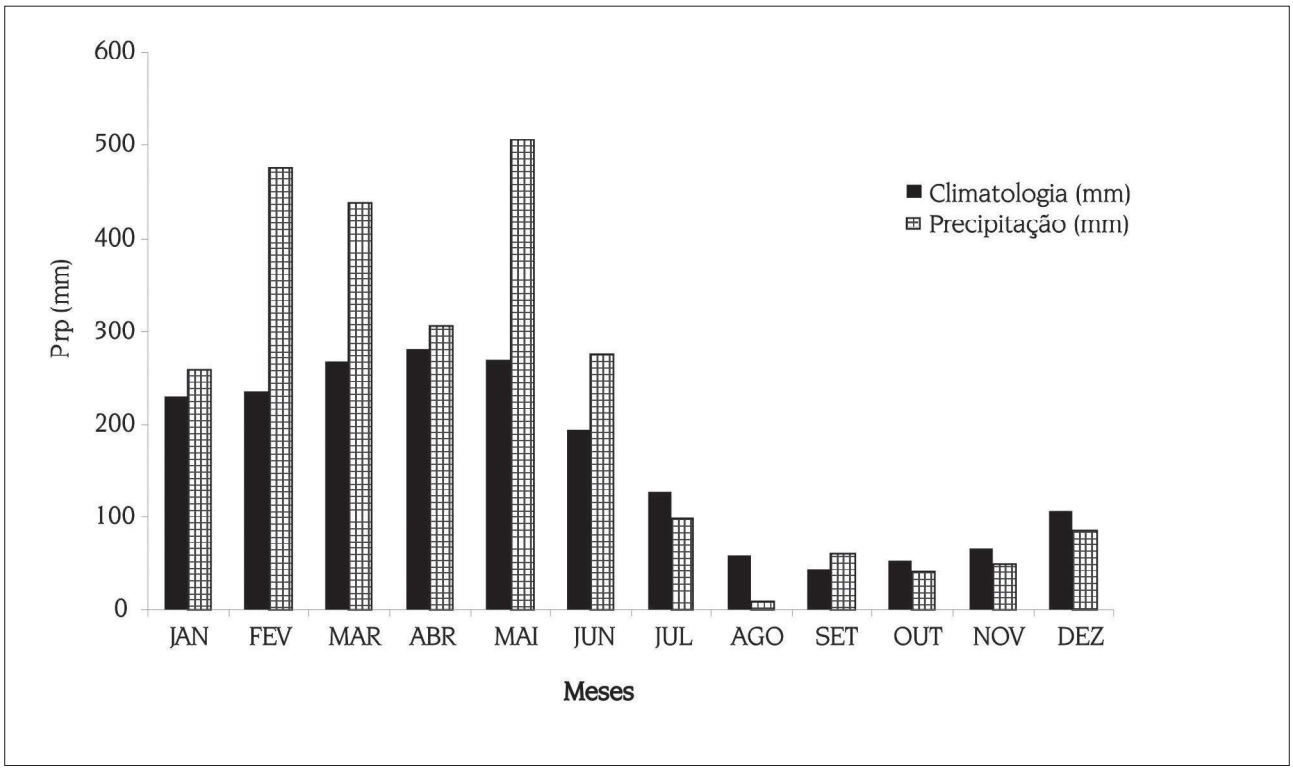


Figura 2. Distribuição da precipitação mensal medida em 2009 e climatologia.

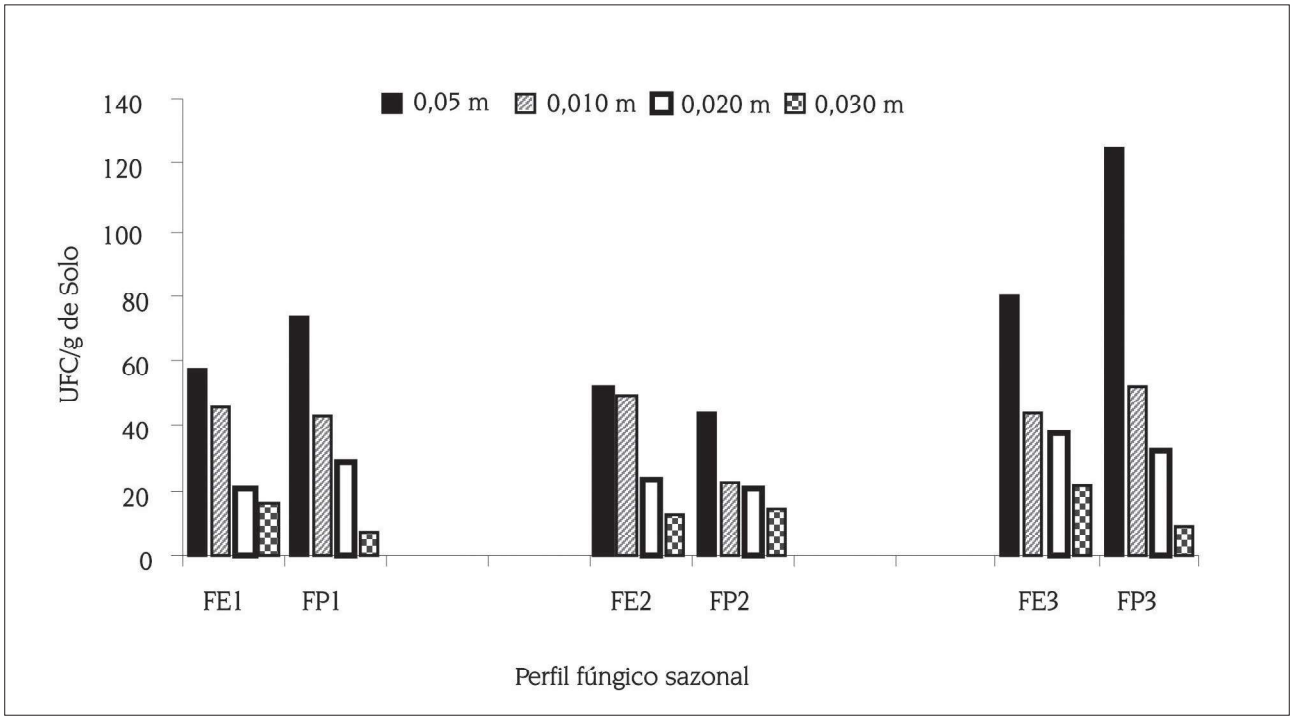


Figura 3. Variação sazonal da população fúngica para ESECAFLOR e PPBio.

As amostragens de solo feitas a 5 cm de profundidade para os dois sítios, nas épocas seca e chuvosa, mostraram que as populações de fungos têm maior crescimento no sítio PPBio (área natural), e este padrão se inverte na época de transição, onde se observa maior crescimento no sítio ESECAFLOR (área com exclusão de água). Segundo Pequeno et al. (2002), substâncias ricas em celulose estimulam principalmente o crescimento de fungos, onde se deduz que na época de transição, em ambiente controlado, com sombreamento e baixa disponibilidade hídrica, há mais possibilidade de formação de material rico em celulose, que constitui matéria básica para decomposição de fungos.

A variação da população bacteriana (Figura 4) mostra que, para o sítio PPBio, à medida que a profundidade aumenta, a população diminui, em qualquer época do ano. Todavia, para o sítio ESECAFLOR, esta relação não se estabelece, mostrando baixa correlação entre esses dois parâmetros. Este fato nos permite inferir que em ambiente natural a maioria das bactérias existentes é do tipo aeróbico, isto é, proliferam-se melhor em ambiente onde há maior disponibilidade de oxigênio no solo; e em ambiente alterado o desenvolvimento de bactérias anaeróbicas é maior e estas tendem a migrar para níveis mais profundos, onde há mais umidade no solo modificado. Portanto, este comportamento pode ser observado na Figura 4 (período seco), onde há mais colônias de bactérias nos dois últimos níveis que no nível de 10 cm.

O maior crescimento populacional bacteriano é observado na época chuvosa, em ambos os sítios. Tal resultado corrobora o estudo de Sales (2008), que também comparou a quantidade de UFC de bactérias em diferentes períodos sazonais (seco e chuvoso) e encontrou um número maior de UFC no período chuvoso. Deste modo, comprova-se que a pluviosidade tem participação fundamental no desenvolvimento bacteriano no solo, provavelmente por gerar um microambiente favorável a estes micro-organismos. Neste sentido, Kennedy e Gewin (1997) dizem que condições ideais de temperatura, umidade e natureza do material em decomposição favorecem a formação de material rico em proteína (material básico para o desenvolvimento de bactérias), induzindo à dominância deste tipo microbiano.

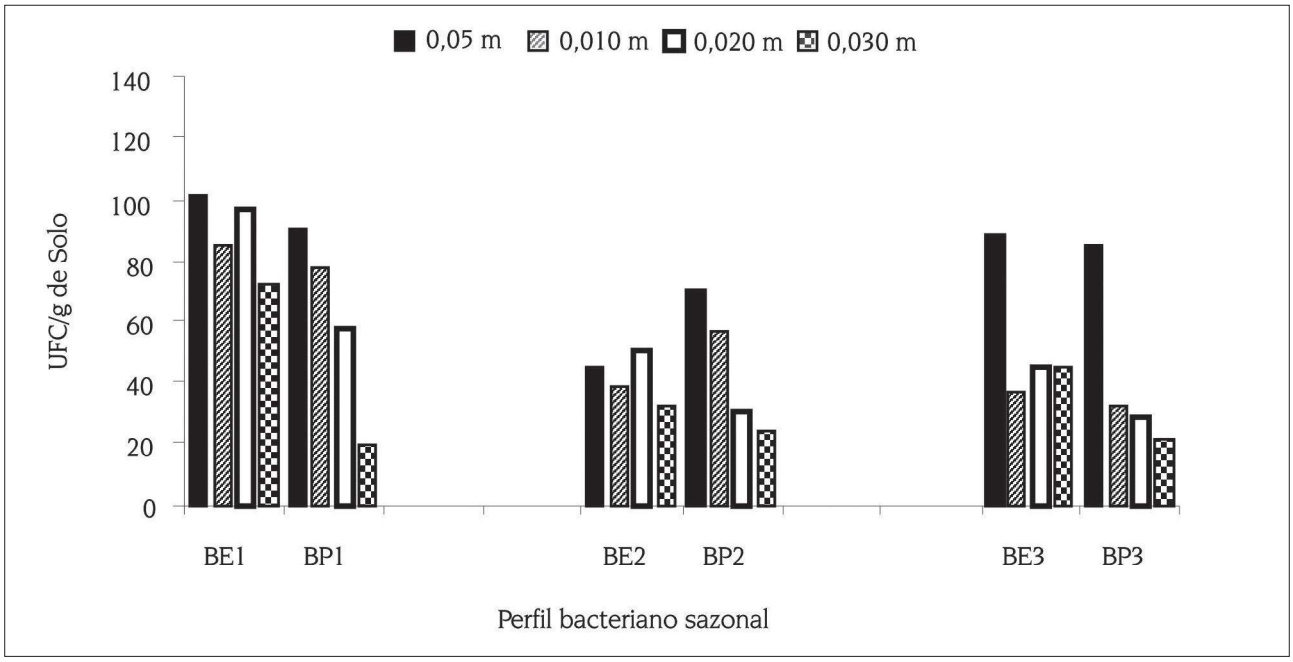


Figura 4. Variação sazonal da população bacteriana para ESECAFLOR e PPBio.

Em termos quantitativos, comparando as populações de fungos e bactérias, ficou evidenciado que fungos desenvolveram-se melhor na época seca, principalmente em níveis superficiais, e bactérias têm sua população mais significativa no período chuvoso. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Ruivo et al. (2002) e Amarante et al. (2010), que compararam populações de fungos e bactérias em áreas de Latossolo e Terra Preta Arqueológica na Amazônia, e constataram que populações de bactérias predominam em Latossolo Amarelo na região de Caxiuanã.

Relação de dependência com variáveis meteorológicas

A relação de dependência entre populações de fungos e bactérias com medidas de temperatura em diferentes profundidades do solo para o sítio ESECAFLOR, é mostrada na Figura 5a-c, para épocas chuvosa, de transição e seca, respectivamente. Para qualquer época analisada, percebe-se que a variação entre a temperatura e a profundidade do solo é mínima, uma vez que este ambiente está constantemente sombreado, ou seja, não há incidência de radiação direta sobre o solo, o que poderia formar um gradiente de temperatura significativo para diferentes profundidades no solo. Contudo, as análises mostram que a variação ocorrente em populações de bactérias e com a profundidade do solo, tem relação direta com variações na temperatura do solo, na mesma profundidade, ou seja, para cada pequeno aumento na temperatura, há um ligeiro aumento na população de bactérias e vice-versa.

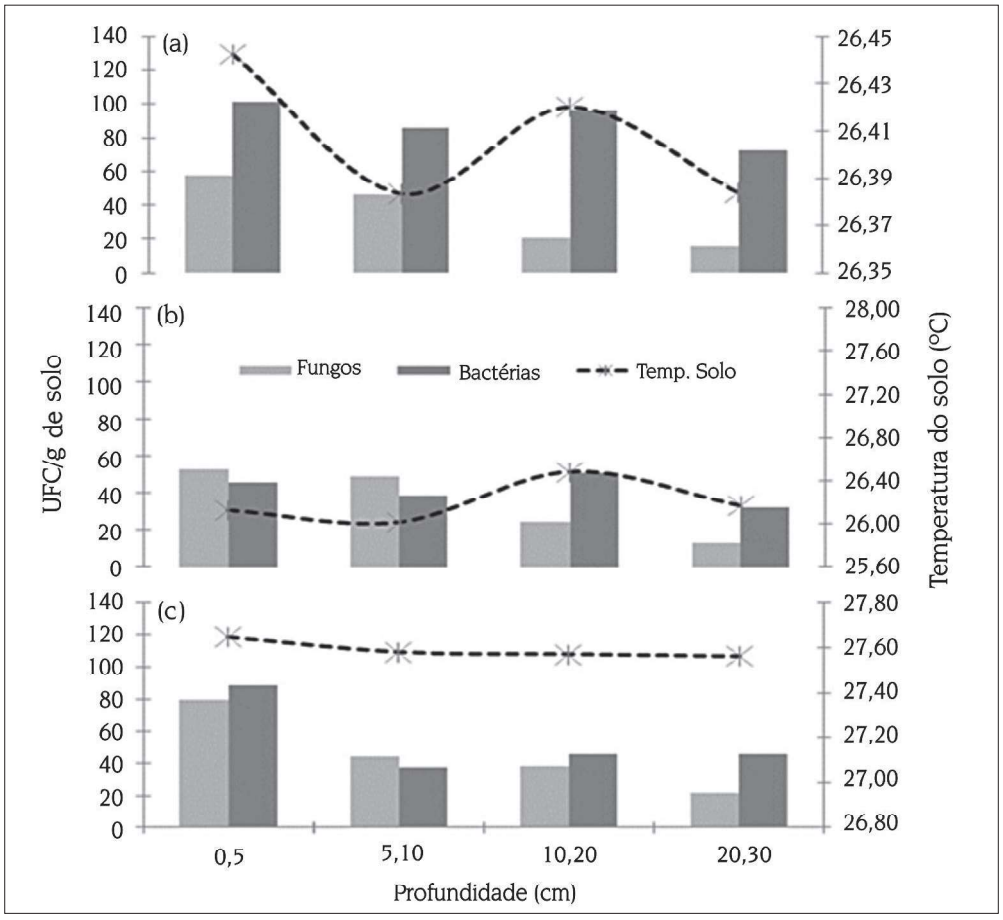


Figura 5a-c. Relação de dependência de populações de fungos e bactérias com temperatura do solo para o sítio ESECAFLOR.

Conforme Catelan e Vidor (1990) e Souto et al. (2008), as diferentes condições climáticas ocasionadas pelas estações do ano alteram as relações que ocorrem entre o solo e a cobertura vegetal, especialmente nas regiões subtropicais. Assim, a atividade microbiana do solo também apresentará flutuação intra-anual, principalmente nos primeiros centímetros, onde a umidade e a temperatura são mais sensíveis. Todavia, analisando o comportamento fúngico, percebe-se que esta relação de dependência não se estabelece plenamente, pois pode ser influenciada pelas condições controladas de exclusão de água no solo neste sítio, donde se deduz que a população bacteriana parece ser mais sensível às variações de temperatura com a profundidade do solo.

Para o sítio PPBio, onde as medições são feitas em ambiente natural (Figura 6a-c), as relações de dependência de populações de fungos e bactérias, com variações de temperatura no solo, se estabeleceram plenamente para qualquer época do ano, evidenciando que, em ambiente natural, a variável temperatura influencia diretamente no crescimento ou diminuição de populações destes micro-organismo do solo. Com relação a isto, Moreira; Siqueira (2002) ressaltam que, quando a temperatura do ambiente está alta, as funções metabólicas são alteradas e ocorrem modificações na estrutura das moléculas e no comportamento das enzimas, porém, diante de temperaturas baixas, podem ocorrer modificações nos mecanismos de ligação, que orientam as estruturas terciárias das proteínas.

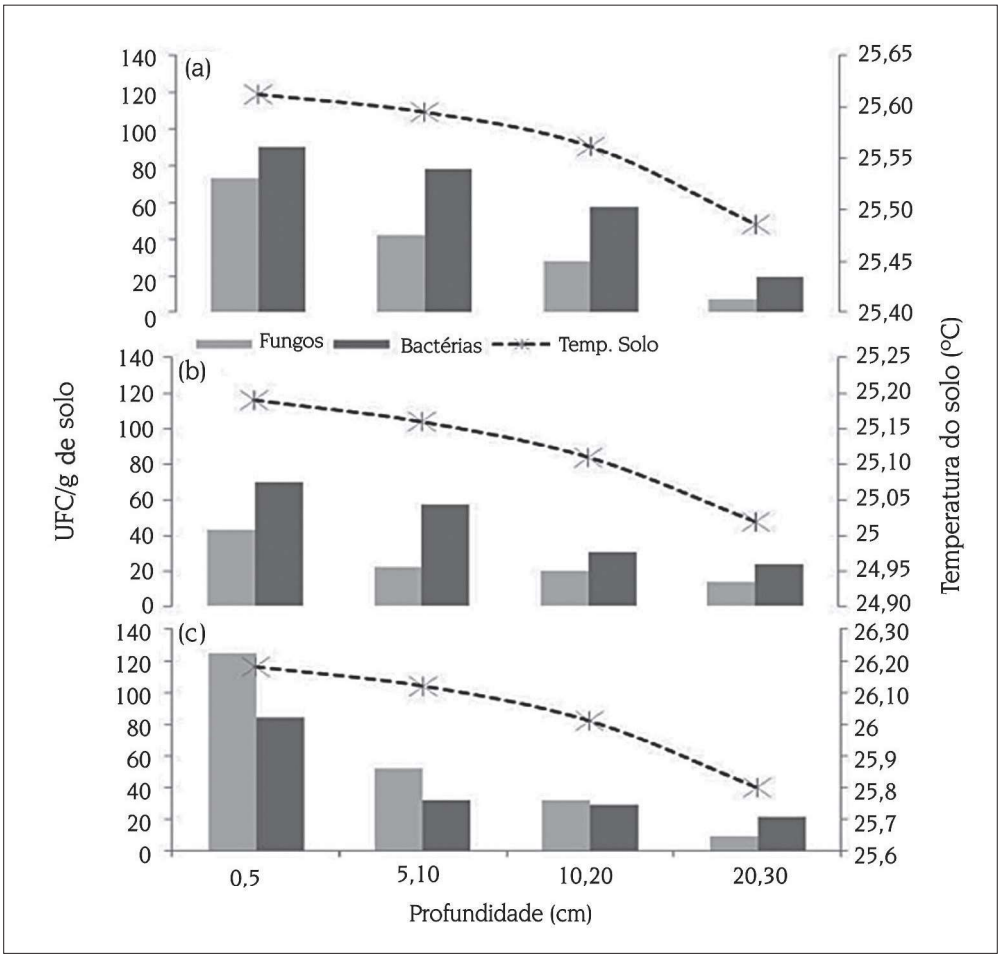


Figura 6a-c. Relação de dependência de populações de fungos e bactérias com temperatura do solo para o sítio PPBio.

As temperaturas médias obtidas no sítio PPBio foram sempre menores que as do sítio ESECAFLOR, porém, a variação da temperatura com a profundidade do solo tem o mesmo padrão de comportamento, ou seja, para pequenas variações na temperatura, percebe-se variação equivalente nas populações de fungos e bactérias.

As relações da distribuição populacional microbiana com o conteúdo volumétrico de água no solo (CVAS), em escala sazonal para os sítios ESECAFLOR e PPBio, podem ser visualizadas nas Figuras 7-8, respectivamente. No sítio ESECAFLOR, caracterizado pela exclusão de água no solo, a amplitude sazonal do CVAS é pequena, com picos máximos de 10 $m^3.m^{-3}$ na época chuvosa, e 6 $m^3.m^{-3}$ na época seca. Contudo, percebe-se que variações no teor de água no solo influenciam diretamente a proporção de fungos e bactérias, ou seja, à

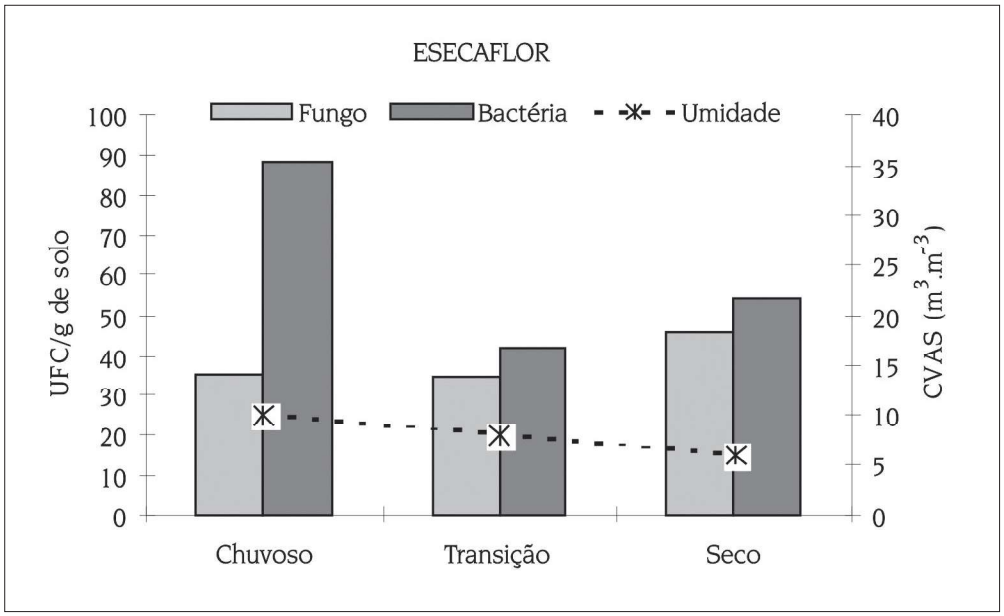


Figura 7. Relação de dependência de populações de fungos e bactérias com conteúdo volumétrico de água no solo, para o sítio ESECAFLOR.

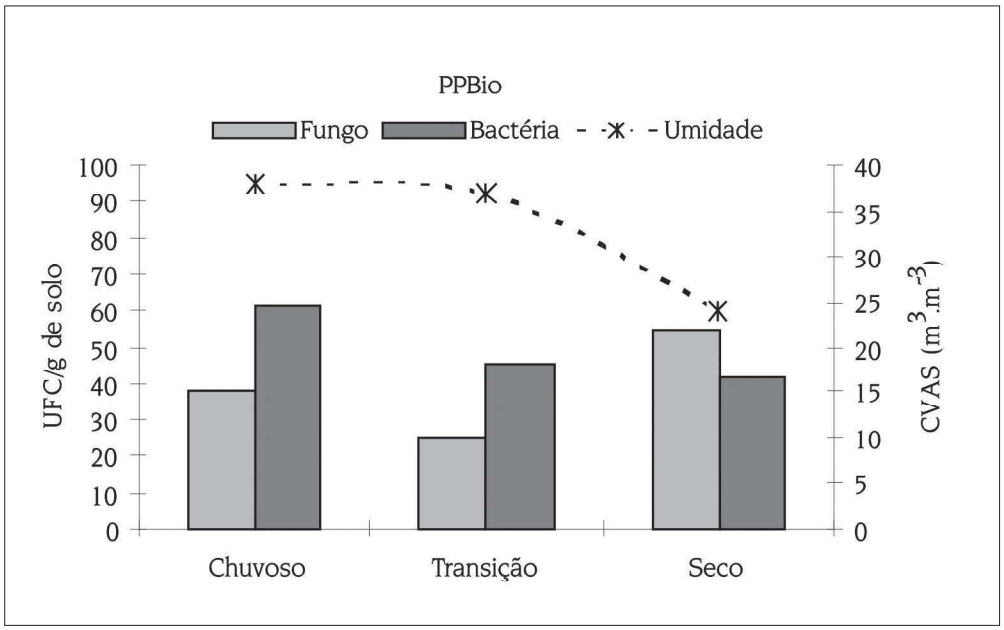


Figura 8. Relação de dependência de populações de fungos e bactérias com conteúdo volumétrico de água no solo para o sítio PPBio.

medida que se diminui o volume de água no solo, tende a diminuir as populações de bactérias e aumentar as populações de fungos que auxiliam na decomposição de matéria orgânica do solo e vice-versa. Na área do sítio PPBio, caracterizada por ambiente de floresta densa natural, foram encontrados, como esperado, valores maiores de conteúdo volumétrico de água no solo, com picos máximos e mínimos de 38 $m^3.m^{-3}$ e 24 $m^3.m^{-3}$, respectivamente. Porém, de uma forma geral, o comportamento sazonal das populações de fungos e bactérias, com relação às variações no conteúdo volumétrico de água no solo, é proporcionalmente similar ao encontrado no sítio ESECAFLOR.

Souto (2008), estudando a redução do conteúdo de água no solo, observou que no período de estiagem a população fúngica sofreu decréscimos; e quando havia eventos de precipitação fora da época, o conteúdo de água no solo alcançava uma total de até 10%; e o aumento da população fúngica era favorecido. Porém, nos meses (janeiro e fevereiro) onde foram obtidos os registros de maiores precipitações, os decréscimos foram mais intensos, indicando que a umidade do solo regula as flutuações da população de fungos, uma vez que os extremos limitam o desenvolvimento dos micro-organismos. O trabalho de Catelan e Vidor (1990) demonstrou que os fungos também apresentam comportamento diferente sob condições de umidade baixa, em diferentes sistemas de cultura.

A relação de fluxo de calor no solo, com variações nas populações de micro-organismos de solo, pode ser visualizada na Figura 9 (sítio ESECAFLOR). De uma forma inversa ao teor de água no solo, o fluxo de calor no solo é maior no período seco e menor no período chuvoso. Assim, com o aumento de fluxo de calor no solo, observa-se um respectivo aumento nas populações de fungos e consequente diminuição nas populações de bactérias.

No sítio ESECAFLOR o fluxo médio diário é negativo no período de transição, indicando que há maior transporte de calor no sentido de níveis mais profundos do solo em direção à superfície, que se resfria por perdas radiativas de ondas longas. E, para as épocas seca e chuvosa, este transporte acontece no sentido inverso, ou seja, da superfície para níveis mais profundos. Isto ocorreu mesmo no período chuvoso, porque para este sítio, que tem sua área coberta, a chuva não tem influência significativa sobre o transporte de calor no solo.

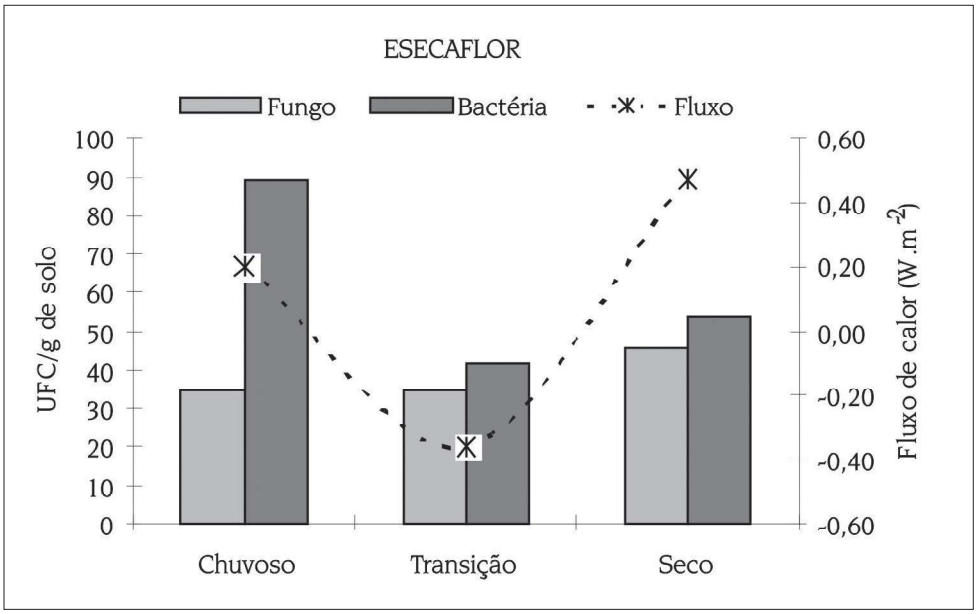


Figura 9. Relação de dependência de populações de fungos e bactérias com fluxo de calor no solo para o sítio ESECAFLOR.

Populações de fungos desenvolveram-se melhor em época seca, devido a maiores taxas de fluxo de calor observadas neste período, e as bactérias desenvolveram-se melhor em épocas chuvosa e de transição.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao MCTI/CNPq/Universal, que financiaram este projeto; ao programa PPBio e projeto LBA/ESECAFLOR; e a todos que participaram da instalação e coleta de dados no campo. Leonardo Sá é grato ao CNPq, pelo suporte (Processo. nº 303728/2010-8).

REFERÊNCIAS

AMARANTES, C. B. ; RUIVO, M. L. P; OLIVEIRA, M. L. ; MOURA, Q. L. Diversidade microbiana em solos de Terra Preta Arqueológica. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-10, 2010.

CAMPBELL, G. S.; NORMAN, J. M. **An introduction to environmental physics**. New York: Springer, 1998. 286 p.

CATELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 133-142, 1990.

CHAPIN, F. S.; MATSON, P. A.; MOONEY, H. A. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. Nova York: Springer. 2002. 455p.

CLARK, F. E. Agar-plate method for total microbial count. In: BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; ENSMINGER, L. E.; WHITE, J. L.; CLARK, F. E. (Eds.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. v. 2, p. 1460-1466.

KENNEDY, A. C.; GEWIN, V. L. Soil microbial diversity: present and future considerations. **Soil Science**, v. 162, p. 607-617, 1997.

GOBERNA, M. et al. Microbial community structure at different depths in disturbed and undisturbed semiarid mediterranean forest soil. **Microbial Ecology**, v. 5, n. 40, p. 315- 326, 2005.

MARTINEZ, A. T.; RAMIREZ, C. Microfungal biomass and number of propagules in an andosol. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 10, n. 6, p. 529-531, 1978.

MOREIRA, F.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Larvas: Universidade Federal de Lavras, 2002. 623 p.

PEQUENO, P. L. L. et al. **Aspectos sobre a matéria orgânica do solo**. Artigos 2002. Disponível em: <http://www.arvore.com.br/artigos/htm_2002/ar2308_2.htm>. Acesso em:

RUIVO, M. L. P. et al. LBA – Esecaflor artificilly induced drought in Caxuanã reserve, east Amazonia: soil propriertes and litter spider fauna. **Earth Interections**, v. 11, n. 8, p. 1-13, 2007.

RUIVO, M. L. P. et al. Propriedades do solo e fluxo de CO_2 em Caxiuanã, Pará: experimento LBA- Esecaflor. In: KLEIN, E. L.; VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, M. L. (Orgs.). **Contribuições à Geologia da Amazônia**. v. 3. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Norte, 2002. p. 291-299.

SALES, T. M. et al. Diversidade de bactérias de solo em clareiras e floresta nativa provenientes de áreas de terra firme alteradas pela exploração de petróleo. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA, AMAZÔNIA ORIENTAL, 12, 2008. Belém. **Anais**... Belém: Embrapa, 2008.

SOUTO, P C. et al. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob Caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, n. 32, p. 151-160, 2008.

VIEIRA, F. C. S.; NAHAS, E. Quantificação de bactérias totais e esporuladas no solo. **Scientia Agricola**, v. 57, n.3, p. 539-545, 2000.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiology**: an introduction. 8. ed. [s.l]: E. Pearson, 2004.

WARDLE, D. A.; HUNGRIA, M. A biomassa microbiana do solo e sua importância nos ecossistemas terrestres. In: **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 226 p.

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO DA GRADE DO PPBIO EM CAXIUANÃ

Lourdes Hechen Ritter Simões
Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo
Jorge Luiz Piccinin
Quêzia Leandro Moura
Clarice Silva e Souza

INTRODUÇÃO

Estudos quantitativos e qualitativos da estrutura pedológica em sistemas florestais permitem o levantamento de informações fidedignas da fitossociologia de determinados locais, muitas vezes intrínsecos a determinados ambientes. Deste modo, pesquisas em áreas com elevado grau de conservação de sua biodiversidade, como o caso do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), em Caxiuanã, localizado em área abrangendo os municípios de Melgaço e Portel (PA), permitem integrar todos os fatores intrínsecos ou extrínsecos do sítio, de maneira a estimar sua dinâmica local e mesmo regional. Como fatores intrínsecos, podem-se citar altura dominante ou média dos estratos florestais; e como extrínsecos, fatores como o clima, a litologia, a edafologia e a morfologia; e da biocenose: espécies indicadoras (sociologia) e associações indicadoras (fitossociologia).

Em uma paisagem, a dinâmica dos fatores bióticos está estreitamente correlacionada à formação pedológica do meio. Dentre os fatores climáticos, a precipitação é uma das variáveis que mais interferem na formação dos solos. Costa et al. (2009) informam que o clima na Flona Caxiuanã é do tipo tropical quente e úmido, e subtipo climático "Am" (Classificação Climática de Köppen), com estação seca entre agosto e novembro, e estação chuvosa de dezembro a junho. Conforme a média da série de 28 anos de dados coletados na estação meteorológica do IBAMA, os períodos chuvosos e secos representam 72 %, 5 % e 27,5 % da precipitação da região, respectivamente.

De acordo com Costa et al. (2002), o entorno da baía de Caxiuanã é formado pelos sedimentos cretáceos da Formação Alter do Chão, por formações Lateritos Maturos truncados do Terciário Inferior, sedimentos da Formação Barreiras; por Lateritos Imaturos do Pleistoceno, por Latossolo Amarelo, por solos tipo Terra Preta Arqueológica e por Sedimentos Recentes (aluviais e de mangue), sendo que a unidade Formação Alter do Chão constitui a base das terras emersas/terra firme da região e se expressa melhor nos relevos mais altos. Segundo Brasil (1974), esta área é caracterizada por um relevo plano a suavemente ondulado, estando incluída na unidade morfoestrutural denominada de Planalto Rebaixado do Amazonas (do Baixo Amazonas), e do Domínio Morfoclimático dos Planaltos Amazônicos Rebaixados ou dissecados das áreas colinosas e planícies revestidas por floresta densa. Há desde terrenos de aluviões recentes até baixos platôs, com pequenas variações altimétricas, denotando duas paisagens: terras firmes e terrenos inundáveis. As terras firmes compreendem as áreas fora do alcance das enchentes, com cotas ligeiramente superiores a dos terrenos inundáveis, correlacionadas à associações de solos bem drenados, representados pelos Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos (Figura 1).

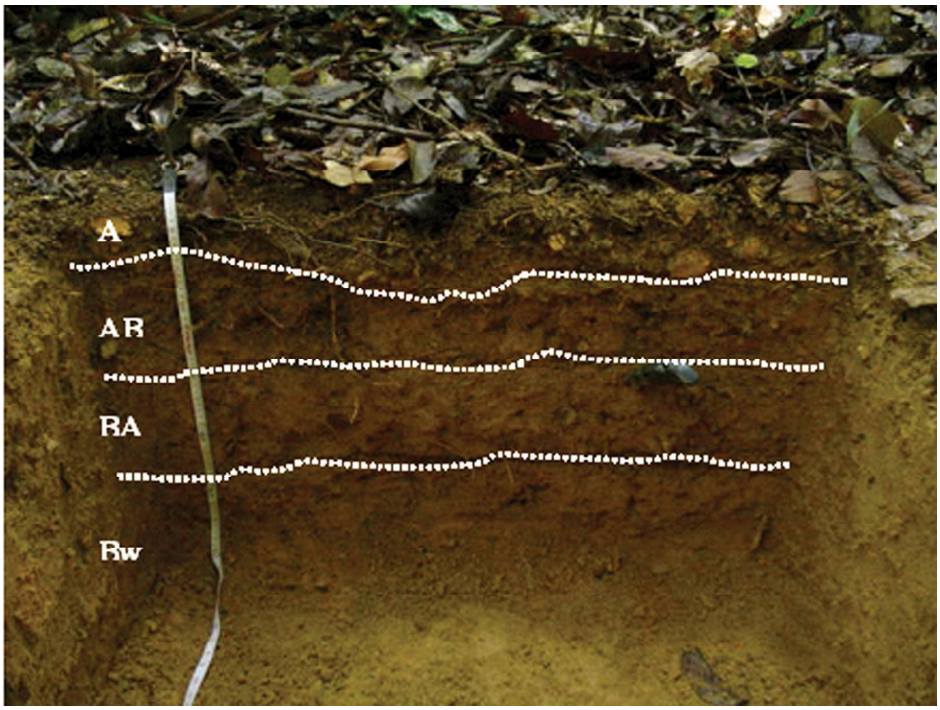


Figura 1. Perfil Latossolo Vermelho-Amarelo textura muito argilosa na grade PPBio.

As classes de solos predominantes são: Latossolo Amarelo distrófico, textura média; Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura muito argilosa. São solos bem drenados, estruturados e baixa fertilidade natural. Este estudo tem como objetivo caracterizar os tipos de solos e estabelecer a variabilidade espacial de propriedades físicas e químicas dos solos.

MATERIAL E MÉTODO

Grade do PPBio: a grade de estudo (Figura 2) foi dimensionada em 25 km^2, sendo constituída de 30 parcelas que acompanham as curvas de nível da área. A localização dos pontos de coleta foi estabelecida de acordo com características da topografia, sendo determinada pela curva de nível das parcelas, em pontos distando 100 m entre si, estando os primeiros sempre localizados sobre as linhas (e nesse sentido) AG-AM, BM-BG, CG-CM, e DG-DM, EM-EG, FG-FM.

Dados do levantamento e análise do solo: a metodologia de campo abrangeu 88 pontos de coleta de solo, três (3) pontos por parcela, exceto na parcela 25, na qual foi possível coletar apenas um ponto, por ser uma área de igapó. As coletas foram realizadas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, totalizando 264 amostras simples. A coleta de solo foi realizada segundo os procedimentos propostos pelo Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (LEMOS; SANTOS, 2002). O Manual de métodos de análise de solo (CLAESSEN et al., 1997) guiou a execução das análises físicas e químicas das amostras de solo. As análises foram realizadas nos laboratórios de química e física de solos do Museu Paraense Emílio Goeldi (análise física) e no laboratório de solos da Universidade Federal de Viçosa (análise química). Os resultados da classificação textural do solo foram agrupados segundo as recomendações de Santos et al. (2006).

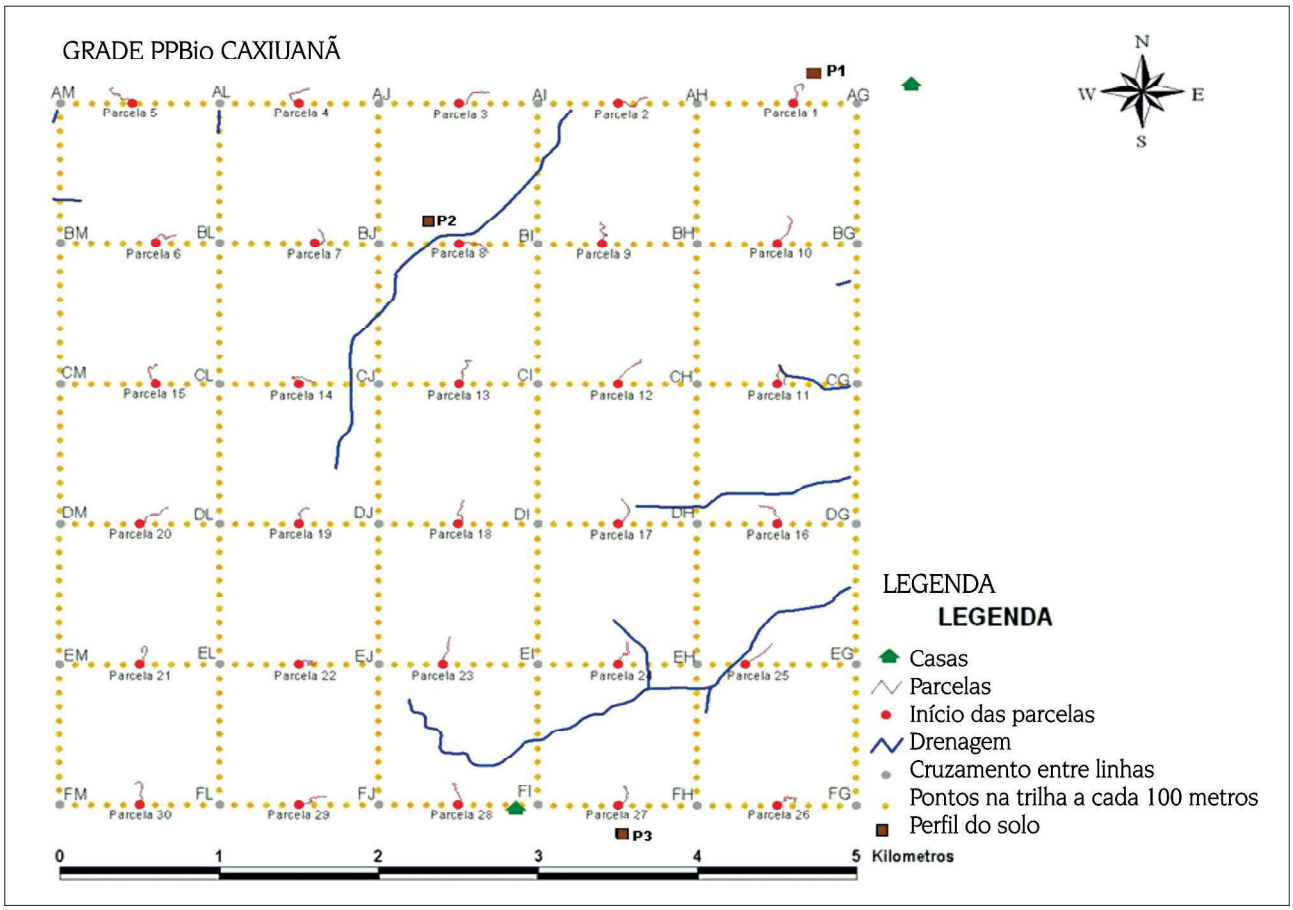


Figura 2. Representação esquemática da grade de estudo em Caxiuanã (PPBio AMAZÔNIA ORIENTAL, 2005).

As informações referentes à composição granulométrica (como características morfológicas) e dos elementos químicos trocáveis (atributos diagnósticos) foram analisadas para demonstrar a sua variabilidade espacial, com o uso da interpolação, estimando valores de atributos para locais não amostrados a partir da interpolação dos valores amostrados. Isso permitiu a visualização do comportamento das variáveis estudadas na área, por meio de mapas de contorno, utilizando-se o Programa Statistics Versão 6 (SAS, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variação granulométrica entre parcelas: as composições granulométricas dos solos delimitam classificações de texturas média, argilosa e muito argilosa (Figura 3).

Verifica-se que 30 % das parcelas têm, predominantemente, textura média (1, 2, 3, 4, 5, 8, 14, 19 e 25); 46,7 % delas de textura argilosa (6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22 e 26) e 23,3 % são muito argilosas (13, 23, 24, 27, 28, 29 e 30). Estes resultados levam em consideração três profundidades analisadas (0-5, 5-10 e 10-20 cm), que não se diferenciaram em relação às profundidades estudadas.

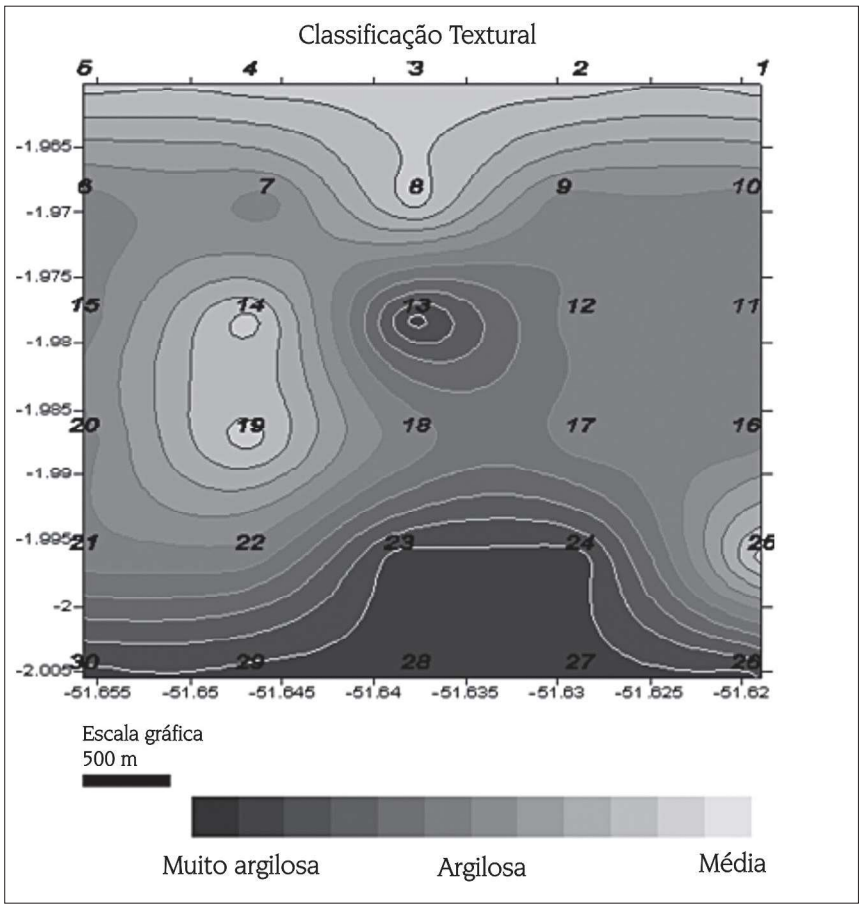


Figura 3. Variabilidade espacial da textura dos solos na grade do PPBio.

Variação química entre as parcelas: os resultados das análises químicas dos solos evidenciaram, para todas as parcelas e nas três profundidades observadas (Figura 4), baixos teores de cátions trocáveis: K, Ca, Mg (Soma de Bases - SB). As baixas concentrações destas bases trocáveis, principalmente do Ca^{2+} e Mg^{2+}, evidenciam tratarem-se de solos com fertilidade química muito baixa. Ao correlacionarmos os resultados da classe textural com os de Soma de Bases (Figura 4) e CTC (Figura 5), constatamos que os maiores valores destes atributos estão sob condições de solo de textura argilosa a muito argilosa, característica relacionada à maior retenção de Ca, Mg e K nos horizontes A.

Este resultado pode ser atribuído à reciclagem dos nutrientes na interface solo-planta, semelhante aos encontrados por Sampaio (1987), De Maria et al. (1999) e Reis (2006).

Provavelmente uma parte importante do estoque de elementos químicos trocáveis desses solos esteja associada aos processos de ciclagem de nutrientes. Os teores de MO do solo (Figura 5) têm um papel essencial tanto no retorno dos minerais essências ao desenvolvimento da floresta, quanto nas ligações entre partículas minerais, permitindo a formação e a conservação dos agregados e da porosidade (CHAUVEL et al., 1997). Com os resultados obtidos de SB, MO e CTC (Figuras 4-6), constataram-se áreas com maiores valores referentes a esses atributos, o que vêm a corroborar a importância da MO em estruturas pedológicas, sob condições naturais.

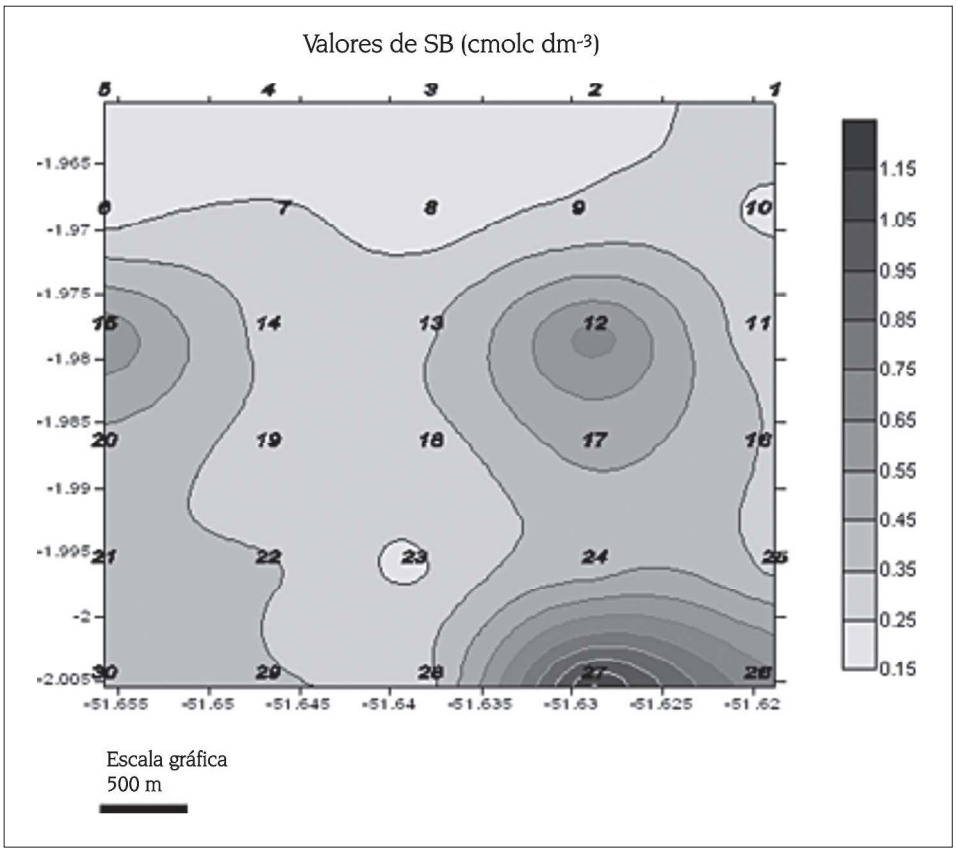


Figura 4. Variabilidade espacial da SB na grade do PPBio.

A Figura 6 representa os valores de Capacidade de Troca Catiônica, a pH 7,0 do solo, nas diferentes profundidades. A capacidade de troca de cátions variou em função da profundidade de amostragem, decrescendo com o aumento da profundidade para todos os tipos de cobertura vegetal. Segundo Brady; Weil (1999) e Furtini Neto et al. (2001) a magnitude da CTC de um solo resulta da natureza dos coloides minerais e orgânicos, e do pH do solo. A fração argila dos Latossolos tem baixa quantidade de cargas negativas e, portanto, a maior parte da CTC destes solos é devido aos coloides orgânicos, cuja quantidade diminui rapidamente com a profundidade.

São os valores de pH que evidenciam o caráter extremamente ácido (< 4,3) para todas as profundidades e parcelas (Figura 7). A Figura 8 mostra a variabilidade espacial de saturação por alumínio (m%) nas parcelas. Em todas elas, o solo apresenta-se álico, com as maiores saturações naquelas que apresentam textura média ou soma de bases menores.

Os valores de pH (H_2O) dos solos variaram (Figura 7) com valores considerados típicos em Latossolos da Amazônia, geralmente de acidez elevada a muito elevada. Estes valores estão dentro da faixa observada nos solos da Amazônia (MORAES, 1995; MARQUES et al., 1999; RODRIGUES, 2006).

A acidez elevada é uma das condições mais desfavoráveis de reação do solo, especialmente na Amazônia, quando o Ca é lixiviado, sendo substituído pelo H da água. A MO também provoca acidez pela liberação do H^+ que, por sua vez, ocasiona a dissolução de hidróxidos de Al, liberando este elemento

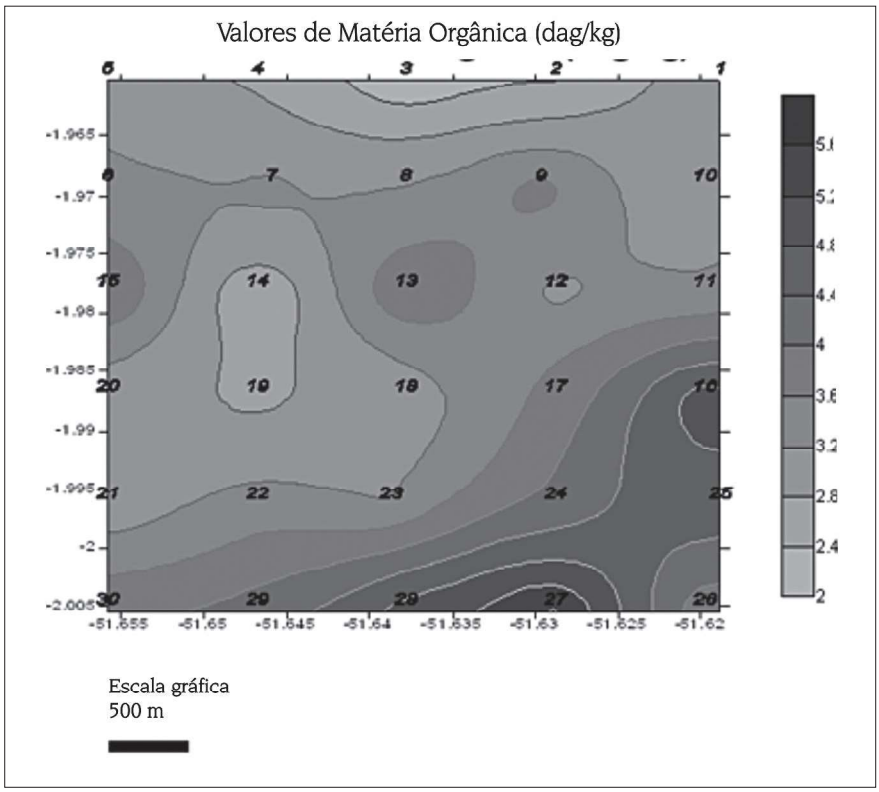


Figura 5. Variabilidade espacial da MO na grade do PPBio.

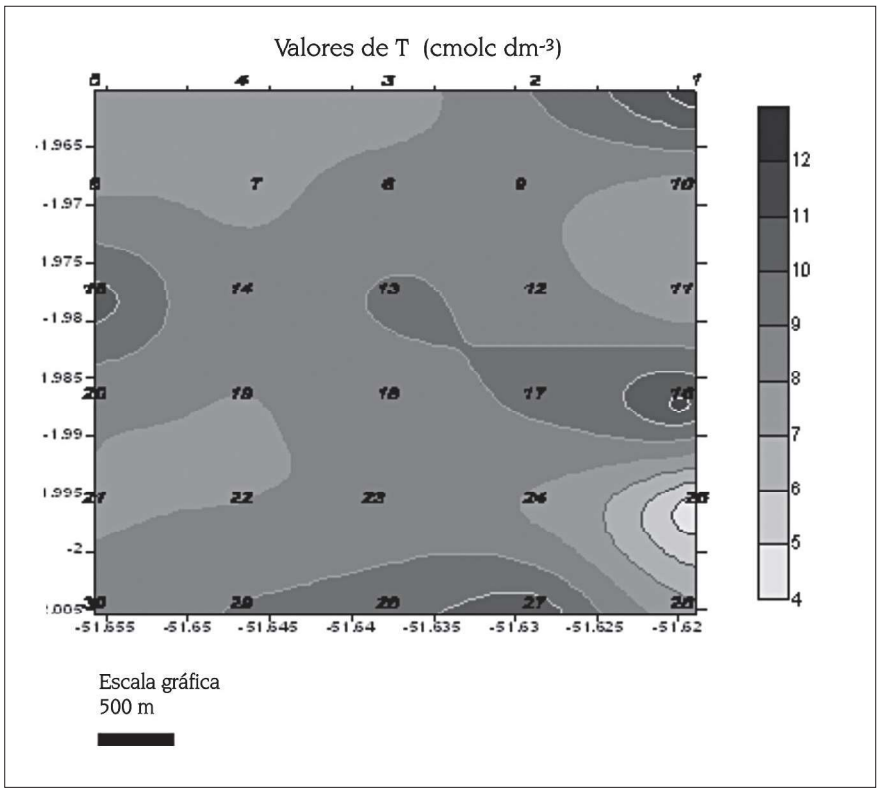


Figura 6. Variabilidade espacial da CTC nas parcelas.

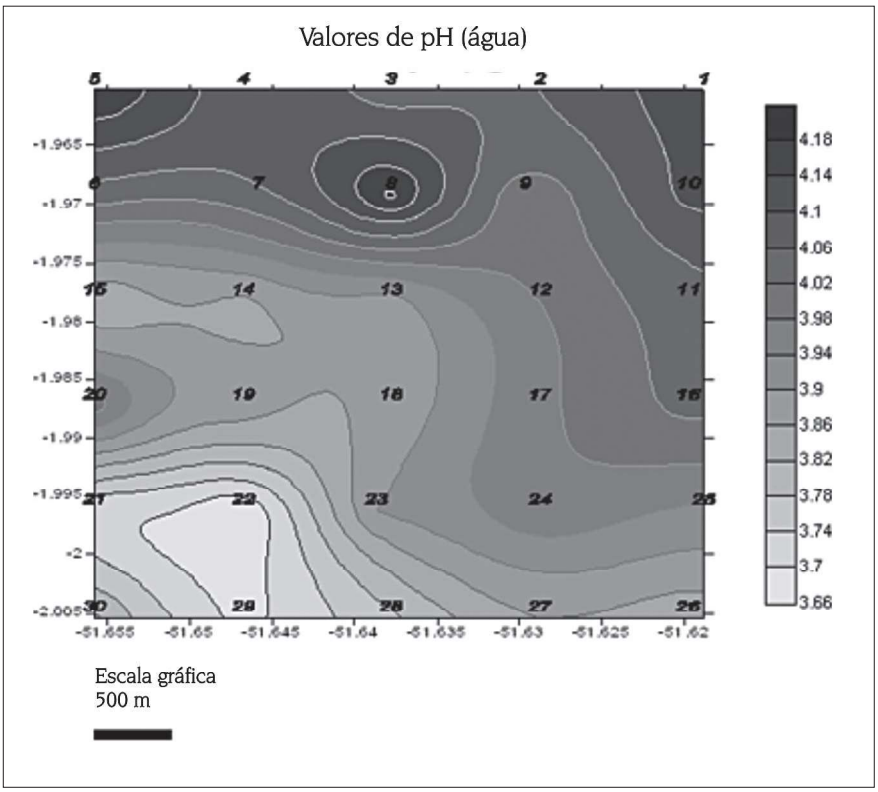


Figura 7. Variabilidade espacial do pH em água na grade do PPBio.

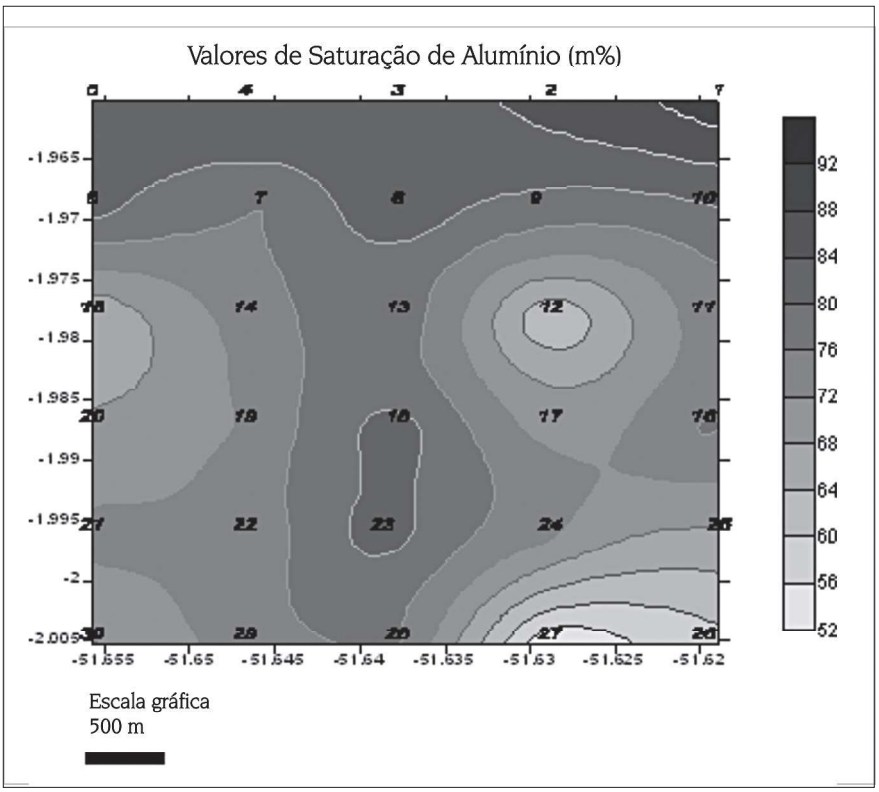


Figura 8. Variabilidade espacial da m% nas parcelas.

no solo. O Al, quando se encontra livre no solo, ocasiona efeitos prejudiciais ao crescimento de plantas, por apresentar-se altamente tóxico. Ele caracteriza a acidez nos solos, que é representada pela fração da CTC ocupada por H^+ e/ou Al (ERNANI, 2008).

A análise espacial dos resultados químicos possibilita a distinção de zonas com menor e maior variação dos atributos estudados. Mas, no geral, a grade apresenta padrões semelhantes de fertilidade em toda a sua extensão, variando entre as parcelas, tornando algumas mais férteis quimicamente que outras, sendo caracterizados para todos os solos baixos teores de soma de bases, baixa capacidade de troca de cátions e matéria orgânica; o pH é extremamente ácido e a saturação por Al, muito alta. Todavia, estas variações entre as parcelas provavelmente devem fazer diferença para a vegetação.

Na área correspondente à parcela 27, ficaram caracterizados valores mais elevados de SB da grade de estudo e, consequentemente, a m % é a mais baixa, mas estes teores de m % ainda são altos. As baixas concentrações de bases trocáveis, correlacionadas aos teores elevados de m % são fatores intrínsecos à ocorrência do caráter alumínico característico de toda a área de estudo. No intercâmbio de cátions, a tendência é no sentido de o Al substituír o Ca e Mg, relação de cátions que constitui índice de grande importância para avaliação dos processos bioquímicos dos solos.

CONCLUSÃO

Os solos da grade do PPBio apresentam textura média, argilosa e muito argilosa, sendo que a área em questão tem predominância de solos de textura argilosa e com baixa fertilidade química.

A análise dos mapas com resultados químicos possibilita a distinção de zonas de menor e maior concentração dos atributos estudados, mas, no geral, a grade apresenta padrões semelhantes de fertilidade em toda a sua extensão, variando entre as parcelas, tornando algumas mais férteis quimicamente que outras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), do qual o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) atua como uma das instituições executoras.

REFERÊNCIAS

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soil**. 12. ed. New Jersey: Upeer Sadle Rivier; Prenctice-Hall Inc, 1999.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL.** Folha SA.22. Belém: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM/MME. 1974. (Levantamento de Recursos Naturais, 5).

CHAUVEL, A. et al. Mise en valeur de la fôret et modifications écologiques. In: THÉRY, H. (Ed.). **Environnement et développement en Amazonie brésilienne**. Paris: Belin, 1997. p. 42-73.

CLAESSEN, M.E.C. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. atual. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 212 p.

COSTA, A. C. L. da et al. Experimento Esecaflor-LBA em Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: MPEG, 2009. p. 45-91.

COSTA, M. L. et al. Geologia. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 179-205.

ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: O Autor, 2008. 229 p.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras; FAEPE, 2001. 252 p.

IBAMA, 2008. Disponível em: <www.ibama.gov.br/siucweb/mostraDocLegal>. Acesso em: 9 set. 2008.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R . D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 4. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83 p.

MARQUES, J. D., TEIXEIRA, W. G., LEHMANN, J. Caracterização e interpretação de parâmetros físico-químicos de um latossolo amarelo, na região amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27. 1999, Rio de Janeiro. **Anais**... Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. p. 1-3. CD-ROM.

MORAES, J. F. L. **Propriedades do solo e dinâmica da matéria orgância associada às mudanças do suo da terra em Rondônia (RO)/ Brasil**. 1995. 69f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Rio de Janeiro: Seropédica: Edur, 1998. 158 p.

REIS, R. B. **A influência das plantas invasoras, densidade de plantio, valor cultural da semente de (B*rachiaria brizantha*) na formação de pastagens no sudeste do Pará**. 2006. 80f. rabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Pará, Marabá, 2006.

RODRIGUES, R. C. **Biomassa microbiana e acúmulo de liteira em sistemas agroflorestais composto por meliÁceas utilizadas como indicadores biológicos de qualidade do solo.** 2006. 105f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

SAMPAIO, G. V. **Efeito de sistemas de preparo do solo sobre o consórcio milho-fejão (P*haseolus vulgaris* L.) e sobre algumas propriedades físicas e químicas do solo**. 1987. 121f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

SANTANA, M. B.; SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 30, p. 1-12, 2006.

SANTOS, H. G.; OLIVEIRA, J. B.; ANJOS, L. H. C; JACOMINE, P. K. T; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A.; COELHO, M. R.; LUMBRELAS, J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Brasília: EMBRAPA; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 412 p.

SAS INSTITUTE, INC. SAS **Users's guides**: Statistics, version 6. Cary, n.C., SAS institute, 1990.

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NO EXPERIMENTO ESECAFLOR, NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Rosecélia Moreira da Silva Castro
Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo
José Maria Nogueira da Costa
Antonio Carlos Lôla da Costa

INTRODUÇÃO

A sazonalidade na produção de serapilheira tem sido relacionada principalmente ao clima (SPAIN, 1984), sendo também mencionados a baixa disponibilidade de nutrientes, estágio sucessional da comunidade e deciduidade das espécies (VOGT et al., 1986; VILLELA; PROCTOR, 1999) e outros fatores bióticos, tais como a competição por recursos e comportamento de polinizadores, dispersores e predadores (JANZEN, 1980).

A camada de serapilheira sobre o solo, além da produção, depende da velocidade de decomposição da matéria orgânica, que varia conforme a composição do substrato, atividade dos decompositores e das condições ambientais, particularmente temperatura, umidade e propriedades físicas do solo (SPAIN, 1984). Quando o ecossistema se encontra em condição de equilíbrio, a taxa de decomposição pode ser estimada através da razão entre a quantidade de serapilheira produzida e a acumulada, esta última não apresentando variações significativas em sua quantidade absoluta (OLSON, 1963).

A quantidade de serapilheira e seu conteúdo de nutrientes aportados ao solo refletem na sua capacidade produtiva e no seu potencial de recuperação ambiental, tendo em vista as modificações que irão ocorrer nas características químicas do solo (SCHUMACHER et al., 2004).

A qualidade de serapilheira influencia a abundância, composição e atividade dos micro-organismos e fauna do solo, que participam da decomposição do material e determinam a taxa de decomposição e dinâmica de nutrientes (POLYAKOVA; BILLOR, 2007).

Por ter a capacidade de desenvolver-se sobre solos, na sua maioria ácidos e com baixas disponibilidades de nutrientes, a camada de serapilheira formada sob o solo torna-se o mais importante sistema de sustentação deste ecossistema, pois a entrada de nutrientes para a vegetação é feita pelos detritos vegetais caídos da própria floresta.

Nas florestas tropicais ocorre forte interação entre a vegetação e o solo através da ciclagem de nutrientes, e o acúmulo de serapilheira exerce importante função, por ser a mais significativa forma de transferência de nutrientes (GOLLEY et al., 1978), sendo que as transformações que ocorrem neste compartimento dos ciclos biogeoquímicos são as que mais afetam o fluxo de transferência dentro do ecossistema, e a serapilheira atua na superfície do solo como um processo de produção e decomposição.

Os ecossistemas de florestas tropicais, via de regra, apresentam produção contínua de serapilheira no decorrer do ano, sendo que a quantidade produzida nas diferentes épocas depende do tipo de vegetação

considerado (LEITÃO-FILHO et al., 1993). Dentro de um mesmo tipo florestal, a produção também varia de acordo com o grau de perturbação (DELITTI, 1989; PAGANO, 1989), e a quantidade de serapilheira produzida poderá ser afetada quando submetida ao estresse hídrico, pelas restrições da quantidade de água disponível no solo para atender às necessidades fisiológicas e nutricionais da planta.

A taxa e a qualidade do material depositado têm importante função no processo de decomposição e no ciclo de nutrientes. O estudo sobre decomposição de serapilheira é importante para se entender o funcionamento e a dinâmica dos ecossistemas, pois, a partir da análise de nutrientes pode-se fazer uma avaliação do material orgânico depositado, decomposto e depois absorvido pelas plantas no solo (BECK et al., 2000).

Várias pesquisas argumentam que a quantidade total de serapilheira produzida e suas componentes, como queda de folhas, gravetos e elementos reprodutivos, poderão ser afetadas quando estiverem sob estresse hídrico, o que consequentemente também poderá afetar outros mecanismos do ciclo de água, carbono e nutrientes. Neste sentido, este estudo tem como objetivo avaliar a influência da exclusão de água da chuva sobre a variação da produção de serapilheira, quando submetida ao estresse hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no sítio experimental do Projeto LBA-ESECAFLOR, localizada na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), que ocupa uma área física de 33.000 ha dentro dos 330.000 ha da Floresta Nacional de Caxiuanã (1° 42'S; 51° 31' W) (LISBOA et al., 1997). Os ambientes da floresta são de áreas de terra firme, várzea e igapó, porém, 95 % da área abrange ambiente de terra firme (LISBOA et al., 1997). Este ambiente apresenta uma arquitetura florestal constituída de árvores emergentes (40-50m), dossel (30-35m), subdossel (20-25m).

O clima da região é caracterizado como tropical úmido, do tipo Am_i, segundo a classificação de Köppen (MORAES et al., 1997). As temperaturas médias mais baixas ocorrem de janeiro a março, enquanto os meses mais quentes são outubro a dezembro, com temperatura média de 27°C. A temperatura média anual do ar é de 26°C e a umidade relativa média anual é de aproximadamente 80 %. A direção do vento predominante é de nordeste.

Experimento de coleta de queda de serapilheira: o experimento foi realizado em duas parcelas de um hectare cada, dentro do experimento ESECAFLOR (estudo de seca na floresta), que consiste na simulação de seca da floresta para avaliar o seu impacto prolongado, investigando a exclusão de água sobre o ciclo da floresta, semelhante à influência de um fenômeno El Niño.

A serapilheira produzida foi coletada no período de março 2001 a dezembro de 2006, nas duas parcelas, denominadas (A e B), pelo método das armadilhas para recolher detritos vegetais (*litter trap*). A partir de dezembro de 2001, foram instalados painéis (Figura 1) para impedir a água da chuva no solo da floresta. Foram utilizados em cada área 20 coletores de formato circular, totalizando 40 coletores, seguindo os métodos utilizados por Luizão (1982).

O coletor utilizado para este experimento é de forma circular, com área de 1 m^2, em base de arame galvanizado e tela de náilon de 2 mm de malha, sendo as bordas das telas costuradas com fio de náilon (Figura 2). A malha utilizada evita que a água da chuva fique parada, facilitando assim o escoamento, minimizando o escoamento para o solo e a deterioração do material vegetal.



Figura 1. Vista parcial do Experimento ESECAFLOR, painéis cobrindo a superfície do solo. Foto: Acervo MPEG.

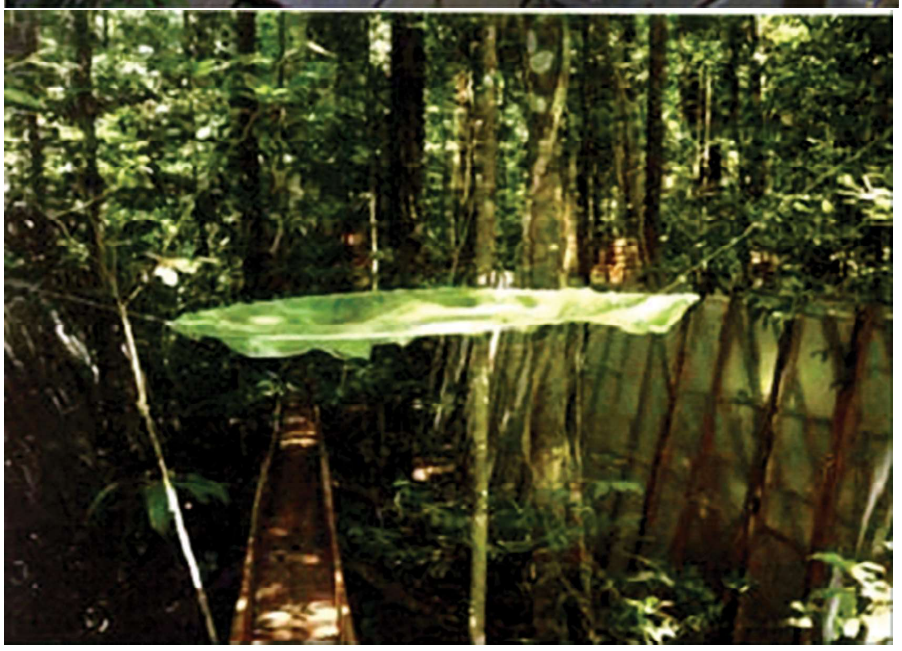


Figura 2. Coletor de serapilheira, vista acima dos painéis. Fonte: Silva, R. M. (2002).

Coletas do material de campo: as coletas do material na floresta foram realizadas mensalmente. Para retirar o material dos coletores, foi realizado o seguinte procedimento: recolheu-se manualmente o material vegetal dos coletores que ficava retido na tela, limpando-se a tela; em seguida, transferido para sacos de papel e, posteriormente, para sacos plásticos bem acondicionados, para serem transportados ao laboratório do campo experimental, onde os sacos plásticos e de papel eram abertos e a água acumulada sobre as folhas era escoada para secar primeiramente em condições ambientais.

No laboratório de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi, o material vegetal foi colocado em novos sacos de papel para serem colocados em estufa a 80°C por um período de 48 horas, até a obtenção de peso constante. Após a secagem, o material foi separado nas frações: foliar: folhas e estípulas; e não foliar: flores, frutos, botões, cascas e ramos finos (∅ ≥ 1 cm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação mensal das frações de folhas, gravetos e partes reprodutivas na parcela A apresentaram decréscimo na quantidade de serapilheira produzida, com acentuada diferença de padrão de produção ao longo do experimento, a máxima quantidade de folhas produzidas nos anos de 2001 a 2006 foram, respectivamente, nos meses de junho/01; agosto/02; maio/03; abril/04; julho/05 e julho/06, apresentando decréscimo de produção no decorrer dos anos (Figura 3). A produção mensal máxima de folhas variou de 145,00 $kg.ha^{-1}$ e 99,72 $kg.ha^{-1}$, respectivamente em junho/01 e maio/03.

A produção de gravetos apresentou o mesmo padrão da fração de folhas, diferindo apenas nos anos de 2005 e 2006, com as maiores produções no ano de 2005, durante o mês de junho. Para as frações reprodutivas, as maiores produções ocorreram nos meses de novembro/01; novembro/02; março/03; novembro/04; janeiro/05; setembro/06, conforme a Figura 3.

A sazonalidade da produção de folhas de serapilheira foi bem evidenciada na parcela A, tendo sido constatado uma maior produção de serapilheira em junho de 2001, que é um mês típico de período de estiagem, enquanto a menor produção de folhas ocorreu em março de 2006, que representa um mês típico do período chuvoso.

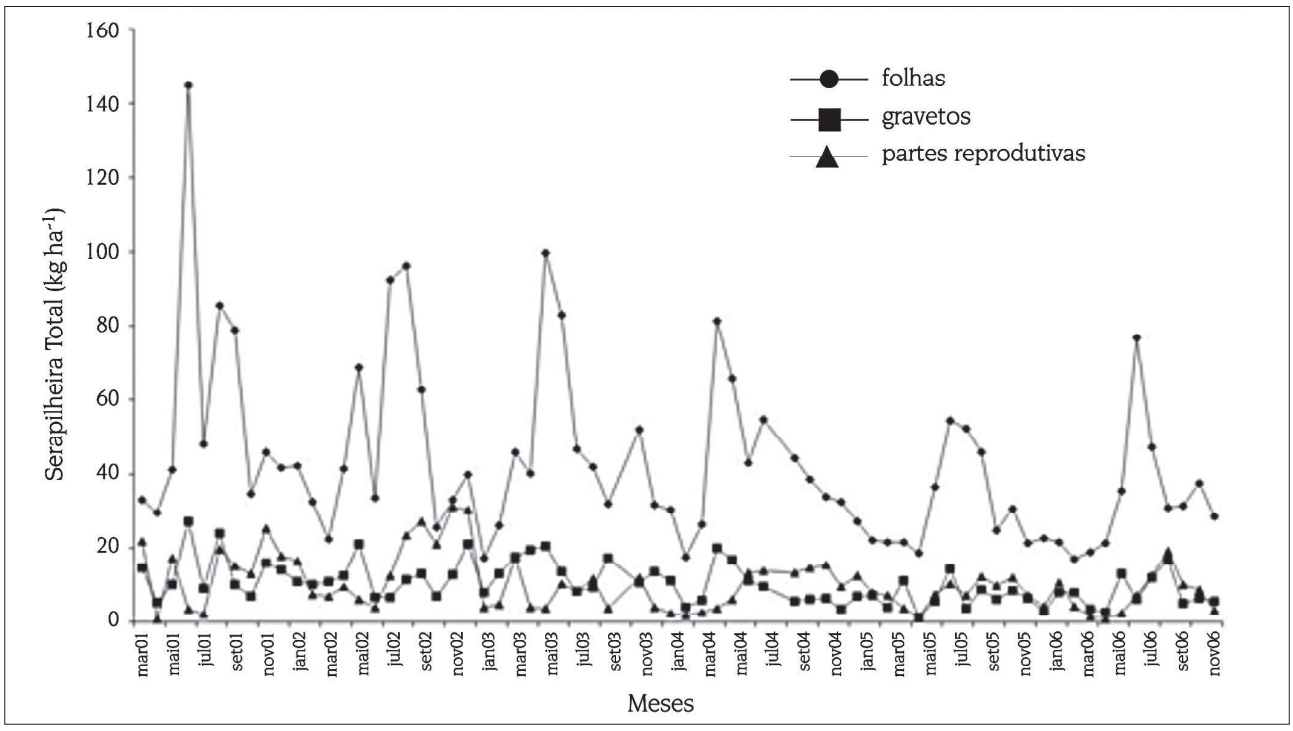


Figura 3. Variação Mensal da serapilheira e suas frações folhas, gravetos e partes reprodutivas, parcela A.

Durante o período de estiagem ocorreu a maior produção de frações de serapilheira na parcela B (Figura 4), nos meses de junho (2001 e 2003), julho (2002, 2005, 2006) e maio (2004), enquanto os meses do período menos chuvoso que apresentaram menor produção de serapilheira foram: janeiro, fevereiro, março e abril.

A média mensal no primeiro ano de medições foi de 816,30 ± 387 kg.ha^{-1}, enquanto no segundo ano foi de 739,10 ± 327 kg.ha^{-1}, representando um valor total para o primeiro período de 9,79 t.ha^{-1}.ano^{-1} e de 8,87 t.ha^{-1}.ano^{-1} no segundo período, com decréscimo até o final das coletas realizadas. Estes resultados são superiores aos encontrados por Luizão (1982) sobre produção de serapilheira em floresta de terra firme da Amazônia Central em Manaus, em uma área de platô (7,42 t.ha^{-1}.ano^{-1}), uma área de baixio (6,48 t.ha^{-1}.ano^{-1}) e uma área de capoeira (6,07 t.ha^{-1}.ano^{-1}). Medições de serapilheira feitas por Dantas e Phillipson (1989) em floresta primária em Capitão Poço (PA) apresentaram médias de produção de 8,04 t.ha^{-1}.ano^{-1}. Todavia, medições feitas por Teixeira (2001) nessa mesma localidade, em floresta primária e secundária, produziram médias de 5,81 t.ha^{-1}.ano^{-1} e 3,83 t.ha^{-1}.ano^{-1}, respectivamente.

Silva (1982) comparou a produção de serapilheira em floresta em diferentes ambientes, tendo constatado que a produção total de serapilheira em área de terra firme, área de várzea e área de igapó foram, respectivamente, de 7,3 t.ha^{-1}.ano^{-1}; 3,6 t.ha^{-1}.ano^{-1} e 7,6 t.ha^{-1}.ano^{-1}. Resultados obtidos por Franken e Klinge (1979) sobre produção de serapilheira em floresta de terra firme em Belém foram de 9,9 t.ha^{-1}.ano^{-1}, bem semelhantes aos encontrados em nosso estudo. Por outro lado, a produção de serapilheira em floresta primária, em Manaus, foi inferior ao valor encontrado em Belém, tendo variado de 7,8 a 8,0 t.ha^{-1}.ano^{-1}.

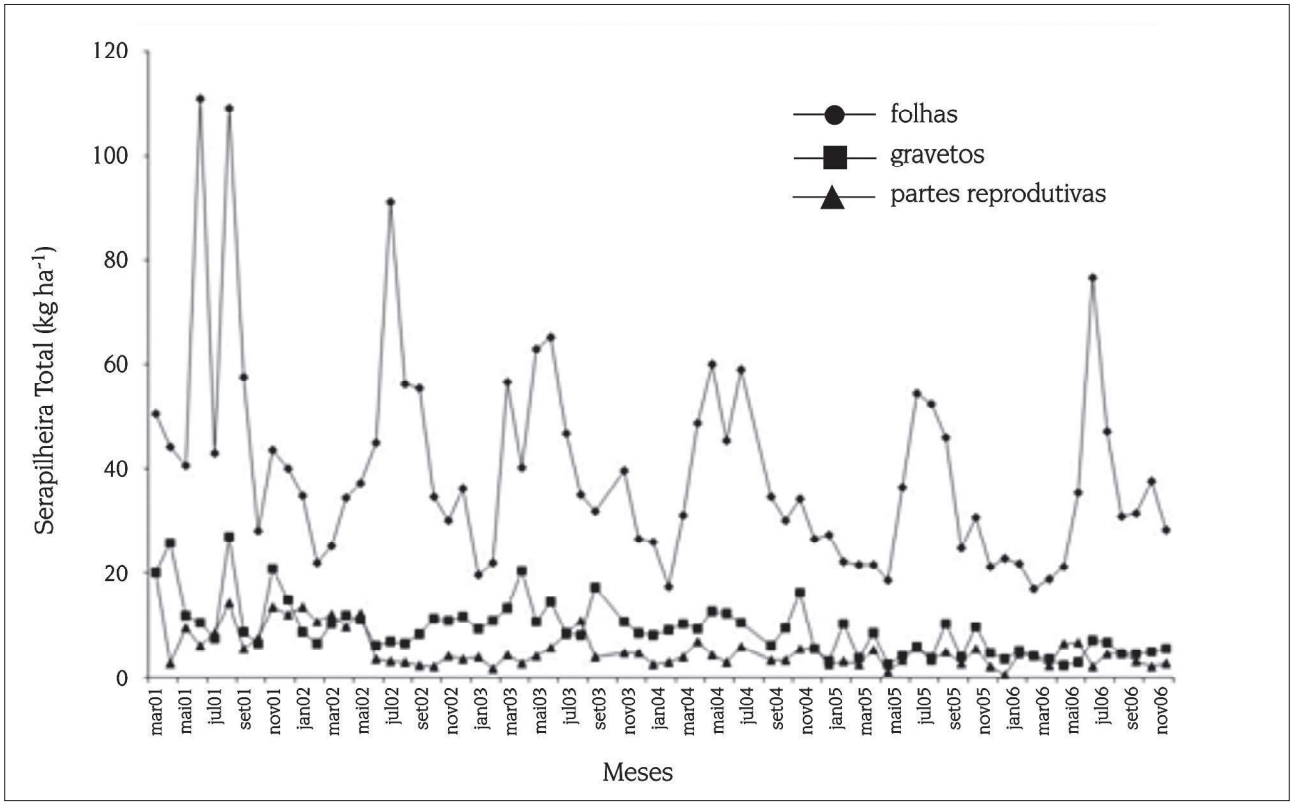


Figura 4. Variação Mensal da serapilheira e suas frações folhas, gravetos e partes reprodutivas, parcela B.

Embora a sazonalidade na parcela B também tenha sido constatada, como pode ser observado pela diferença entre os valores máximos e mínimos, a influência da exclusão da água nessa parcela (Figura 5), com consequente maior deficiência hídrica em relação à parcela A, resultou em menor queda de serapilheira nessa parcela, comparada com os valores obtidos na parcela A (Figura 6).

Na comparação entre a produção total de serapilheira nas duas parcelas estudadas, para todas as frações, observou-se que a produção total de serapilheira na parcela A foi significativamente maior do que na parcela B, em praticamente todo o período estudado (Teste t, $P<0,05$), conforme as Figuras 5, 6 e 7.

A influência da sazonalidade na produção de serapilheira e de suas frações ficou bem caracterizada, com a ocorrência da maior produção nos meses da estação menos chuvosa (Figura 8). A exclusão da água da chuva resultou em uma redução na produção total de serapilheira. Conforme era esperado, a queda de folhas representou a produção mais importante na produção total de serapilheira.

A produção média mensal de serapilheira na parcela A no período foi de 145 kg.ha^{-1} de folhas, 27,25 kg.ha^{-1} de gravetos e 25,32 kg.ha^{-1} nas frações reprodutivas; e 76,66 kg.ha^{-1} de folhas, 13,01 kg.ha^{-1} de gravetos, 19,12 kg.ha^{-1} de frações reprodutivas, para os anos de 2001 e 2006, respectivamente, indicando uma redução em relação à produção de serapilheira na parcela ao longo de cinco anos. A produção média mensal de serapilheira na parcela B no período foi de 110,96 kg.ha^{-1} de folhas, 26,85 kg.ha^{-1} de gravetos e 19,96 kg.ha^{-1} nas frações reprodutivas; e 72,66 kg.ha^{-1} de folhas, 7,18 kg.ha^{-1} de gravetos, 6,72 kg.ha^{-1} de frações reprodutivas, para os anos de 2001 e 2006, respectivamente, indicando o mesmo padrão decrescente em relação à parcela A.

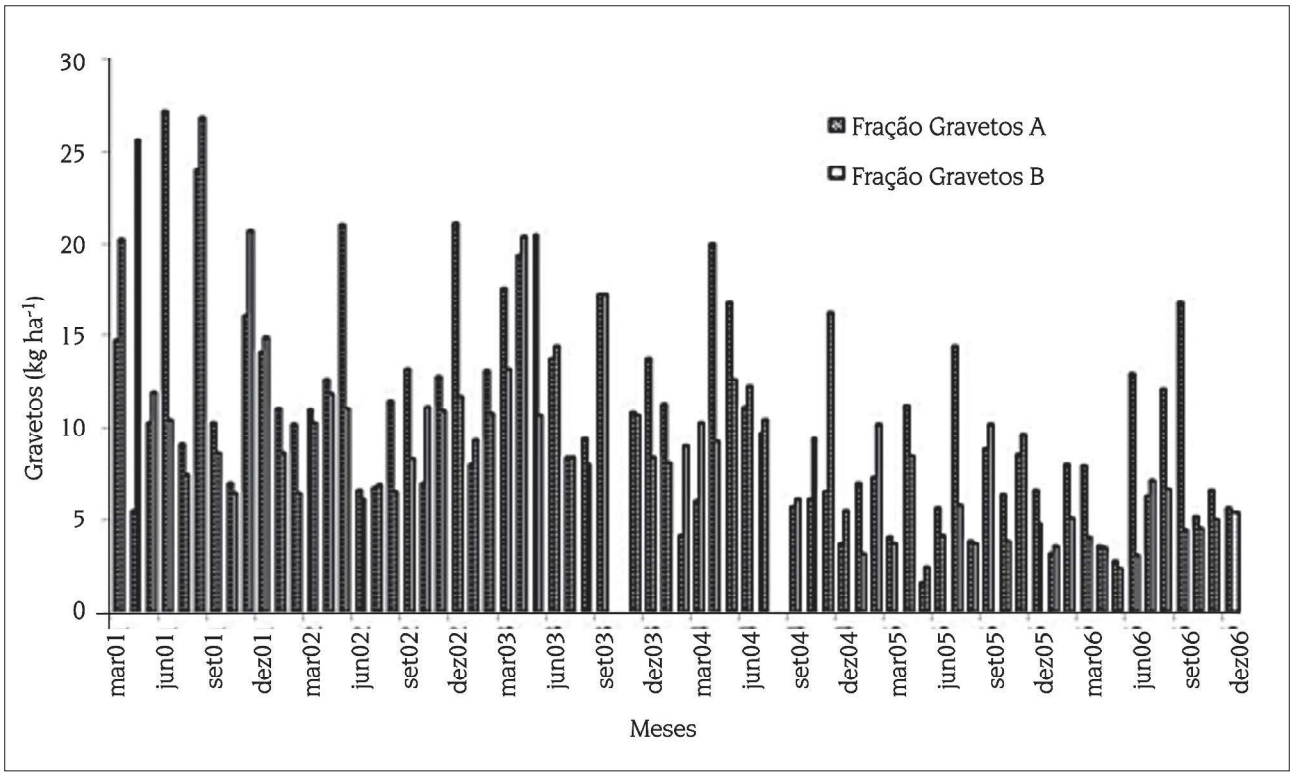


Figura 5. Variação Mensal da fração gravetos nas parcelas A e B.

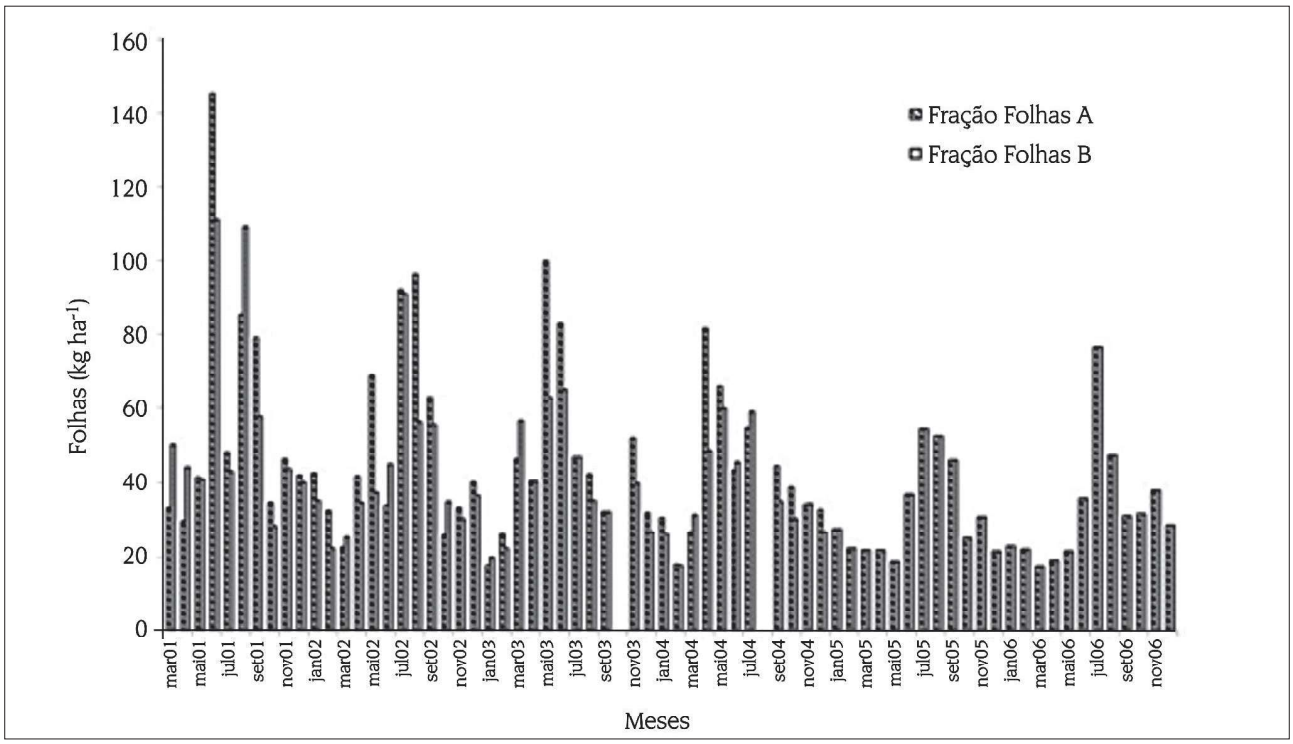


Figura 6. Variação Mensal da fração folhas nas parcelas A e B.

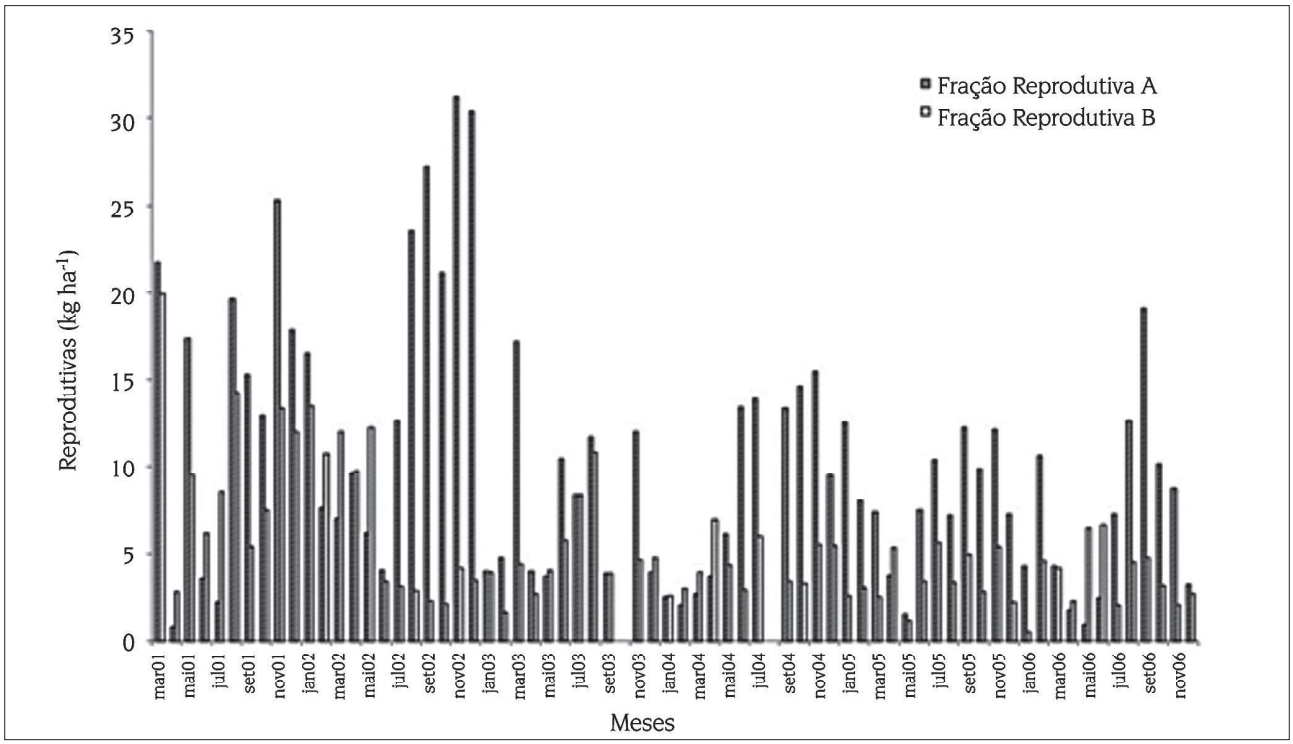


Figura 7. Variação Mensal da fração reprodutiva nas parcelas A e B.

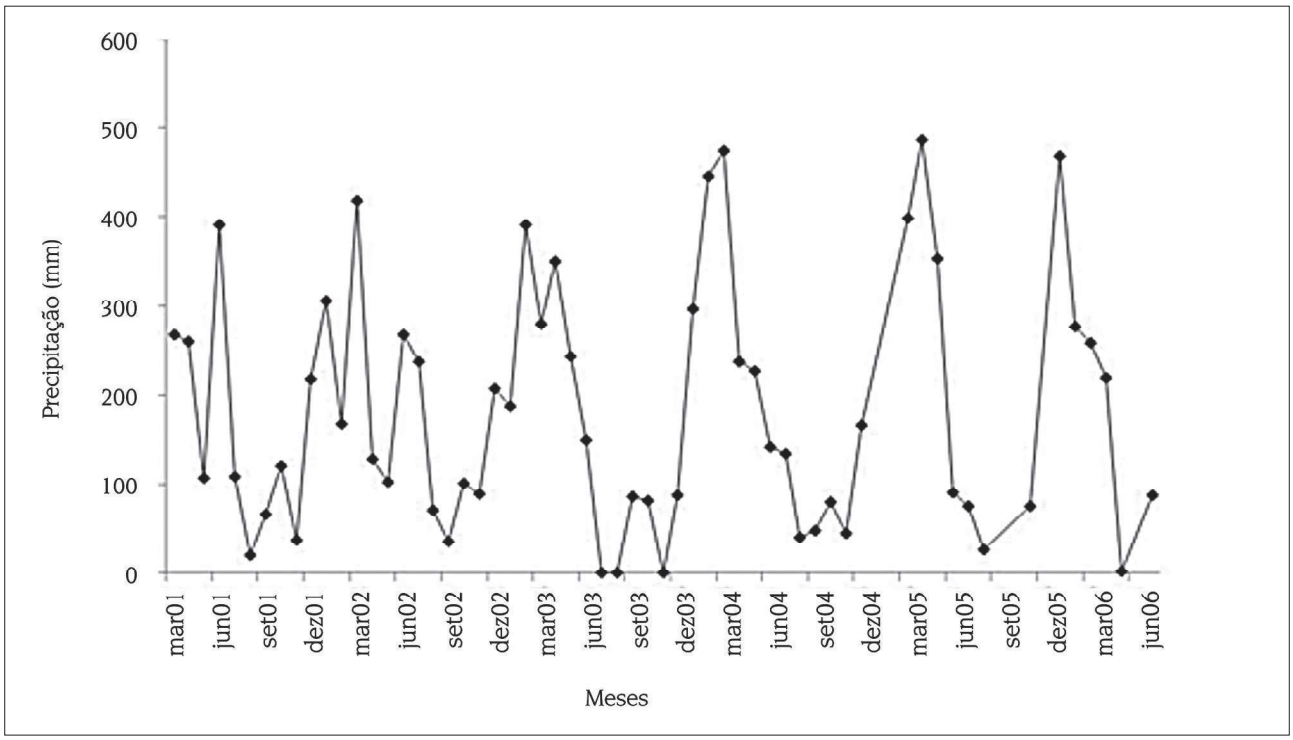


Figura 8. Percentual Mensal das frações da produção total de serapilheira na parcela A.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos ao Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA), pelo financiamento do projeto de pesquisa; ao Programa CTAMAZÔNIA/Edital 032/2005/CNPq, pela bolsa concedida e ao Museu Paraense Emílio Goeldi e pela oportunidade da realização das atividades de pesquisa.

REFERÊNCIAS

BECK, L.; GARCIA, M. B.; FRANKLIN, E.; HOFER, H.; MARTIUS, C. Fauna de solo decomposição de liteira em florestas primárias e secundária em uma área de policultivo de espécies de madeira da Amazônia. **Projeto Shift Env**., v. 52, 2000.

DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall and nutrient content in primary and secondary Amazonian "terra firme" rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, p. 27-36, 1989.

DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: BARBOSA, L. M. (Coord.). SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.88-98.

FRANKEN, M. E. H.; IRMLER, U.; KLINGE, H. Litterfall in inundation, riverini and terra firme forest of Central Amazonia. **Tropical Ecology**, v 20, p. 225-235, 1979.

GOLLEY, F. B. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. Tradução de Eurípides Malavolta. São Paulo: EDUSP, 1978.

JANZEN, D. H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: EDUSP, 1980.

KUMAR, B. M.; DEEPO, J. K. Litter production and decomposition dynamics in moist deciduous forests of the Western Ghats in Peninsular India. **For. Ecol. Management**, v. 50, p. 181-201, 1992.

LEITÃO-FILHO, H. F.; PAGANO, S. N.; CÉSAR, O.; TIMONI, J. L.; RUEDA, J. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. São Paulo: EDUSP, 1993. 184 p.

LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S. S. Florística e estrutura dos ambientes. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 163-193.

LUIZÃO, F. J. **Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central.** Aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira. 1982. 107f. Dissertação (Mestrado) – INPA/Fundação Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1982.

LUIZÃO, R. C. C.; LUIZÃO, F. J. Liteira e biomassa microbiana do solo no ciclo da matéria orgânica e nutrientes em terra -firme na Amazônia central. In: VAL, A. L.; FIGLIVOLO, R.; FEDBERG, E. (Eds.). **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**. Manaus: Secretaria de Ciência e Tecnologia; INPA, 1991. p.65-75. v. 1.

MORAES, J. C.; COSTA, J. P. R.; ROCHA, E. J. P.; SILVA, I. M. O. Estudos hidrometeorológicos na bacia do rio Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 85-95.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v. 44, n. 2, p. 322-331, 1963.

PAGANO, S. N. Produção de folhedo em mata mesófila semidecídua no Município de Rio Claro, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, p. 633-639, 1989.

POLYAKOVA, O.; BILLOR, N. Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. **Forest Ecology and Management**, v. 253, n. 1/3, p. 11-18, 2007.

RUIVO, M. L. P.; PEREIRA, S. B.; BUSSETTI, E. P. C.; COSTA, R. F.; QUANZ, B.; NAGAISHI, T. Y.; MEIR, P.; MAHLI, Y.; COSTA, A. L. Variações no solo e no fluxo de CO_2 nos sítio do ESECAFLOR, Caxiuanã, PA. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 7; Belém, 2001. **Trabalhos Completos...** Belém, 2001. CD-Rom.

SCHUMACHER, M. V. et al. Produção de serapilheira em uma floresta de A*raucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004.

SILVA, M. F. F.; LOBO, M. G.A. Deposição de matéria orgânica em floresta de terra firme, várzea e igapó. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica, n. 56, 1982.

SONGWE, N. C.; OKALI, D. U. U.; FASEHUN, F. E. Litter decomposition and nutrient release in a tropical rainforest, Sourthern Bakundu Forest Reserve, Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 333-350, 1995.

SPAIN, A. V. Litterfall and the standing crop of litter in three tropical Australian rainforests. **Journal of Ecology**, v. 72, n. 3, p. 947-961, 1984.

TEIXEIRA, L. B. **Dinâmica do ecossistema de pastagem cultivada em áreas de floresta na Amazônia Central**. 1987. 84 f. Tese (Doutorado) – INPA/Fundação Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1987.

VOGT, K. A.; GRIER, C. C.; VOGT, D. C. Production, turnover and nutrient dynamics of above and bellowgroud detritus of word forest. **Advances in Ecological Research**, v. 15, p. 303-77, 1986.

WIEGERT, R. G.; MURPHY, P. Effect of season, species, and location on the dispperance rate of leaf litter in a Porto Rican rain forest. **A tropical rain forest**, v. 3, p. 101-104, 1970.

SOIL CO_2, CH_4 AND N_2O FLUXES FROM EASTERN AMAZONIA INDICATE SURPRISING CONTROLS ON N-CYCLING IN A DROUGHT EXPERIMENT AND TERRA PRETA SOILS

Raimundo Cosme de Oliveira Júnior
Joost van Haren
Lindsey Hovland
Tara Woodcock
Rosa de Nazaré Paes da Silva
Eduardo Ballespi de Castro Vasconcellos
Maurício Lamano Ferreira
Alexandre Leandro Pereira
Daniel B. Metcalfe
José Henrique Cattanio
Antonio Carlos Lôla da Costa
Leandro Valle Ferreira
Scott Saleska
Plínio Barbosa de Camargo

INTRODUCTION

Relatively high and constant temperatures and moisture content render tropical soils active and fast organic matter recycling (SILVER et al., 2005; TRUMBORE, 1993). As a result, gas fluxes from tropical soil represent a large natural source in the respective global budgets (~20% for CO_2, ~20% for N_2O, and 4% for CH_4 (IPCC, 2007). Estimating the overall fluxes of tropical ecosystems is greatly complicated by the highly dynamic and spatially variable nature of tropical forests (FEELEY et al., 2007; SALESKA et al., 2003). Superposed to the natural variability are the human induced changes leading to conversion of forest to agricultural lands (DAVIDSON et al., 2008b; NEPSTAD et al., 2004) and the impact of more frequent droughts as a result of climate change (COX et al., 2000; TIMMERMANN et al., 1999).

The effect of land-use change on greenhouse gas fluxes has been extensively investigated during the LBA experiment (DAVIDSON et al., 2007; GARCIA-MONTIEL et al., 2001; NEILL et al., 2005; VERCHOT et al., 2000). Measurement campaigns revealed large amounts of carbon and nitrogen loss from the ecosystem during conversion from forest to pasture or agricultural land. These losses, combined with soil compaction, lead to large reductions in greenhouse gas production. These reductions were reversed for N_2O when the fields were fertilized and/or during the wet season in young pastures (STEUDLER et al., 2002; LUIZÃO et al., 1989) and for CH_4 during the wet season, when fields experience flooded conditions. Terra preta soils have been found to preserve more organic carbon and nutrients over time and remain fertile longer than soils under industrialized agriculture practices (LEHMANN et al., 2003). As such, terra preta agriculture has been proposed as a sustainable way to provide food for future generations in tropical regions (GLASER, 2007). Metcalfe et al. (2007) measured CO_2 fluxes in Caxiuana on both the sandy, clayey and terra preta soils. Even though terra preta soils have much higher C content, they found no significant difference in CO_2 fluxes between the sites.

As part of the LBA program, two drought experiments were started in 2001 an 2002. Both consisted of a 1 ha control and treatment plot, where 60 to 90 % of the rainfall was diverted by plastic panels (FISHER et al., 2006; NEPSTAD et al., 2007). One was located on clay rich terra firme soils in the Tapajos National Forest south of Santarem (Seca Floresta) and the other on sandy soils in the Caxiuanã National Forest west of Belém (EsecaFlor; Figura 1). Results from the Seca Floresta experiment are summarized in Davidson et al. (2008a) and Nepstad et al. (2007). They found that at the end of the experiment higher tree mortality was observed, especially in the large canopy trees. Soil moisture content was greatly reduced in the treatment plot leading to a reduction in N_2O flux and an increase in CH_4 uptake by the soils (DAVIDSON et al., 2008a); no difference was found for the soil CO_2 flux. The EsecaFlor treatment plot has experienced a greater mortality, early on in the experiment, probably due to lower moisture holding capacity in the sandy soils and the occurrence of a Fe-hardpan, which restricts roots access to deeper soils (FISHER et al., 2008). Metcalfe et al. (2007) measured soil CO_2 fluxes from the EsecaFlor experiment and found only a slight decline on the treatment relative to the control; however, Sotta et al. (2007) found a larger a reduction in soil CO_2 flux in the treatment plot. This discrepancy could be attributed to different sampling times, which has been used by Metcalfe et al. (2007) to explain the difference in soil temperature and moisture on soil CO_2 fluxes between Sotta et al. (2007) and Metcalfe et al. (2007).

For the Amazon-PIRE course, an NSF Partnership in International Research and Education, we brought a Gas Chromatograph (GC) from Santarem to analyze CO_2, CH_4 and N_2O in Caxiuana. We measure gas fluxes, soil temperature, pH, moisture content and bulk density in the two plots (sandy and treatment) of the EsecaFlor experiment, one plot of clay-rich site (clay) and one in a terra preta site (fertile). Our goal was to determine whether: 1) prolonged drought affected the greenhouse gas fluxes from tropical sandy soils; 2) soil greenhouse gas fluxes were higher on fertile Terra Preta soils; and 3) soil greenhouse gas fluxes could be differentiated by excluding roots and mycorrhizae. To our knowledge, we for the first time present CH_4 and N_2O fluxes from the Caxiuanã drought experiment and any terra preta site.

SITE AND METHODS DESCRIPTION

All four of our sites are located in the Caxiuanã National Forest, Pará, north-eastern Brazil (1°43'3.5"S and 51°27'36"W) managed by the Museu Paraense Emílio Goeldi in Belem (Figura 1). The area receives ~2500 mm annual rainfall with a pronounced dry season starting in July through December (FISHER et al., 2006) and a mean annual temperature of 25 °C, with little diurnal variation. All sites are the same as reported in Metcalfe et al. (2007), see Table 1 for site characteristics. The forest at the Esecaflor and Tower sites is a mature 'primary' tropical forest, whereas the terra preta site was abandoned only ~30-50 years before and the vegetation consisted of "capoeira", or a secondary forest.

We made eight replicate measurements of fluxes per site at locations randomly selected within each 1 ha plot. We also measured soil gas fluxes at previously installed collars (METCALFE et al., 2008), designed to partition roots, microbes, or mycorrhizae, that contributed to total flux. We designed a plastic sleeve that fit around the 10 cm diameter collars and covered the soil within our 30 cm diameter chamber tops. The plastic was secured to both the collars and tops using elastic bands. Concurrent with, or immediately after, the flux measurements we collected air and soil temperature, and soil samples for determinations of bulk density, water content, pH, NH_4^+ and NO_3^-. The samples for pH measurementswere mixed with water at a 2:1 ratio. After the pH measurement, the solution was filtered and used for NH_4^+ and NO_3^- analyses. These ions were measured using spectrophotometer (Hanna Instruments 83200-2008, North Highlands, CA) with

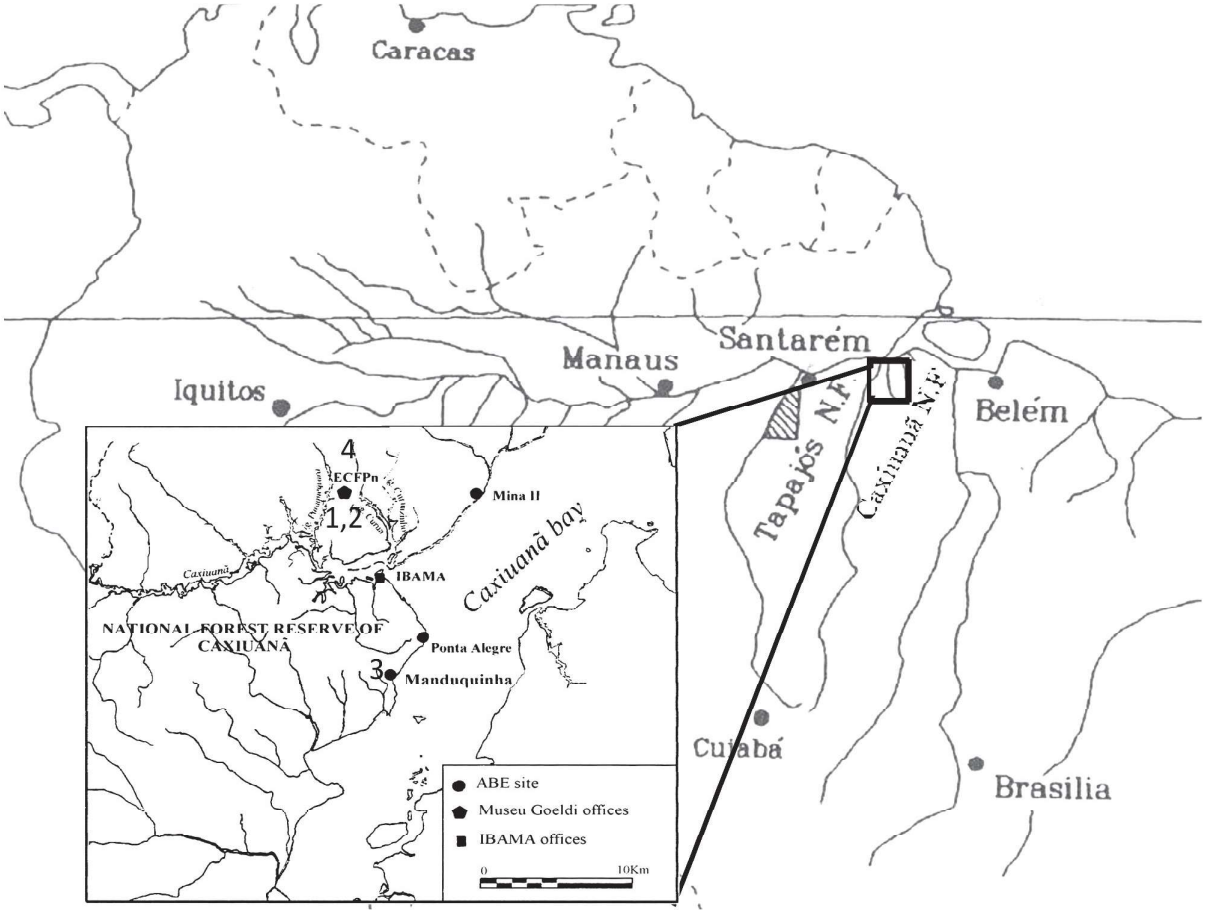


Figure 1. Map of site location of our four in the Caxiuanã National (1,2 = Esecaflor experiment; 3 = fertile site; and 4 = tower site). Modified to Costa and Kern (1999).

Table 1. Site characteristics and soil properties.

	Sandy		Clayey	
	Control	Treatment	Terra Preta	Tower
Tree number (stems ha^{-1})	434	421	544	419
Stem basal area (m^2 ha^{-1})	24	24	37	25
Leaf area index (m^2 m^{-2})	5	5		6
Clay (%)	18	13	20	42
Silt (%)	5	4	22	14
Sand (%)	77	83	57	44
Carbon (g $kgds^{-1}$)	9	12	46	22
Nitrogen (g $kgds^{-1}$)	0.4	0.3	3	2
CN ratio	23	35	15	9
P ($mg?kg^{-1}$)	3	3	36	4

Data from Metcalfe et al. (2008).

ion selective chemical packages (Ammonia: Nessler method, and Nitrate: cadmium reduction method). Soil was collected in small (5 cm diameter and 5 cm high) rings, weighed wet, and dried in an oven for 24 hours at 105 °C. After drying the soil was weighed again to give bulk density (BD), % soil moisture (SM), and to calculate the percent water filled pore space (% WFPS) according to Linn; Doran (1984). Gas fluxes were measured using the static, vented chamber method (VARNER et al., 2003), and gas samples were analyzed on a dual GC system with FID (for CH_4) and ECD (for CO_2 and N_2O using P-5 as carrier gas) detectors.

We used ANOVA to conduct the site to site comparison and multiple linear regression (MLR) analysis and stepwise regression analysis combined with the Akaike Information Criterion (AIC) to select the best predictor model (JOHNSON; OMLAND, 2004). Predictor variables used were soil temperature, pH, moisture content, and NH_4^+, and the gas fluxes were the dependent variables.

RESULTS

Site-to-site comparison: We found no site difference in soil CO_2 (176±12 mg-C m^{-2} h^{-1}, n=32) and CH_4 (-31.9±7.9 ?g-C m^{-2} h^{-1}, n=32) fluxes between sites (Table 2). However, the mean soil N_2O flux in the drought treatment of the EsecaFlor experiment (6.3±1.3 ?g-N m^{-2} h^{-1}, n=8) was almost four times the flux in the control plot (1.7 ±0.9 ?g-N m^{-2} h^{-1}, n=8). Soil N_2O fluxes at the clay-rich sites (Terra Preta = 13.2±2.8 and Tower = 14.1±2.6 ?g-N m^{-2} h^{-1}, both n=8) were about double the EsecaFlor drought and eight times the control site fluxes, respectively.

Soil moisture (SM) content in the EsecaFlor experiment (5.8±1.0 g g^{-1}) was half of the control (11.8±0.8 g g^{-1}) and one sixth the moisture content at the tower and terra preta sites (Table 2). Due to differences in soil bulk density, the soil moisture difference between the drought and control plots of the EsecaFlor experiment was not significant when expressed as %WFPS (Table 2). Soil pH did not change much within and between sites (pH = 3.58±0.06), except for the Terra Preta site which had much higher pH values (pH = 4.86±0.14, $p<0.0001$).

Table 2. Mean±SE of soil properties and gas fluxes at all sites.

	Control	Treatment	Terra Preta	Tower
Temperature (°C)	26.0±0.1[a]	26.8±0.2[b]	25.5±0.1[a]	25.6±0.1[a]
pH (in H_20)	3.55±0.04[a]	3.67±0.09[a]	4.86±0.14[b]	3.52±0.04[a]
Bulk density (g cm^{-3})	1.22±0.05[b]	1.15±0.07[ab]	1.04±0.04[ab]	0.95±0.03[a]
Moisture (g gds^{-1})	11.8±0.8[b]	5.8±1.0[a]	27.7±1.2[c]	33.0±2.0[c]
% WFPS	14.5±1.2[a]	11.1±1.1[a]	47.5±2.8[c]	31.7±2.3[b]
NH_4^+ (?g gds^{-1})	27.0±1.3[b]	13.9±2.0[a]	46.0±1.5[c]	50.8±2.2[c]
NO_3^- (?g gds^{-1})	4.0	2.9	5.7	7.7
CO_2 (mg-C m^{-2} h^{-1})	176±16	181±33	187±25	160±23
CH_4 (?g-C m^{-2} h^{-1})	-27±16	-37±12	-48±16	-15±19
N_2O (?g-N m^{-2} h^{-1})	1.7±0.9[a]	6.3±1.3[ab]	13.2±2.8[b]	14.1±2.6[b]

?=0.01 for SE and significant difference denotation.

Soil NH_4^+ was lowest in the EsecaFlor treatment plot (13.9±2.0 ?g gds^{-1}) and highest at the Tower plot (50.8±2.2 ?g gds^{-1}, Table 2). Likewise soil NO_3^- was the lowest in the treatment plot (2.9 ?g gds^{-1}) and highest in the Tower plot (7.7 ?g gds^{-1}). NH_4^+ and NO_3^- were similar to the pool sizes of NH_4^+ and NO_3^- in clayey and sandy soils (our tower and control plots, respectively) measured in wet season soils by Sotta et al. (2008).

In the EsecaFlor treatment plot one outlier of bulk density (BD) (0.7 vs. 1.21±0.04 g cm^{-3} mean±SE, n=7), soil moisture (11% vs 5.1±0.7%), CO_2 flux (392 vs. 151±16 mg-C m^{-2} h^{-1}), and NH_4^+ (15 vs 12.2±1.1 ?g gds^{-1}) was taken in an area of a decaying log. The large amount of litter reduced the BD and increased the soil moisture content. Increased CO_2 flux and NH_4^+ concentrations are indicative of increased mineralization and ammonification. Due to the large influence of this one point on the regression analysis we conducted them both with and without the outlier.

In the root exclusion experiment, N_2O fluxes appeared negatively affected by roots both in the control and the treatment plots ($8.8_{2.4}^{3.3}$ vs. $1.8_{0.4}^{0.5}$, t_{16}, -2.7, $p<0.02$, and $17.2_{2.8}^{3.4}$ vs. $6.1_{0.8}^{0.9}$?g-N m^{-2} h^{-1}, t_{16}, -4.6, $p<0.0008$, in the control and treatment plots respectively). Presence of roots did not affect soil temperature, moisture and NH_4^+. No effect of litter was found on either N_2O or CH_4 fluxes.

Regression analyses: Though we found no difference between sites, soil CO_2 fluxes showed a negative trend with soil moisture and BD ($p<0.06$, Table 3). CO_2 fluxes in the clayey soils were strongly influenced by the soil moisture content ($F_{1,16}= 11.5$, $R^2= 0.43$, $p<0.004$), whereas in the sandy soils the apparent negative correlation between BD and CO_2 flux was only caused by the decaying log ($p<0.007$ vs 0.43 without the outlier). Correlations between soil parameters and CH_4 were found to be at best marginally significant, most probably due to a minority of locations with CH_4 production (one or two out of eight per site).

NH_4^+ increased with increasing soil moisture (SM) for all sites, from the drought experiment and control sandy plots to the clay rich plots ($F_{1,32}=148$, $R^2_{adj}=0.83$, $p<0.0001$, Figure 3a). We assumed this correlation was indicative of increased mineralization rates with increased SM content. In the two clay-rich sites the NH_4^+ did not increase at greater moisture contents, which we interpret as a greater contribution of nitrification balancing the NH_4^+. The NH_4^+ correlated negatively with the BD in the clayey soils ($p<0.02$). Within the individual sites, NH_4^+ was strongly and positively correlated with soil temperature and moisture ($F_{2,8}=15.4$, $r^2_{adj}=0.8$, and $p<0.007$). In the clay-rich tower site, NH_4^+ decreased with increasing pH (Figure 4a), which suggests that, at very low pH, nitrification is inhibited and NH_4^+ builds up. This interpretation was further supported by similar correlations of NH_4^+ with pH in the sandy plots, but these correlations are not significant. No relationship between NH_4^+ and pH was found in the TP plot. None of these correlations were additive in MLR analysis, as found by AIC analyses (Table 3).

N_2O fluxes in the treatment and control plots in the drought experiment were positively correlated with ST ($F_{1,16}=31$, $R^2_{adj}=0.67$, $p<0.0001$, Figure 3a), with most flux and temperature variability within the treatment plots. N_2O fluxes in the drought experiment are negatively correlated with NH_4^+ ($F_{1,32}=9.2$, $R^2_{adj}=0.35$, $p<0.009$, Figure 3b), again with higher variability in the treatment plots. In the terra preta plot, soil N_2O fluxes were best predicted by soil pH values ($F_{1,8}=27$, $R^2_{adj}=0.79$, $p<0.002$, Figure 4b).

Multiple linear regression did not increase any of the correlation, except for N_2O in the terra preta site, which was best explained by a MLR of pH and NH_4^+ ($N_2O_{TP} = 0.79\pm0.10*NH_4^+ - 19.2\pm1.1*pH + 70.2\pm6.5$; $F_{2,8}=172$, $R^2_{adj}=0.98$, $p<0.0001$).

Table 3. Best fit models for CO_2, CH_4, and N_2O.

	T (°C)	pH (in H_20)	BD (g cm^{-3})	% SM (g gds^{-1})	NH_4^+ (?g gds^{-1})	R^2	P-value	
CO_2 (mg-C m^{-2} h^{-1})								
All			- (0.66)	- (0.58)		0.17	0.06	
-outlier*		- (0.37)				0.01		0.52
EsecaFlor			**- (0.93)**			**0.41**	**0.007**	
-outlier *		- (0.45)				0.10		0.25
Control			- (0.58)			0.38	0.10	
Treatment				**- (0.71)**		**0.58**	**0.03**	
-outlier *			+ (0.65)	+ (0.57)		0.62		0.15
Fertile				**- (0.98)**		**0.45**	**0.004**	
Terra Preta				- (0.59)		0.44	0.07	
Tower		**+ (0.46)**		**- (0.96)**		**0.73**	**0.04**	
CH_4 (?g-C m^{-2} h^{-1})								
All						0.06	0.17	
EsecaFlor								
Control						0.38	0.10	
Treatment						0.53	0.04	
Fertile						0.35	0.06	
Terra Preta						0.46	0.07	
Tower						0.27	0.19	
N_2O (?g-N m^{-2} h^{-1})								
All	**+ (0.71)**			**+ (0.87)**		**0.40**	**0.0006**	
EsecaFlor	**+ (0.99)**					**0.69**	**<0.0001**	
Control			- (0.63)			0.40	0.09	
Treatment			**+ (0.99)**			**0.69**	**0.01**	
Fertile		**- (0.45)**				**0.43**	**0.03**	
Terra Preta		**- (1.00)**			**+ (1.00)**	**0.99**	**<0.0001**	
Tower			- (0.44)			0.17	0.31	

?=0.01 for SE and significant difference denotation
2nd order Polynomal: $N_2O = 19 + 0.26*pH - 12.7*pH^2$

DISCUSSION

Drought experiment: in the sandy soils of the drought experiment, we found no difference in CO_2 and CH_4 fluxes between the treatment and control plots. CO_2 fluxes measured here were comparable to the reported by Sotta et al. (2006; 2007) and Metcalfe et al. (2007), measured at the same sites in the Caxiuanã National Forest during 2002-2003 and 2005, respectively. Unlike Sotta et al. (2006; 2007), we did not find any difference between the CO_2 fluxes. Lack of CO_2 variability between drought experiments is consistent with both the Tapajos drought experiment (DAVIDSON et al., 2008a) and comparison between soil with different textures (KELLER et al., 2005). Metcalfe et al. (2007) proposed that the CO_2 flux variability was best explained by litter and root stock, whereas Sotta et al. (2006; 2007) found that CO_2 fluxes were best explained by soil moisture content and temperature. The clay and fertile soils confirm that there is a negative relationship between soil moisture and CO_2 flux in these soils at high moisture contents (Figure 2). Though the magnitude we measured was much larger than during their measurement times, while they covered a wider range of soil moisture conditions.

Our results cannot confirm the root and litter distribution effect, though our highest flux overall was taken from a location close to a decaying log which had extremely high litter content as evident from the low BD. The correlations found between soil BD and CO_2 flux are thus suggestive of litter and root stock influence on CO_2 fluxes. The lack of difference in the CO_2 flux at the EsecaFlor drought experiment is consistent with increased specific root length and surface area in the treatment plot (METCALFE et al., 2008), though there is a reduction, albeit not significant when the outlying decaying log location is removed from the EsecaFlor mean (151 ± 16 vs. 181 ± 30 mg-C m^{-2} h^{-1} including the outlier). The increased root area and length combined with the increased soil temperature likely enhance root respiration and thus offset a decrease in heterotrophic respiration due to the drier conditions.

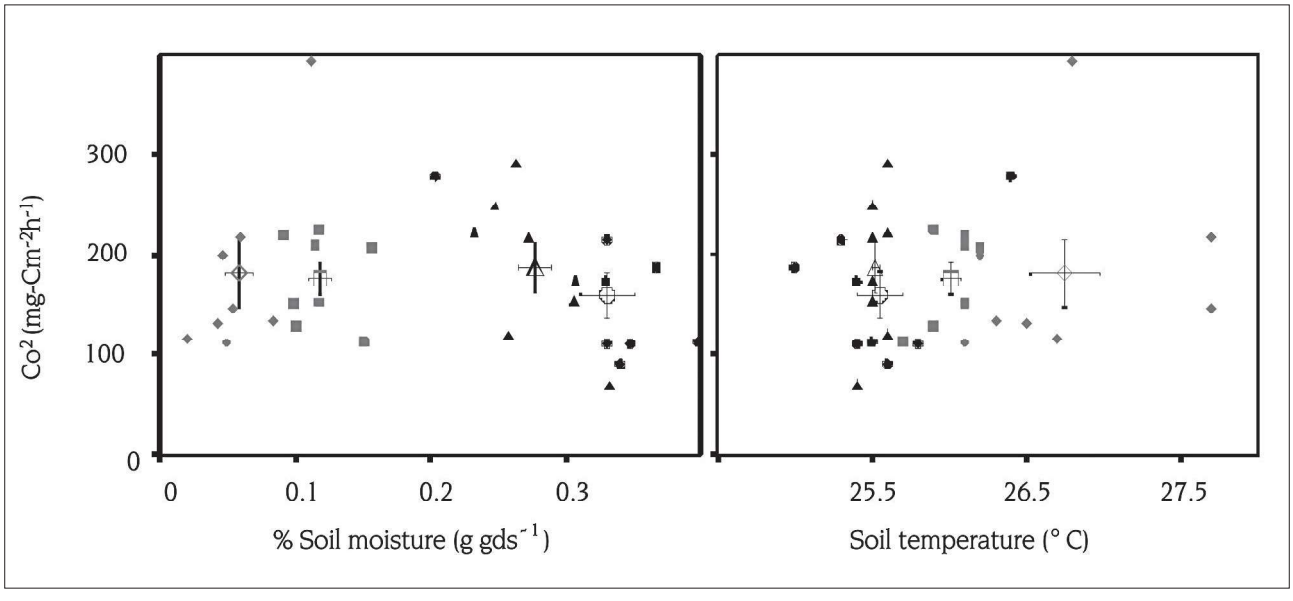


Figure 2. CO_2 flux vs. % soil moisture (gravimetric) and soil temperature. Symbols represent the different sites as follows: diamonds = treatment, square= sandy, triangles = fertile, and circles = tower. Closed symbols denote individual measurements and open symbols and error bar site means and SE.

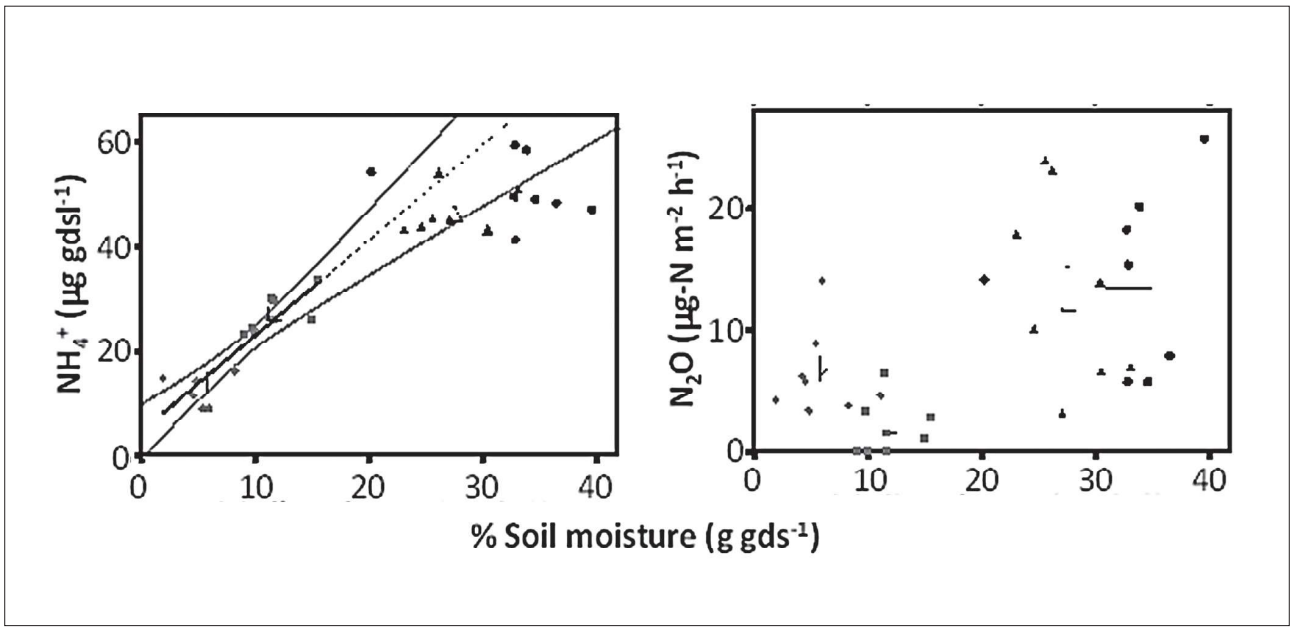


Figure 3. a) NH_4^+ and b) N_2O flux relative to the gravimetric soil moisture content. Symbols represent the different sites as follows: diamonds = treatment, square= sandy, triangles = fertile, and circles = tower. Closed symbols denote individual measurements and open symbols and error bar site means and SE.

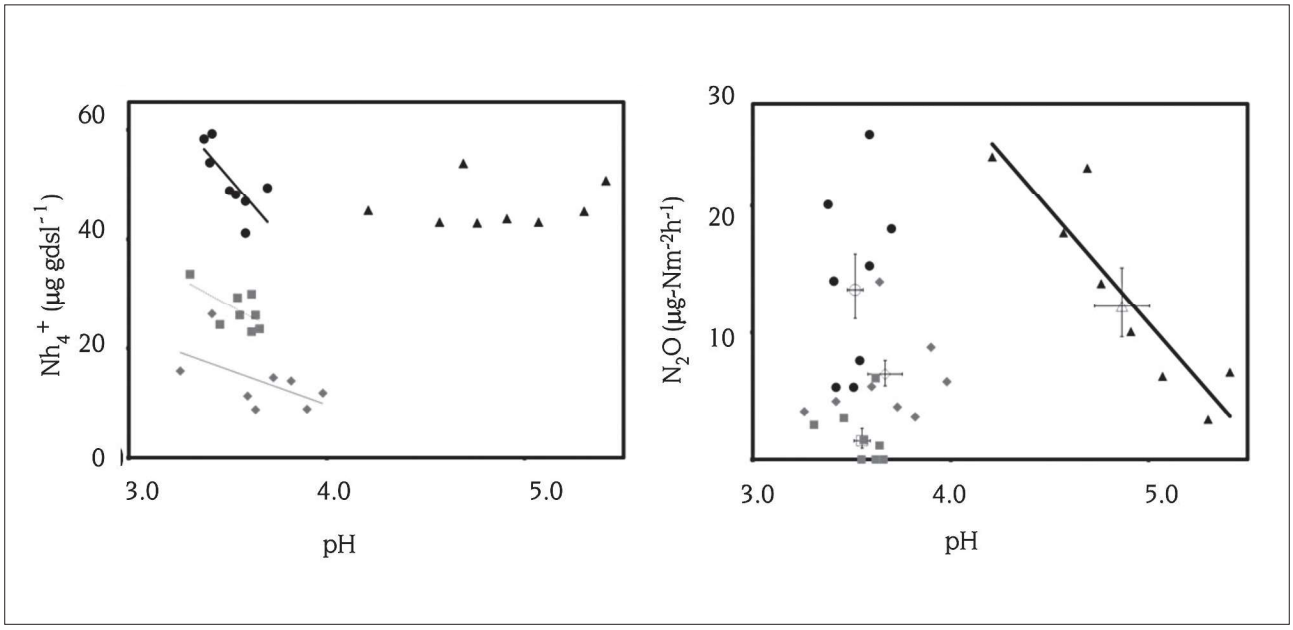


Figure 4. Correlation between soil pH and a) NH_4^+ and b) N_2O flux. Large Symbols represent the different sites as follows: diamonds = treatment, square= sandy, triangles = fertile, and circles = tower. Closed symbols denote individual measurements and open symbols and error bar site means and SE.

Soil N_2O fluxes at Esecaflor experiment were low, comparable to tropical sandy sites during the dry season (KELLER et al., 2005; VASCONCELOS et al., 2004), but to our surprise, higher in the drought plot than in the control plot. This is both contrary to the Tapajos drought experiment (DAVIDSON et al., 2008a) and fluxes from dry semi-arid and savannah soils (REES et al., 2006; SANHUEZA et al., 1990). Similar to our results, Cattanio et al. (2002) reported an increase in N_2O fluxes in the "Seca Floresta" treatment plot after the first year of drought. They attributed this to an increase in nutrient availability potentially due to reduced root activity. This cannot be the case for our results, since the EsecaFlor experiment had been in operation eight years before our measurements were taken. The general consensus is that when soils dry, N_2O production decreases due to reduction in first denitrification, then nitrification, and ammonification activity (LINN; DORAN, 1984; PAUL; CLARK, 1996). One of the few exceptions is the increased N_2O production out of soils overlying landfills (MANDERNACK et al., 2000). In these soils, upward diffusion of landfill produced CH_4 causes increased methanotrophy, which leads to enhanced N_2O production. Could a similar process be going on in these soils? We did not measure enhanced CH_4 consumption in the treatment plot, though NH_4^+ concentrations are lower in treatment plots. Furthermore, NH_4^+ appears to be correlated with increased ST. In line with the methanotroph theory, we hypothesize that this is the result of ammonia volatization, which could be taken up out of the gas phase by the methanotrophs and used for methanotrophic nitrification to produce N_2O.

An alternative hypothesis could be associated with the increased root length and surface area in the treatment plot (METCALFE et al., 2008). Increased root length and surface area could be associated with increased fungal and mycorrhizae activity, which can lead to increased N_2O production in semi-arid soils (CRENSHAW et al., 2008; McLAIN; MARTENS, 2006). This hypothesis is attractive, because it links the increased root activity with the increased N_2O production, though several aspects do not match well: 1) the partition experiments showed that N_2O fluxes were reduced when roots were present; 2) fungi diversity is strongly reduced in acid soils; and 3) most fungi produce N_2O mainly through denitrification, which is mainly active during low O_2 concentrations. Either way, the few N_2O fluxes presented in this paper, suggest that N_2O production in tropical drought experiment soils is the result of processes for tropical soils.

Terra preta vs tower site: N_2O fluxes were greater in the terra preta soil than in the sandy soils, but not significantly so than in the Tower clay-rich soils. The main reason for this appears to be the higher pH in the terra preta soils. When corrected for pH to mean Tower soil pH (3.52 ± 0.04) according to the correlation between pH or pH and $[NH_4^+]$ and N_2O flux in the TP soils would result in fluxes of 37.6 ± 1.2 or 39.4 ± 0.4 mg-N m^{-2} h^{-1}, respectively 2.7 and 2.8 times the measured Tower flux ($p < 0.00001$). The correlation between pH and soil N_2O fluxes has long been known (NOMMIK, 1956; SIMEK; COOPER, 2002) and generally the ratio of N_2O:N_2 production during denitrification decreases with increasing pH. This effect, low pH inhibiting nitrous oxide reductase, has been demonstrated at the gene level in lab experiments (Fujita and Dooley 2007). NO_3^- availability also has a strong control on N_2O reduction (KNOWLES, 1982), though the $[NO_3^-]$ measured (Table 2) do not suggest NO_3^- limitation. In their incubation experiments, Sotta et al. (2008) did not find that NO_3^- was limiting, especially not in the clay-rich soil. It appears that TP soil in tropical forests provides a natural laboratory to further investigate the effects of pH on soil denitrification and the production of N_2O.

All these fluxes are relatively low for clay-rich soils, likely because these fluxes were measured in the early dry season. N_2O fluxes in the TP site were much lower than expected; due to the high fertility of these soils we had anticipated that the fluxes would be much higher. However, TP soils are more P-rich than N-rich,

thus fall probably more in the N-limited than P-limited range, which means that soil microbes are probably more demanding of N for their own maintenance and thus would let less N escape to the atmosphere or leach to the deeper soil (HALL; MATSON, 2003).

To determine whether this hypothesis works in the Amazon basin, a fertilization experiment in Caxiuanã with both the TP and a clay-rich site would work great to determine the response to fertilization. This is the next frontier to determine how important Black Earth soils might be for future agriculture.

CONCLUSION

Our initial measurements from the Caxiuanã drought experiment and terra preta soils suggest that, especially with regard to N_2O soil emissions the Amazon forest region is greatly undersampled. Two surprises: 1) higher N_2O fluxes in the drought experiment and 2) lower than expected N_2O fluxes from the fertile terra preta sites, suggest that we still lack the basic understanding to predict tropical N_2O flux feedbacks to increased drought and land-use change. These surprises underscore the need to expand soil greenhouse gas flux measurements from the current six sites to many more across the Amazon basin. Development of mobile instrumentation to improve access and reduce dependence on infrastructure will be crucial to achieve this.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thanks: Museu Paraense Emílio Goeldi, Estação Científica Ferreira Penna, EMBRAPA/CPATU, UFPA, CENA/USP, LBA Program and NSF-PIRE Project.

REFERENCES

CATTANIO, J. H.; DAVIDSON, E. A.; NEPSTAD, D. C.; VERCHOT, L. V.; ACKERMAN, I. L. Unexpected results of a pilot throughfall exclusion experiment on soil emissions of CO_2, CH_4, N_2O, and NO in eastern Amazonia. **Biology and Fertility of Soils**, v. 36, p. 102-108, 2002.

COX, P. M.; BETTS, R. A.; JONES, C. D.; SPALL, S. A.; TOTTERDELL, I. J. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. **Nature**, v. 408, p. 184-187, 2000.

CRENSHAW, C. L.; LAUBER, C.; SINSABAUGH, R. L.; STAVELY, L. K. Fungal control of nitrous oxide production in semiarid grassland. **Biogeochemistry**, v. 87, p. 17-27, 2008.

DAVIDSON, E. A.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIRA, A. M.; ISHIDA, F. Y.; OMETTO, J. P. H. B.; NARDOTO, G. B.; SABA, R. T.; HAYASHI, S. N.; LEAL, E. C.; VIEIRA, I. C. G.; MARTINELLI, L. A. Recuperation of nitrogen cycling in Amazonian forests following agricultural abandonment. **Nature**, v. 447, p. 995-996, 2007.

DAVIDSON, E. A.; NEPSTAD, D. C.; ISHIDA, F. Y.; BRANDO, P. M. Effects of an experimental drought and recovery on soil emissions of carbon dioxide, methane, nitrous oxide, and nitric oxide in a moist tropical forest. **Global Change Biology**, v. 14, p. 2582-2590, 2008a.

DAVIDSON, E. A.; SA, T. D. D.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIREDO, R. D.; KATO, M. D. A.; ISHIDA, F. Y. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. **Global Change Biology**, v. 14, p. 998-1007, 2008b.

FEELEY, K. J.; DAVIES, S. J.; ASHTON, P. S.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; SUPARDI, M. N. N.; KASSIM, A. R.; TAN, S.; CHAVE, J. The role of gap phase processes in the biomass dynamics of tropical forests. **Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 274, p. 2857-2864, 2007.

FISHER, R. A.; WILLIAMS, M.; VALE, R. L.; COSTA, A. L.; MEIR, P. Evidence from Amazonian forests is consistent with isohydric control of leaf water potential. **Plant Cell and Environment**, v. 29, p. 151-165, 2006.

FISHER, R. A.; WILLIAMS, M.; RUIVO, M. D.; COSTA, A. L.; MEIRA, P. Evaluating climatic and soil water controls on evapotranspiration at two Amazonian rainforest sites. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 148, p. 850-861, 2008.

FUJITA, K.; DOOLEY, D. M. Insights into the mechanism of N_2O reduction by reductively activated N_2O reductase from kinetics and spectroscopic studies of pH effects. **Inorganic Chemistry**, v. 46, p. 613-615, 2007.

GARCIA-MONTIEL, D. C.; STEUDLER, P. A.; PICCOLO, M. C.; MELILLO, J. M.; NEILL, C.; CERRI, C. C. Controls on soil nitrogen oxide emissions from forest and pastures in the Brazilian Amazon. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 15, p. 1021-1030, 2001.

GLASER, B. Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. **Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 362, p. 187-196, 2007.

HALL, S. J.; MATSON, P. A. Nutrient status of tropical rain forests influences soil N dynamics after N additions. **Ecological Monographs**, v. 73, p. 107-129, 2003.

IPCC 2007. **CLIMATE CHANGE: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2007.

JOHNSON, J. B.; OMLAND, K. S. Model selection in ecology and evolution. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, p. 101-108, 2004.

KELLER, M.; VARNER, R.; DIAS, J. D.; SILVA, H.; CRILL, P.; OLIVEIRA, R. C. Soil-atmosphere exchange of nitrous oxide, nitric oxide, methane, and carbon dioxide in logged and undisturbed forest in the Tapajos National Forest, Brazil. **Earth Interactions**, v. 9, p. 1-28, 2005.

KNOWLES, R. Denitrification. **Microbiological Reviews**, v. 46, p. 43-70, 1982.

LEHMANN, J.; SILVA, J. P.; STEINER, C.; NEHLS, T.; ZECH, W.; GLASER, B. 2 Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. **Plant and Soil**, v. 249, p. 343-357, 2003.

LINN, D. M.; DORAN, J. W. Effect of water-filled pore space on crbon-dioxide and nitrous-oxide production in tilled and non-tilled soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, p. 1267-1272, 1984.

LUIZAO, R. C. C., LUIZAO, F. J., PAIVA, R. Q., MONTEIRO, T. F., SOUZA, L. S., KRUIJT, B. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient ina a central Amazonian forest. **Global Change Biology**, New York, v. 10, p. 592-600, 2004.

MANDERNACK, K. W.; KINNEY, C. A.; COLEMAN, D.; HUANG, Y. S., FREEMAN, K. H.; BOGNER, J; The biogeochemical controls of N2O production and emission in landfill cover soils: the role of methanotrophs in the nitrogen cycle. **Environmental Microbiology**, v. 2, p. 298-309, 2000.

MCLAIN, J. E. T.; MARTENS, D. A. N_2O production by heterotrophic N transformations in a semiarid soil. **Applied Soil Ecology**, v. 32, p. 253-263, 2006.

METCALFE, D. B.; MEIR, P.; ARAGÃO, L. E. O. C.; COSTA, A. C. L.; BRAGA, A. P.; GONCALVES, P. H. L.; SILVA, J. D.; ALMEIDA, S. S.; DAWSON, L. A.; MALHI, Y.; WILLIAMS, M. The effects of water availability on root growth and morphology in an Amazon rainforest. **Plant and Soil**, v. 311, p. 189-199, 2008.

METCALFE, D. B.; MEIR, P.; ARAGAO, L. E. O. C.; MALHI, Y.; COSTA, A. C. L.; BRAGA, A.; GONCALVES, P. H. L.; ATHAYDES, J.; ALMEIDA, S. S.; WILLIAMS, M. 2007 Factors controlling spatio-temporal variation in carbon dioxide efflux from surface litter, roots, and soil organic matter at four rain forest sites in the eastern Amazon. **Journal of Geophysical Research-Biogeosciences**, v. 112, p. 1-9, 2007.

NEILL, C.; STEUDLER, P. A.; GARCIA-MONTIEL, D. C.; MELILLO, J. M.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. C. Rates and controls of nitrous oxide and nitric oxide emissions following conversion of forest to pasture in Rondonia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 71, p. 1-15, 2005.

NEPSTAD, D., LEFEBVRE, P.; SILVA, U. L.; TOMASELLA, J.; SCHLESINGER, P.; SOLORZANO, L.; MOUTINHO, P.; RAY, D.; BENITO, J. G. Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: a basin-wide analysis. **Global Change Biology**, v. 10, p. 704-717, 2004.

NEPSTAD, D. C.; TOHVER, I. M.; RAY, D.; MOUTINHO, P.; CARDINOT, G. Mortality of large trees and lianas following experimental drought in an amazon forest. **Ecology**, v. 88, p. 2259-2269, 2007.

NOMMIK, H. Investigations on denitrfication in Soil. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 6, p. 195-228, 1956.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. Academic Press, San Diego. xiii, 1996. 340 p.

REES, R. M.; WUTA, M.; FURLEY, P. A.; LI, C. S. Nitrous oxide fluxes from savanna (miombo) woodlands in Zimbabwe. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 424-437, 2006.

SALESKA, S. R.; MILLER, S. D.; MATROSS, D. M.; GOULDEN, M. L.; WOFSY, S. C.; ROCHA, H. R.; CAMARGO, P. B.; CRILL, P.; DAUBE, B. C.; FREITAS, H. C.; HUTYRA, L.; KELLER, M.; KIRCHHOFF, V.; MENTON, M.; MUNGER, J. W.; PYLE, E. H.; RICE, A. H.; SILVA, H. Carbon in amazon forests: Unexpected seasonal fluxes and disturbance-induced losses. **Science**, v. 302, p. 1554-1557, 2003.

SANHUEZA, E.; HAO, W. M.; SCHARFFE, D.; DONOSO, L.; CRUTZEN, P. J. N_2O and NO Emissions from Soils of the Northern Part of the Guayana Shield, Venezuela. **Journal of Geophysical Research-Atmospheres**, v. 95, p. 22481-22488, 1990.

SILVER, W. L.; THOMPSON, A. W.; MCGRODDY, M. E.; VARNER, R. K.; DIAS, J. D.; SILVA, H.; CRILL, P. M.; KELLER, M. Fine root dynamics and trace gas fluxes in two lowland tropical forest soils. **Global Change Biology**, v. 11, p. 290-306, 2005.

SIMEK, M.; COOPER, J. E. The influence of soil pH on denitrification: progress towards the understanding of this interaction over the last 50 years. **European Journal of Soil Science**, v. 53, p. 345-354, 2002.

SOTTA, E. D.; CORRE, M. D.; VELDKAMP, E. Differing N status and N retention processes of soils under old-growth lowland forest in Eastern Amazonia, Caxiuana, Brazil. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 40, p.740-750, 2008.

SOTTA, E. D.; VELDKAMP, E.; GUIMARAES, B. R.; PAIXAO, R. K.; RUIVO, M. L. P.; ALMEIDA, S. S. Landscape and climatic controls on spatial and temporal variation in soil CO_2 efflux in an Eastern Amazonian Rainforest, Caxiuana, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 237, p. 57-64, 2006.

SOTTA, E. D.; VELDKAMP, E.; SCHWENDENMANN, L.; GUIMARAES, B. R.; PAIXAO, R. K.; RUIVO, M. D. L. P.; COSTA, A. C. L.; MEIR, P. Effects of an induced drought on soil carbon dioxide (CO_2) efflux and soil CO_2 production in an Eastern Amazonian rainforest, Brazil. **Global Change Biology**, v. 13, p. 2218-2229, 2007.

STEUDLER, P. A.; GARCIA-MONTIEL, D. C.; PICCOLO, M. C.; NEILL, C.; MELILLO, J. M.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. Trace gas responses of tropical forest and pasture soils to N and P fertilization. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 16, n. 2, 2002.

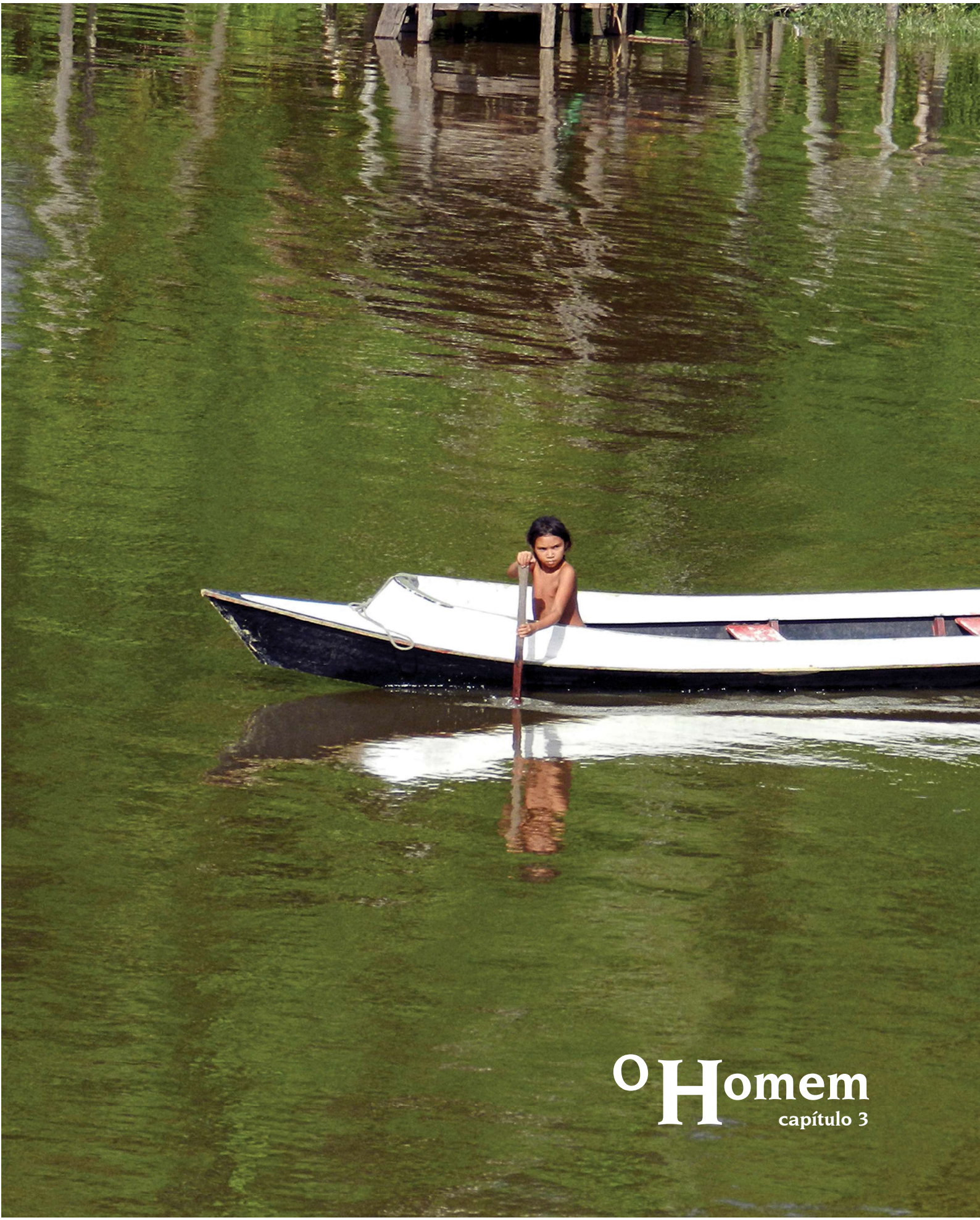
TIMMERMANN, A.; OBERHUBER, J.; BACHER, A.; ESCH, M.; LATIF, M.; ROECKNER, E. Increased El Nino frequency in a climate model forced by future greenhouse warming. **Nature**, v. 398, p. 694-697, 1999.

TRUMBORE, S. E. Comparison of Carbon Dynamics in Tropical and Temperate Soils Using Radiocarbon Measurements. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 7, p. 275-290, 1993.

VARNER, R. K.; KELLER, M.; ROBERTSON, J. R.; DIAS, J. D.; SILVA, H.; CRILL, P. M.; MCGRODDY, M.; SILVER, W. L.. Experimentally induced root mortality increased nitrous oxide emission from tropical forest soils. **Geophysical Research Letters**, v. 30, 2003.

VASCONCELOS, S. S.; ZARIN, D. J.; CAPANU, M.; LITTELL, R.; DAVIDSON, E. A.; ISHIDA, F. Y.; SANTOS, E. B.; ARAUJO, M. M.; ARAGAO, D. V.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; OLIVEIRA, F. D.; MCDOWELL, W. H.; CARVALHO, C. J. R. Moisture and substrate availability constrain soil trace gas fluxes in an eastern Amazonian regrowth forest. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 18, 2004.

VERCHOT, L. V.; DAVIDSON, E. A.; CATTANIO, J. H.; ACKERMAN, I. L. Land-use change and biogeochemical controls of methane fluxes in soils of eastern Amazonia. **Ecosystems**, v. 3, p. 41-56, 2000.



O Homem

capítulo 3

OCUPAÇÃO HUMANA PRÉ-COLONIAL NO SÍTIO ILHA DE TERRA, REGIÃO DE CAXIUANÃ

Dirse Clara Kern
Jucilene Amorim Costa
Gilma D'Aquino
Nestor Kämpf
Marcondes Lima da Costa
Fernanda Araújo Costa
Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo
Vanda Porpino Lemos
Francisco Juvenal Lima Frazão (I*n memoriam*)

INTRODUÇÃO

A região de Caxiuanã chama a atenção pelo volume de água que comporta. O Anapu é o principal rio, e ao longo de seu curso são detectadas várias baías, dentre elas a de Caxiuanã. A baía de Caxiuanã se instalou nos últimos 10.000 anos, como resultado do represamento neotectônico do rio, em altitude próxima do nível do mar (COSTA et al., 2002; KERN; COSTA, 1997a). Ela se comporta como um grande lago de água doce, com 40 km de comprimento por 8 km de largura, onde deságuam várias drenagens de pequeno porte, como o rio Caxiuanã, o rio Tapacu e rio Caquajó. O furo do Camuim, ao norte, parece um canal artificial, retilíneo e profundo. Em alguns trechos ele se conecta a vários lagos com drenagem bloqueada. Esse furo está interligado ao rio Laguna, por canais conhecidos na região de Breves como "estreitos" (COSTA et al., 2002).

Os principais rios e igarapés que banham a região apresentam água com coloração escura e translúcida, classificados como rios de águas pretas (SIOLI, 1984). Apesar da baía de Caxiuanã apresentar características de rios de água preta nos períodos mais secos do ano, quando inicia o período chuvoso a sua cor torna-se esverdeada, devido à ocorrência de grande quantidade de algas, juntamente com a proliferação de aguapés (E*ichhornia crassipes*), permanecendo assim por longos meses (SILVEIRA et al. 2002). Os rios de águas pretas são conhecidos como "rios da fome", por causa da escassez de alimentos em suas bacias (MORÁN, 1990). No entanto, na região de Caxiuanã foram registrados até o momento cerca de 30 sítios arqueológicos, localizados às margens de rios e igarapés, preferencialmente a oeste da baía de Caxiuanã (Figura 1). Os locais de ocupação humana pré-colonial estão em áreas mais elevadas na paisagem, relictos de crostas lateríticas, que provavelmente atendiam às estratégias de proteção do grupo e disponibilizavam recursos de alimentação, água e matéria-prima para a fabricação de cerâmica e artefatos líticos. Esses locais muitas vezes são reutilizados pelas populações contemporâneas para moradia e/ou roçado.

Os sítios arqueológicos da região de Caxiuanã, em geral, são do tipo habitação, com exceção do PA-GU-14: Ilha de Terra, foco central deste trabalho, que é do tipo cemitério/habitação. Abrangem normalmente pequenas áreas, em torno de 0,5 a 3 ha, embora haja indicações de sítios que se estendem por mais de 100 ha. A espessura média do refugo ocupacional é de 40 cm, podendo excepcionalmente atingir 100 cm e apresentam material arqueológico com solo típico de Terra Preta Arqueológica (TPA).

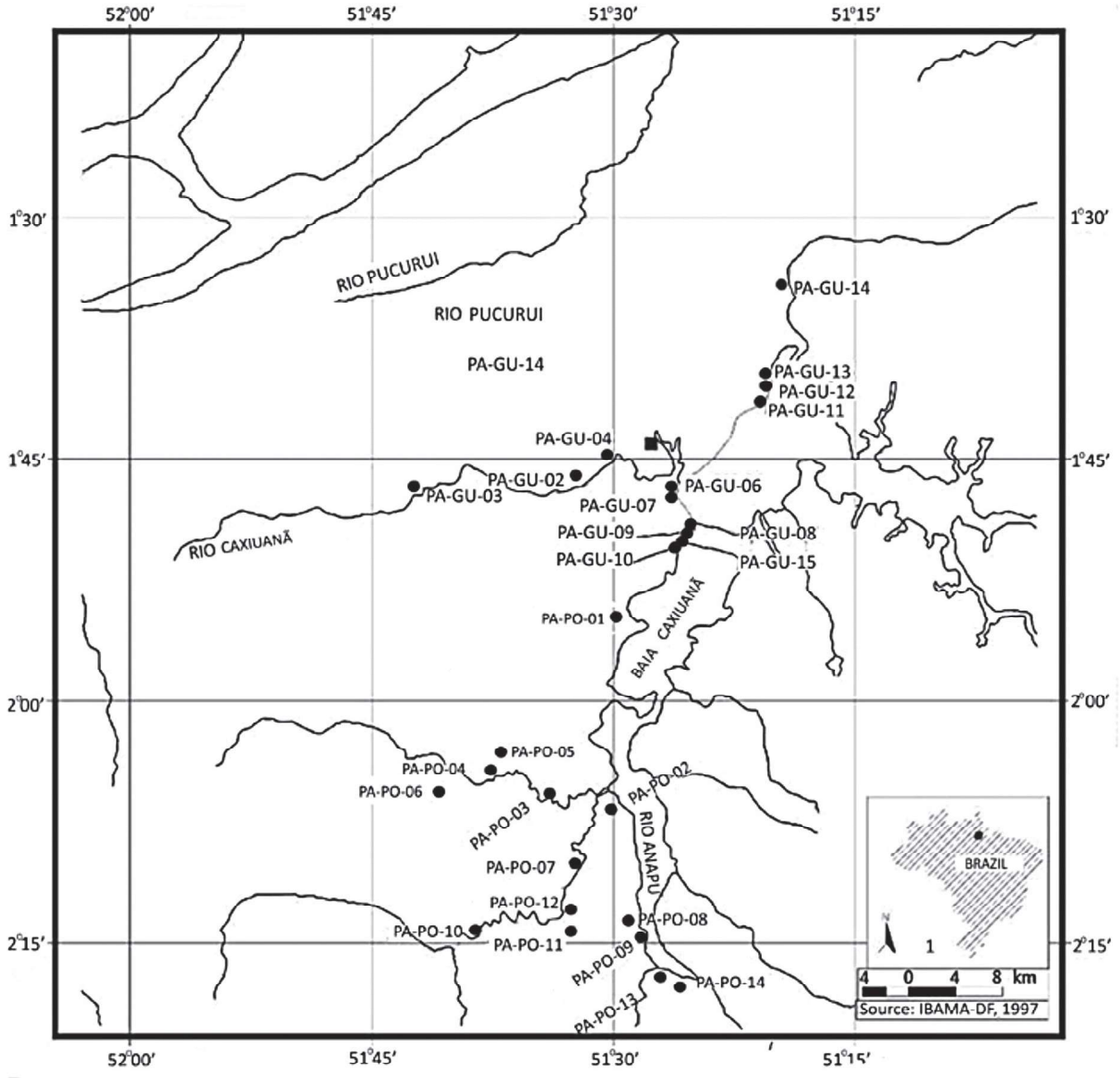


Figura 1. Mapa de localização dos sítios arqueológicos da região de Caxiuanã.

O material arqueológico é composto geralmente por fragmentos de cerâmica e material lítico. Embora a maioria do material cerâmico não apresente qualquer tipo de decoração, quando ocorre é diversificada; enquanto que o material lítico é, em sua maioria, polido. Pode ser encontrada decoração em branco ou vermelho (monocromia); vermelho sobre o branco (bicromia); incisões; excisões e modelados, bem como outras de menor expressão, com características das fases Marajoara e Santarém (SILVEIRA et al. 1997; KERN; COSTA, 1997b).

Quanto às TPAs, na Amazônia elas se caracterizam por apresentar fertilidade elevada, com altos teores de cálcio, magnésio, fósforo, zinco, manganês, carbono e outros elementos, mesmo em ambiente de floresta tropical. Em Caxiuanã, alguns sítios com características de campo semelhantes à TPA apresentam teores mais baixos desses elementos indicativos, porém elevados, quando comparados aos solos das áreas adjacentes (CARMO et al. 2009). As TPAs são conhecidas empiricamente pelas populações ribeirinhas atuais, como fonte inesgotável de nutrientes, por isso são procuradas para o cultivo de seus roçados e/ou moradia.

Segundo Ferreira Penna (1973) e Silveira et al. (2002), no século XIX a região era intensamente povoada, mas ao longo dos anos teve sua população reduzida. Na década de 1970, residiam na região aproximadamente 350 famílias. Porém, com a implantação da Flona Caxiuanã (criada pelo Decreto nº 239 de 28 de novembro de 1961), apenas 30 famílias permaneceram na área. Esta população é, em sua maioria, remanescente de levas de migrantes nordestinos que vieram para a região no período áureo da borracha, e que, mesmo após seu declínio, permaneceram e se adaptaram às transformações ocorridas, passando a desenvolver a coleta e extrativismo de outros produtos regionais, como principal alternativa de subsistência.

Este trabalho tem como principal objetivo mostrar a ocupação humana pré-histórica no sítio Ilha de Terra, furo do Camuim, em Caxiuanã.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Os dados do trabalho foram obtidos da seguinte forma:

- observações de imagens de satélites fornecidas pela SUDAM e de fotografias aéreas em escala 1:5000 e 1:20000, bem como imagens de radar do projeto RADAMBRASIL de 1972.
- levantamentos arqueológicos, antropológicos, pedológicos e geológicos em várias etapas, nas bases da Estação Científica Ferreira Penna e da Flona Caxiuanã;
- análise e classificação da cerâmica arqueológica – os trabalhos foram realizados nos laboratórios do Museu Goeldi, visando determinar a técnica de manufatura, constituição dos aditivos, tratamento dado à superfície, estado de conservação das peças e/ou fragmentos e técnicas de decoração e classificação morfológica.
- análises por microscopia eletrônica de varredura em microfragmentos de cerâmica arqueológica, no Museu Paraense Emílio Goeldi;
- análises mineralógicas por difração de raios x e microscopia ótica de luz transmitida em amostras de solo;
- datações do material (carvão coletado em fogueiras e no interior das vasilhas) arqueológico por C14, no laboratório Beta Analitic;
- análises químicas totais dos solos arqueológicos, determinadas por via úmida, espectrometria de absorção atômica, fluorescência de raios ICP-AES em laboratórios do CG/Universidade Federal do Pará e laboratórios comerciais (GEOSOL, em Belo Horizonte).

GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

Geomorfologicamante, a região de Caxiuanã está situada no compartimento morfotectônico Gurupá, da calha do rio Amazonas, limitando-se a leste com o compartimento Marajoara, e a oeste com o Baixo-Tapajós. Na porção oeste da baía de Caxiuanã o relevo possui interflúvios extensos e tabulares como divisores do rio Anapu-baía de Caxiuanã e rio Xingu. A norte, os terrenos são baixos, alagados, com furos e retilíneos. A leste, os terrenos são mais baixos do que na margem oeste, entretanto, são tabulares (COSTA et al., 2002).

O sítio Ilha de Terra está localizado em posição topográfica elevada, às margens do furo do Camuim, área de influência da baía de Caxiuanã (Figura 2), nas coordenadas 1° 24'30"S e 51° 31'45"W. A princípio, a morfologia da área do sítio sugere elevações semelhantes aos tesos marajoaras e classificados como tal por Coirolo e D'Aquino (2005). Segundo Roosevelt (1991; 1994) estas estruturas teriam sido construídas pelo homem pré-colonial, sendo também produto de diversas atividades, como cemitério e vestígios de casas multifamiliares. Para Schaan (2001), alguns aterros, os maiores, foram construídos com sedimentos trazidos de áreas adjacentes e de fundos de igarapés próximos. Inicialmente, tinham como objetivo proteger as áreas de inundações anuais, servindo para moradia e agricultura. Posteriormente, eram usados como espaço político e cerimonial. Pesquisas recentes efetuadas por Rossetti et al. (2009), sugerem que grande parte destas elevações foram formadas naturalmente, através de processos geológicos. Apesar da semelhança com tesos marajoaras, Ilha de Terra é, na realidade, uma porção mais elevada, devido às suas características geológicas. A localidade Ilha de Terra tem aproximadamente 3km de diâmetro, sendo cercada pelo Furo Camuim, áreas de várzeas e o igarapé Santa Júlia.

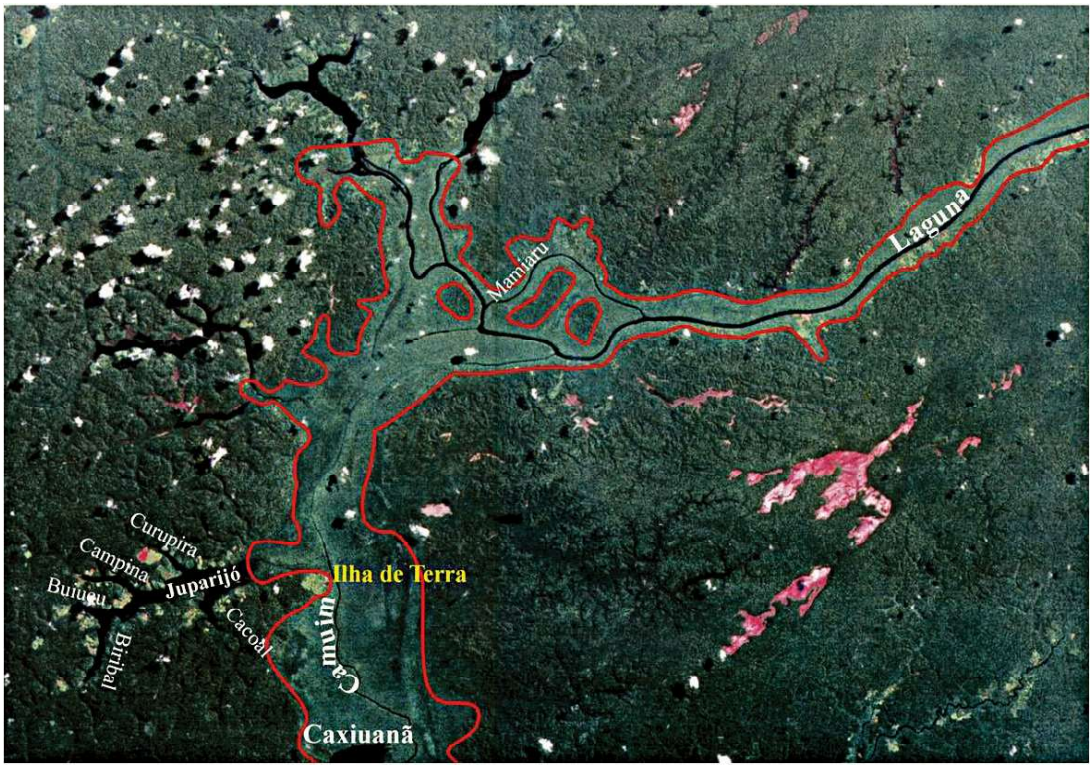


Figura 2. Localização do sítio Ilha de Terra.

A origem do nome Ilha de Terra, dado pela população contemporânea, reporta-se ao fato de ser uma ponta de terra firme que se projeta na baía, como uma pequena península, circundada por água em época de cheia.

Nas porções leste e sul do sítio Ilha de Terra, o declive do terreno é bastante acentuado, apresentando uma falésia com 8 m de desnível até a margem do furo do Camuim. Falésias deste porte são encontradas em diversos pontos nas margens da baía de Caxiuanã.

Segundo Costa et al. (2002), o entorno da baía de Caxiuanã é formado por: sedimentos cretáceos da formação Alter do Chão; formações lateríticas maturas truncadas do Terciário Inferior; sedimentos provavelmente da formação Barreiras; lateritos imaturos do Pleistoceno e sedimentos recentes. A *Formação Alter do Chão* constitui a base das terras emersas/terra firme da região, e se expressa melhor nos relevos mais altos. Está representada por material caulínico a caulínico mosqueado, típico da base de perfis lateríticos maturos. Corpos caulínicos estão expostos na margem esquerda da baía, do rio Caxiuanã e da baía de Pacajaí, nos arredores do lago Juparijó. Os *Lateritos Imaturos* são abundantes e representam a maior manifestação da Formação Alter do Chão e/ou dos seus perfis maturos truncados, subsequentemente lateritizados. As crostas ferruginosas ocupam diferentes altitudes, tanto no continente, como na margem esquerda da baía de Caxiuanã, em decorrência de modificações tectônicas. As crostas, por serem de materiais resistentes, afloram nos relevos mais altos e é neste cenário que se encontra o sítio Ilha de Terra.

SOLO

Na região de Caxiuanã, mais especificamente na área da Estação Científica Ferreira Penna, Costa et al. (2009) caracterizaram e classificaram os solos em Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo, Plintossolo, Alissolo Crômico, Gleissolo Háplico e Neossolo Flúvico.

O sítio Ilha de Terra encontra-se sobre Latossolo Amarelo sobreposto à crosta ferruginosa, apresentando Horizonte A antrópico de coloração escura, típica de Terra Preta Arqueológica. Apresenta, em sua porção oeste, solo com horizonte A menos espesso e mais claro, com rara presença de material arqueológico. Solos com estas características foram estudados na região de Belterra, Baixo Amazonas, por Sombroek em 1966, que os denominou de Terra Mulata. Segundo o autor, as Terras Mulatas teriam sido intencionalmente enriquecidas pelo homem pré-colonial para o cultivo. A espessura do horizonte A é muito variável dentro do sítio, como pode ser verificado em quatro transversais, duas leste-oeste e duas norte-sul (Figuras 3-4).

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FÍSICAS DOS SOLOS

No sítio Ilha de Terra, o perfil de solo de TPA compreende os seguinte horizontes: A_1, A_2, A_3, AB, BA, B_1, B_2 e B_3. Os horizontes A das TPA são mais espessos, variando de menos de 20 a 100 cm de espessura. A coloração normalmente é preta (10YR 2/1) nos horizontes A_1 e A_2, tornando-se mais clara nos horizontes subjacentes. A espessura dos horizontes de transição AB e BA varia de 30 a 100 cm, e suas cores variam de bruno forte (7,5YR 4/6) a bruno (7,5YR 4/3). Os horizontes B, no perfil de solo da TPA, apresentam uma espessura de 70 cm, sem variação significativa da coloração, ficando entre bruno quando amarelado (10YR 5/4) no B_1 e amarelo brunado (10YR 6/6) no B_3.

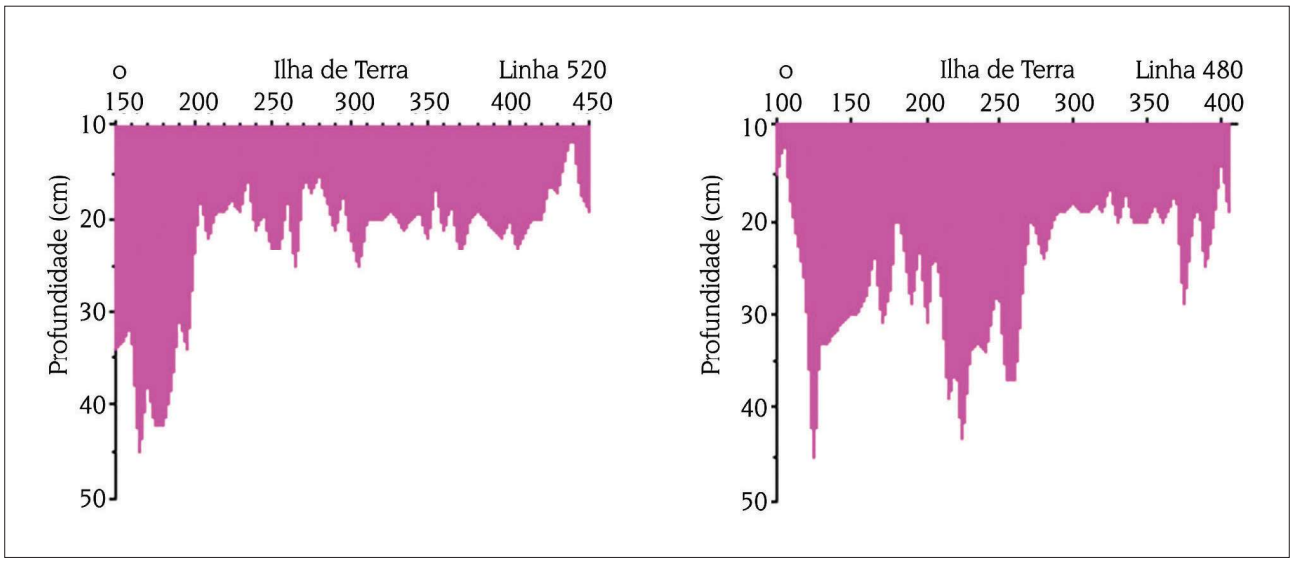


Figura 3. Espessura do horizonte A nas transversais leste-oeste.

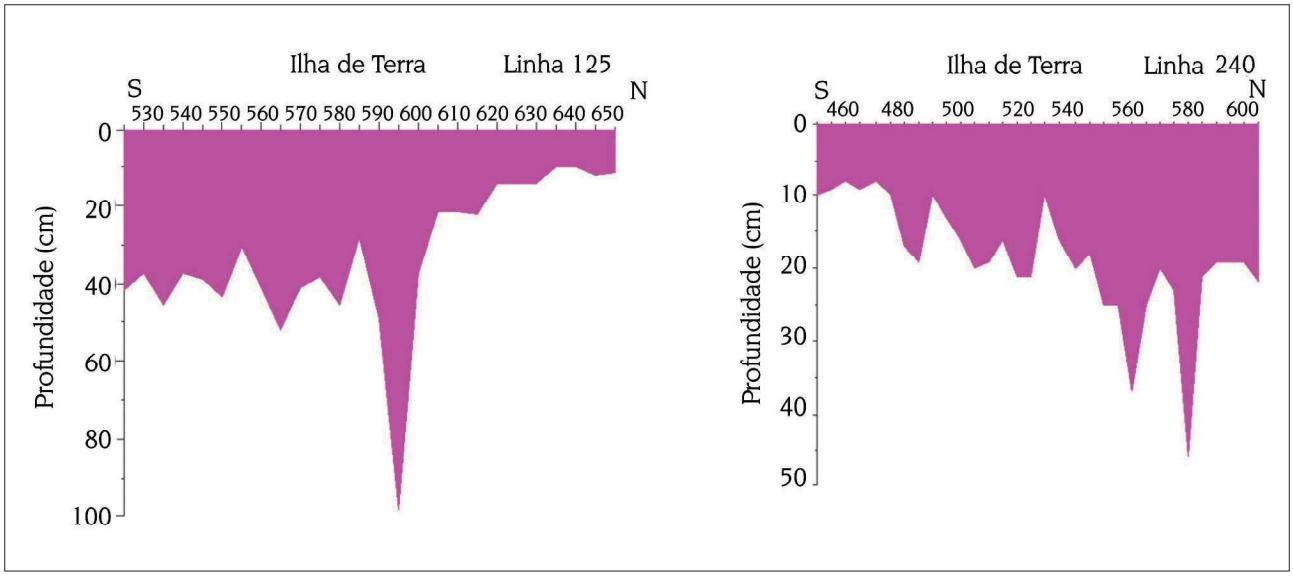


Figura 4. Espessura do horizonte A nas transversais norte-sul.

O solo da área adjacente (AD) ao sítio apresenta apenas um horizonte A. Este horizonte é pouco espesso (8 a 10 cm), e possui coloração mais clara, bruno-acinzentado escuro (10YR 4/2) comparado ao solo da TPA. Nos horizontes de transição e no B, do perfil AD, não há variação na coloração do solo, sendo bruno-amarelado escuro (10YR 4/6). Quanto à textura, o teor de argila varia de 6 % (A_1) a 23 % (B_3). O solo das áreas adjacentes, apesar de apresentar também textura média, possui maior percentual de argila, variando de 18 % (A_1) a 30 % (B_3).

MINERALOGIA E GEOQUÍMICA DO SOLO

Em todos os sítios arqueológicos da região de Caxiuanã os minerais dos solos são basicamente quartzo, caulinita, oxi-hidróxidos de ferro (goethita e hematita) e anatásio. A caulinita e o quartzo predominam tanto no perfil da TPA, como no da AD, verificando-se um aumento significativo de caulinita dos horizontes A para os horizontes B, e uma diminuição proporcional nos teores de quartzo, distribuição normal para este tipo de solo.

Na TPA, a caulinita variou de 19 % no horizonte A_1 para 38 % no B, enquanto que no perfil da AD, o acréscimo foi de 24 % para 50 %. Já os teores de quartzo variaram de 70 % a 49 %, respectivamente, nos horizontes A e B da TPA, enquanto no perfil AD, apresentaram teores de 59 % a 40 % nesses horizontes. Os percentuais de oxi-hidróxidos de ferro aumentam segundo a profundidade dos perfis. No perfil AD, há uma maior concentração desses minerais, oscilando de 3 % no horizonte A_1 a 8 % no horizonte B_3. O anatásio mostra uma discreta variação na concentração, enriquecendo lentamente com a profundidade nos dois perfis, contudo, há predominância no perfil da área adjacente (MEIRELES, 2004).

De um modo geral, os elementos P, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e matéria orgânica apresentam teores mais elevados na TPA do que na área adjacente. Todavia, estão empobrecidos nos horizontes mais profundos (Tabelas 1-2). Este comportamento está em conformidade com os demais sítios estudados em Caxiuanã (KERN; COSTA, 1997c; COSTA; KERN, 1999; CARMO et al., 2009).

Tabela 1. Distribuição dos conteúdos de P, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e MO no perfil de TPA do sítio Ilha de Terra (MEIRELES et al., 2011).

Horizonte (símbolo)	Profundidade (cm)	M.O. (g/kg)	P (mg/kg^{-1})	Ca ($cmol_c/kg^{-1}$)	Mg ($cmol_c/kg^{-1}$)	Cu ($mg\ kg^{-1}$)	Mn ($mg\ kg^{-1}$)	Zn ($mg\ kg^{-1}$)
A_1	0 – 7	42,8	118	4,27	0,66	18	334	44
A_2	7 – 14	31,6	101	2,46	0,53	13	322	41
A_3	14 – 29	19,3	93	1,62	0,28	11	267	40
AB	29 – 57	6,8	92	1,30	0,13	10	182	38
BA	57 – 89	6,2	91	1,20	0,10	10	154	33
BW_1	89 – 110	5,0	76	0,58	0,09	8	117	32
BW_2	110 – 135	3,1	70	0,47	0,09	7	104	26
BW_3	135 – 161	2,0	58	0,21	0,08	6	91	25

Tabela 2. Distribuição dos conteúdos de P, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e MO no perfil da área adjacente ao sítio Ilha de Terra (MEIRELES et al., 2011).

Horizonte (símbolo)	Profundidade (cm)	M.O. (g/kg)	P (mg/kg^{-1})	Ca ($cmol_c/kg^{-1}$)	Mg ($cmol_c/kg^{-1}$)	Cu ($mg\ kg^{-1}$)	Mn ($mg\ kg^{-1}$)	Zn ($mg\ kg^{-1}$)
A_1	0 – 8	8,7	69	0,05	0,03	12	180	41
AB	8 – 20	8,1	57	0,05	0,03	11	177	39
BA	20 – 59	5,8	46	0,04	0,02	11	166	34
BW_1	59 – 100	3,7	36	0,04	0,02	8	153	28
BW_2	100 – 162	3,1	23	0,03	0,02	6	153	25
BW_3	162 – 180	1,3	17	0,03	0,02	5	151	22

OCUPAÇÃO HUMANA PRÉ-COLONIAL

Os registros da ocupação humana pré-colonial no sítio Ilha de Terra foram datados de 2150 a 1000 anos antes do presente. O sítio, além de se destacar por sua extensão, abrangendo uma área de 3,82 ha, destaca-se ainda pela densidade de material arqueológico, fragmentos cerâmicos e artefatos líticos. A forma ligeiramente elipsoidal observada na distribuição dos solos TPA e TM, com maior extensão no eixo do sentido leste-oeste, perpendicular às margens do furo do Camuim, fato que sugere a direção de expansão da aldeia (Figura 5).

Trata-se de um sítio a ceu aberto, do tipo cemiério/habitação. A espessura do refugo ocupacional varia entre 20-40cm, podendo excepcionalmente se estender a 120 cm de profundidade. A maior concentração do material arqueológico encontra-se na porção leste do sítio, paralelamente à drenagem, onde também está instalada a comunidade atual no sítio Ilha de Terra. Na comunidade, conforme descrevem Silveira e Quaresma (2013, neste volume), as casas estão distribuídas em formato de L (Figura 6). O espaço existente na frente das habitações é destinado ao uso comunitário, para eventos religiosos e lazer, denominado de praça. A praça, deixada propositadamente limpa, fica sujeita a forte erosão do solo, agravada com a ocorrência de chuvas torrenciais comuns na região de Caxiuanã. Em consequência, a camada com refugo ocupacional (material arqueológico e solo com TPA) já foi carreada para o furo do Camuim, ficando visíveis no terreno os contornos de urnas funerárias outrora enterradas (Figura 7).

Desse modo, na praça foram feitas intervenções arqueológicas em oito unidades de escavação ampla e contíguas na área mais perturbada e quatro nas extremidades onde se encontravam urnas com bordas à mostra, denominadas de "unidades" (Figura 8a-b). Além das superfícies amplas, foram feitas escavações em 19 sondagens de 1 m^2 em pontos equidistantes de 20 m, na área melhor preservada do sítio, denominada de "linhas" ou "transversais" (Figura 9a-c).

Na área perturbada (unidades), como o horizonte A antrópico foi erodido, a grande maioria dos fragmentos é decorrente de cerâmica utilizada em cerimonial (funerária) (Figura 10), enquanto que na área melhor preservada (linhas), ainda persiste uma camada de Terra Preta Arqueológica, onde a cerâmica coletada é primordialmente a utilizada no cotidiano do povo que habitou a localidade. Abaixo dessa camada, poucas urnas foram encontradas (Figura 11).

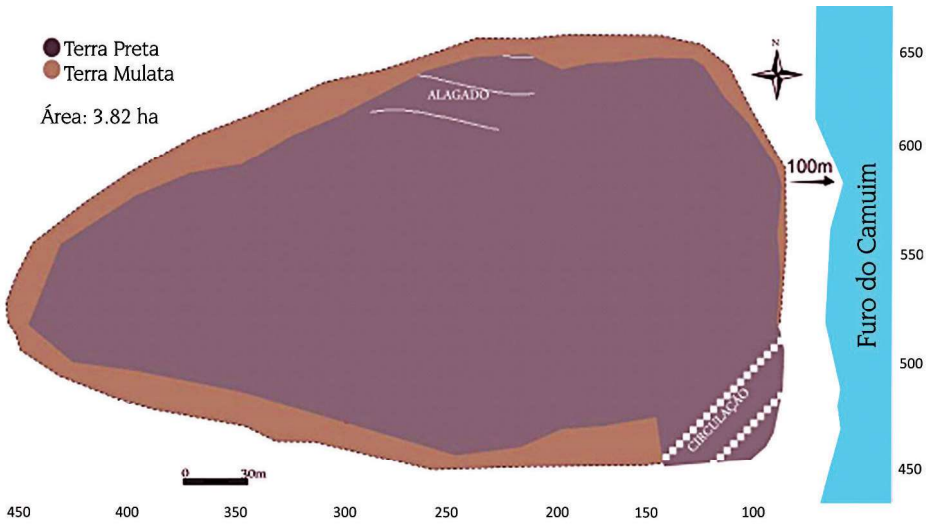


Figura 5.
Sítio Ilha de Terra.



Figura 6. Padrão de habitação na Ilha de Terra. Foto: Isolda Silveira (2004).



Figura 7. Contorno de urnas funerárias na superfície do solo. Foto: Dirse Kern (2002).



Figura 8a-b. a) Unidades escavadas; b) Borda de urna a amostra na superfície do terreno. Fotos: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).

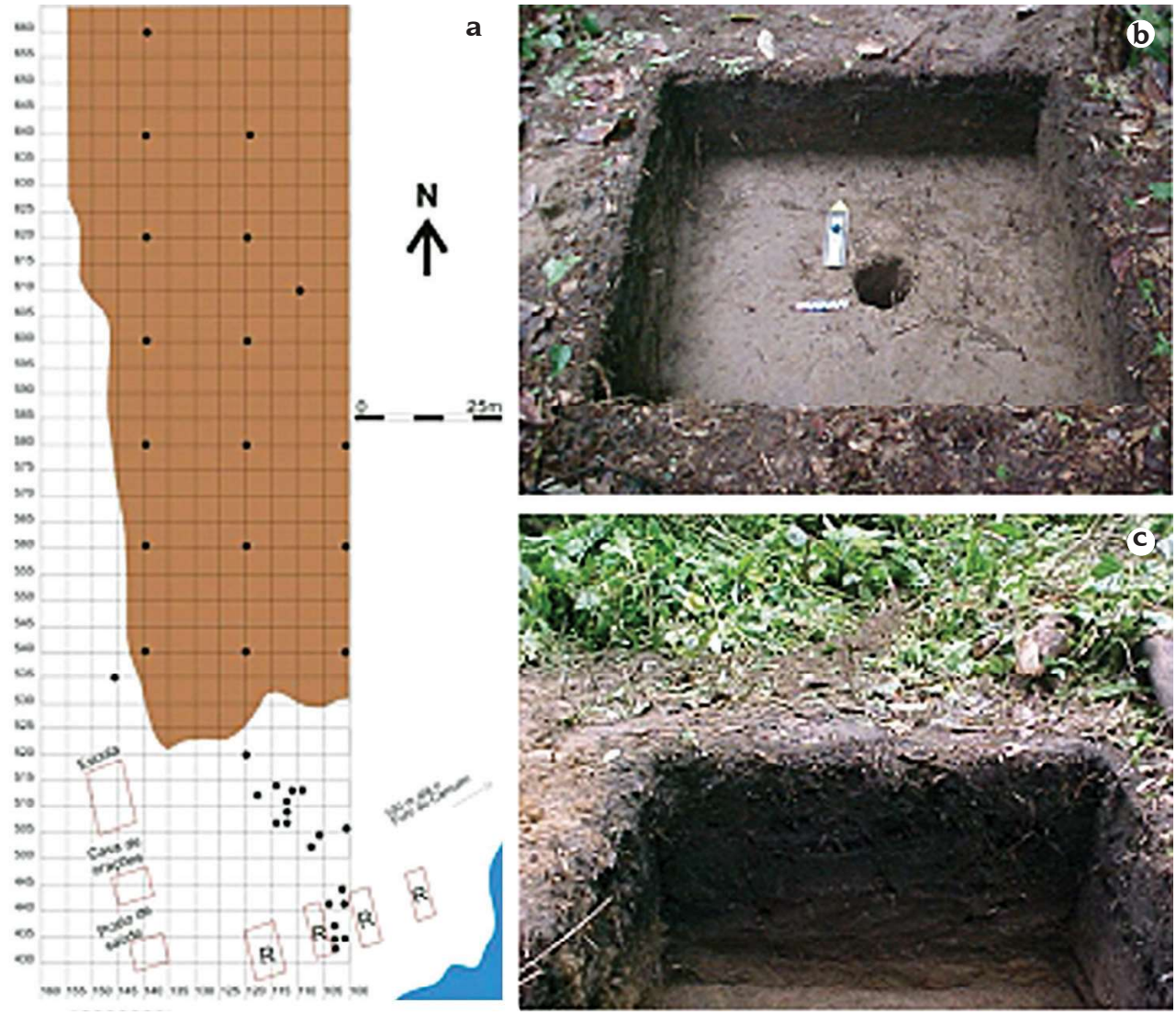


Figura 9a-c. Trabalho de campo nas linhas do sítio Ilha de Terra. Fotos: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).

A análise da cerâmica mostra que a pasta (mistura de argila e aditivo) utilizada na sua confecção apresenta grande variedade de aditivo isolados ou em diversas combinações (Figura 12a-b). Como aditivos, foram identificados cariapé, carvão, areia, cauixi, óxido de ferro, além de concha, quartzo, fragmento de rocha e cerâmica, que foram triturados para serem adicionados. O cariapé aparece como aditivo isolado e também associado a quase todos os outros. O óxido de ferro só ocorre associado a outros aditivos, fato que leva a pensar que esse material não foi adicionado intencionalmente na pasta pelo homem pré-colonial, podendo estar presente naturalmente na argila.

Os aditivos mostram grãos mal selecionados, variando entre 1 e 5 mm de diâmetro, porém, em alguns casos podem ser identificáveis a olho nu, atingindo grandes dimensões (Figura 13). O aditivo de concha foi, na maioria dos casos, quase completamente lixiviado, restando somente alguns resíduos em vãos ocos (contramoldes) com formato laminar, fato detectado em outros sítios arqueológicos de Caxiuanã (SILVEIRA et al. 1997).



Figura 10. Escavação na área perturbada (unidades), mostrando urnas na superfície do terreno. Foto: Alícia Coirolo (2005).



Figura 11. Escavação na área mais preservada (linhas), com urna abaixo da camada de refugo ocupacional. Foto: Dirse Kern (2002).

A técnica de manufatura, sempre que passível de observação (Figura 14), é a acordelada e a espessura das paredes varia entre 0,1 e 3,2 cm, com a maioria entre 0,6 e 1,2 cm. A oxidação é incompleta na grande maioria dos fragmentos, indicando que o processo de queima na elaboração da cerâmica se processou de maneira rápida e não foi concluído. Tal procedimento interfere na textura e na coloração da cerâmica, além da leveza e durabilidade.

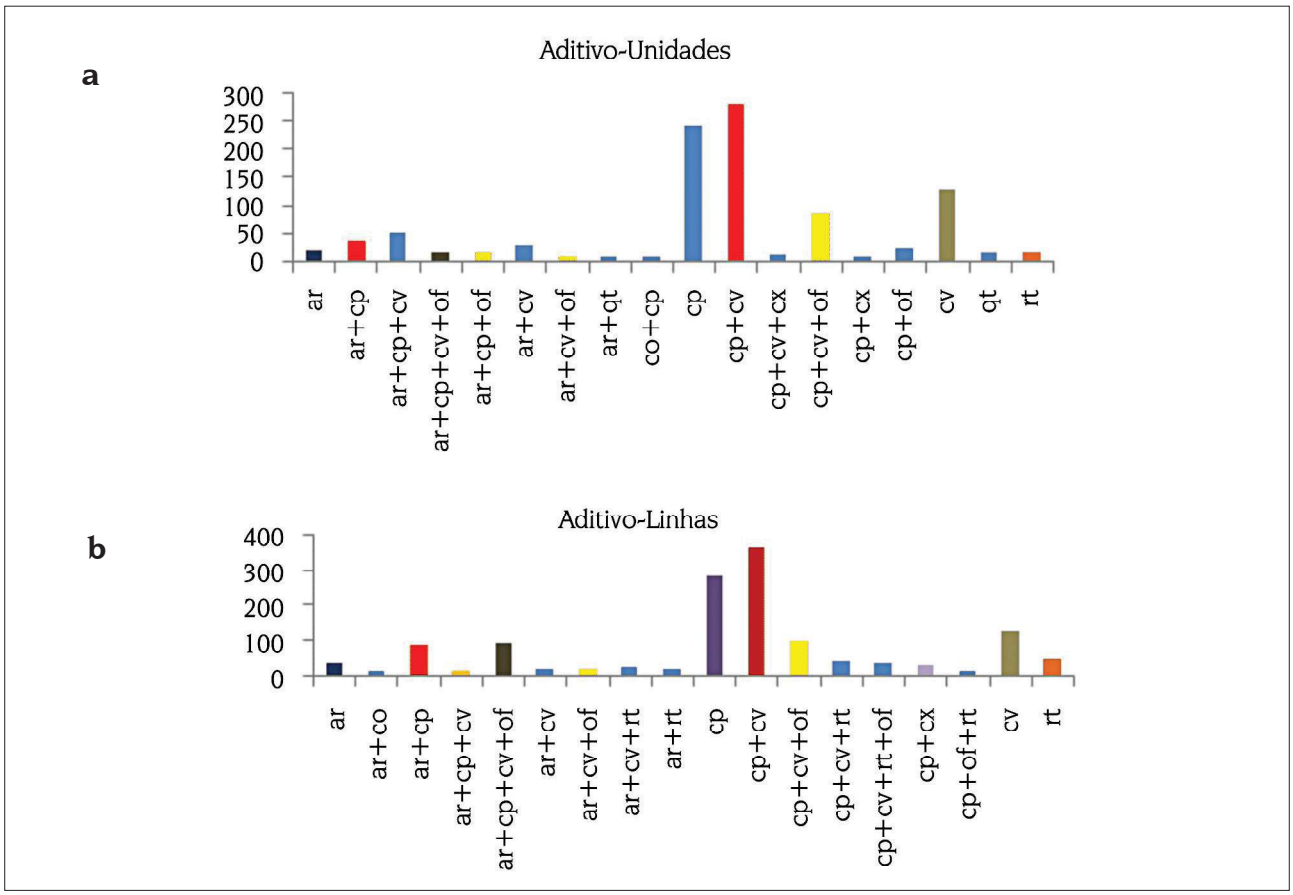


Figura 12a-b. a) Distribuição dos aditivos cerâmicos nas Unidades; b) Linhas do sítio Ilha de Terra (ar=areia; co=concha; cp=cariapé; cv=carvão; of= óxido de ferro; cx=cauxi; rt=rocha triturada).



Figura 13. Grãos de aditivo cariapé visíveis a olho nu. Fonte: Araújo Costa (2002).



Figura 14. Marca de rolete. Fonte: Araújo Costa (2002).

Quanto à decoração da cerâmica, 49 % dos fragmentos ocorrentes nas unidades apresentam algum tipo de decoração ou tratamento de superfície, contra 38 %, nas linhas. A decoração mais recorrente foi a pintada. Nas unidades, foram detectadas pinturas nas cores vermelho (92 %), preto e laranja, enquanto que nas linhas, só a vermelha. Tanto nas unidades como nas linhas, a pintura vermelha ocorre associada a decorações plásticas, nas formas de incisões simples, em zig-zag e ponteadas, além de excisões. A decoração entalhada ocorreu apenas nas unidades e a digitungulada apenas nas linhas (Figuras 15-18).

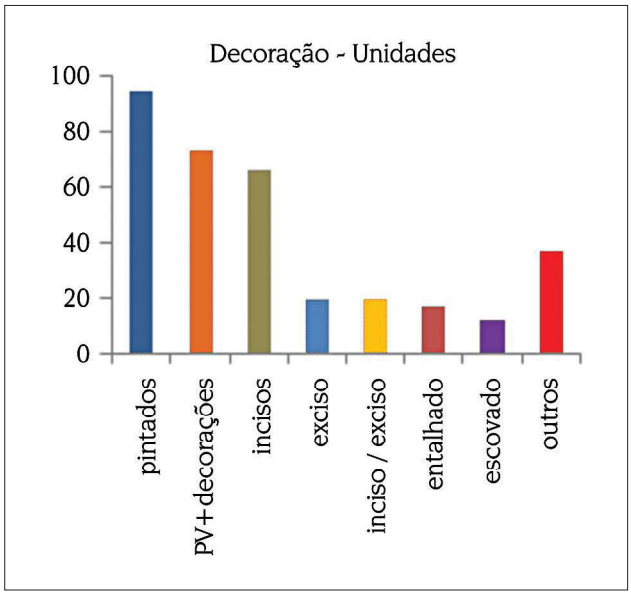


Figura 15. Principais decorações nas unidades.

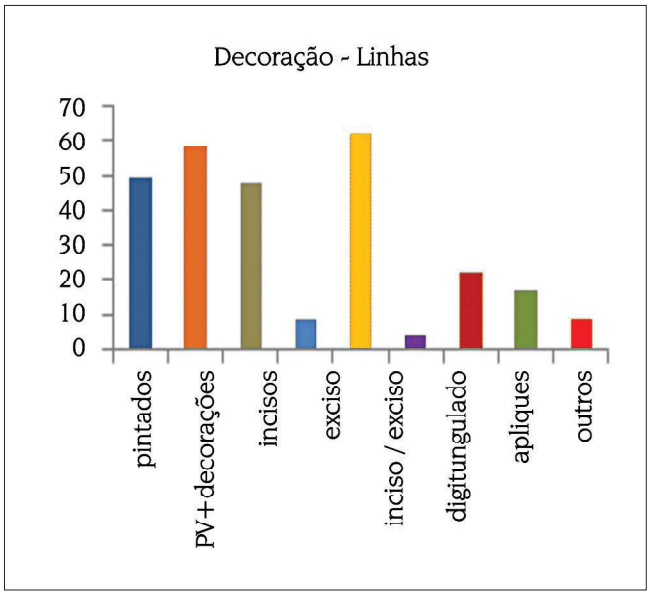


Figura 16. Principais decorações nas linhas.



Figura 17. Decoração incisa/excisa. Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).

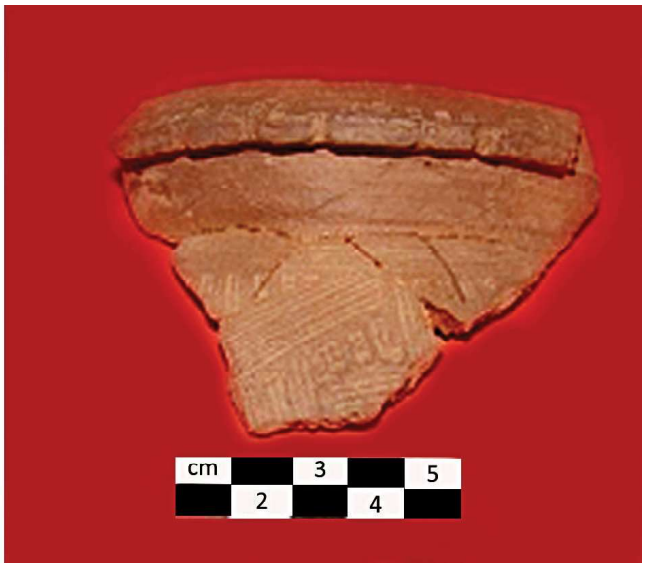


Figura 18. Borda com lábio entalhado; no corpo incisões finas formando desenhos geométricos. Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).

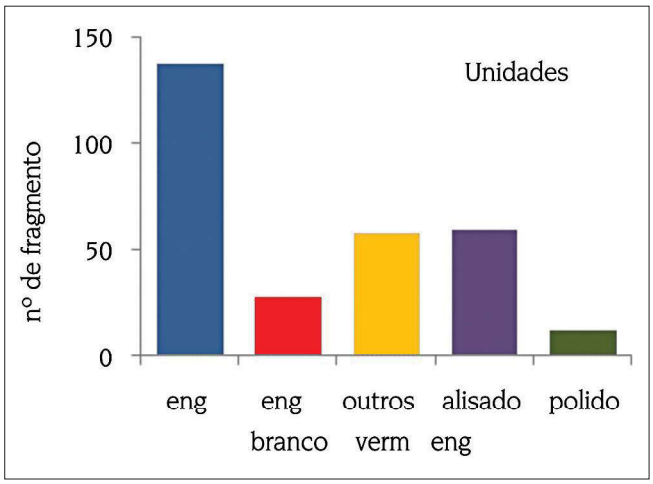


Figura 19. Tratamento de superfície da cerâmica nas unidades.

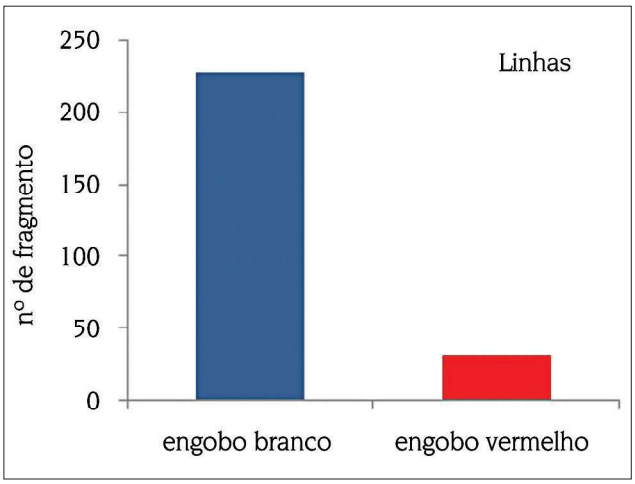


Figura 20. Tratamento de superfície da cerâmica nas linhas.

Quanto ao tratamento dado à superfície da cerâmica, aqueles com engobo branco e vermelho são os mais frequentes, tanto nas unidades como nas linhas (19-22). Nas unidades foi detectada a presença de outras cores de engobo, como marrom, bege, ocre e laranja. Também nas unidades ocorrem peças polidas e alisadas.

O material proveniente das linhas permitiu a reconstituição de três categorias de vasilhas através das bordas: a) tigelas rasas de contorno simples, diâmetro variando entre 12-38 cm, com bordas diretas, espessadas e reforçadas externamente; b) panelas de contornos simples, diâmetro variando entre 16-26 cm, com bordas diretas ou extrovertidas c) vasos de boca constrita, com diâmetro variando entre 12 e 22 cm (Figuras 23a-b, 24).

A totalidade dos fragmentos examinados pertenceu a vasilhas de cerâmica, em geral descartadas após a quebra. Alguns deles apresentam marcas que permitem supor sua reutilização para outras funções. Estes fragmentos, todos com aditivo de cariapé, foram desgastados para ficar na forma arredondada, e em suas bordas foram feitos pequenos entalhes, provavelmente para amarração. Em alguns é visível o que pode ser a marca deixada pelo fio (Figura 25a-b). Estes fragmentos com marcas de reutilização foram encontrados em todos os níveis e devem ter sido objetos de adorno, de ocorrência relativamente comum. Embora peças semelhantes possam ter sido confeccionadas originalmente para este fim, no caso destes fragmentos a concavidade da maioria, associada ao arredondamento irregular e à presença da decoração na face convexa, permite supor seu aproveitamento para reutilização como objeto de adorno. A preferência por fragmentos com cariapé pode se dever à leveza característica da cerâmica temperada com este aditivo.

A decoração, presente em frequência tão baixa nas linhas, remete a uma cerâmica destinada, em sua origem, a fins utilitários, relacionada a áreas de habitação. Se por um lado os fragmentos acham-se com superfícies muito erodidas, por outro, as formas dos recipientes corroboram esta hipótese. É interessante observar que nesta área do sítio, mesmo com as sondagens atingindo o horizonte B (onde estavam as urnas), não foi encontrado número significativo de urnas, presentes em grande quantidade em outra parte do sítio, sob a comunidade atual. Se isto não foi fortuito, e realmente há poucas urnas nesta parte do sítio, pode-se estar diante de uma divisão espacial entre a área de habitação e a área utilizada para enterramentos; ou, ainda, de situações correspondentes a diferentes períodos de utilização do espaço do sítio.



Figura 21. Engobo branco. Fonte: Araújo Costa (2002).



Figura 22. Engobo vermelho. Fonte: Araújo Costa (2002).

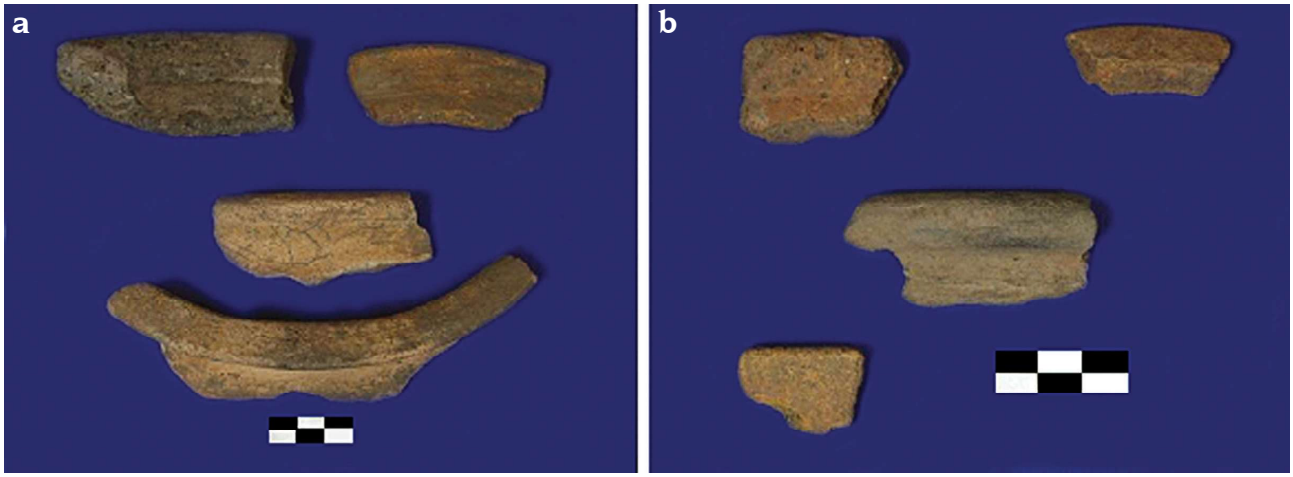


Figura 23a-b. Fragmentos de bordas de vasilhas. Fonte: Araújo Costa (2002).

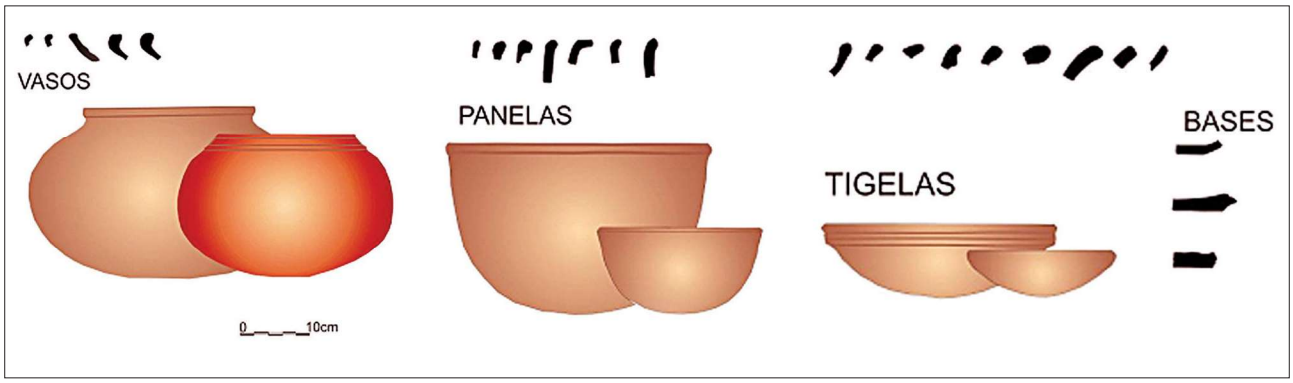


Figura 24. Formas das vasilhas.

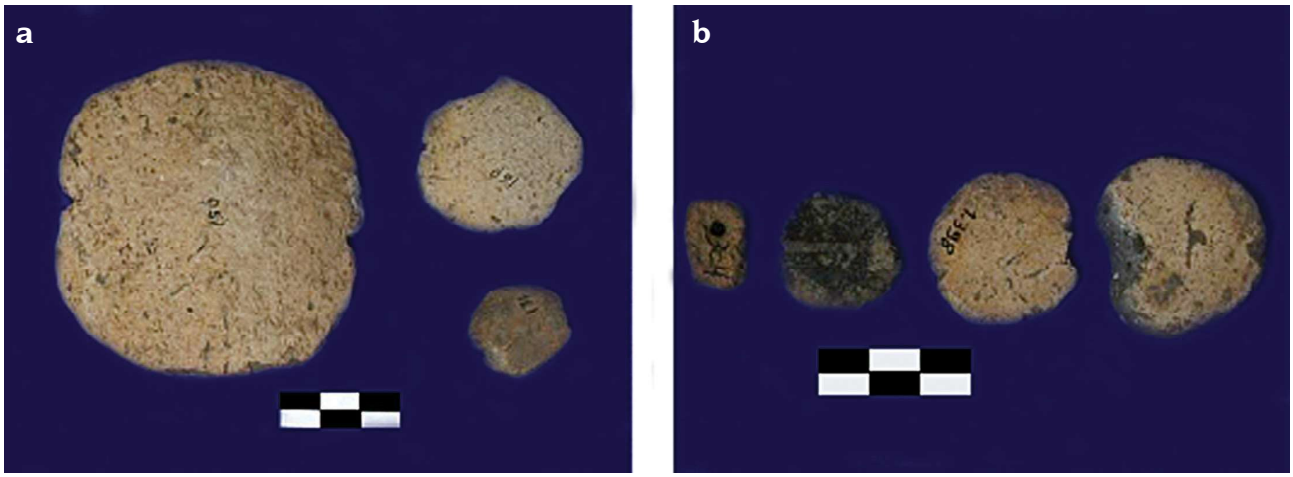


Figura 25a-b. Fragmentos de cerâmica com marcas de reutilização. Fonte: Araújo Costa (2002).

Na área onde está assentada a comunidade do Camuim (Figura 26), a camada superior do terreno foi erodida, permitindo a exposição do material arqueológico enterrado. Assim, em duas etapas de campo foram coletadas 22 vasilhas inteiras ou parcialmente inteiras. Estas vasilhas são, na realidade, grandes urnas funerárias utilizadas em enterramentos secundários pelo grupo pré-colonial que ali habitou; a urna estava acompanhada por um vaso menor, provavelmente utilizado para oferendas (Figura 27).

Em outros casos, o acompanhamento funerário estava no interior das grandes urnas, representados por material cerâmico de pequeno porte (tigelas e pratos) e material lítico, como machadinha em diabásio e contas de colar confeccionadas em caulim (Figura 28). Em algumas delas foi detectada a presença de fragmentos de ossos e de cinza (Figura 29), e em outros foi encontrado carvão sob a urna (Figura 30a-b).

As formas das urnas podem ser abertas ou fechadas (Figuras 31-32). Tanto a decoração como a forma de diversas vasilhas têm grande afinidade com as Fases Vermelho Inciso/Exciso e Joanes Pintado da Cultura Marajoara. A superfície externa apresenta aplicação de engobo vermelho com excisões largas, formando figuras zooformas estilizadas. Uma das tampas apresenta características semelhantes aos pratos fundos, com aplicação de engobo vermelho e excisões largas, típicos da Fase Vermelho-Exciso classificada por Meggers e Evans (1957). Todas as urnas funerárias de grandes dimensões apresentavam tampas, e uma delas apresentou também um pedestal (Figuras 33-34), caso incomum na cerâmica marajoara.

O aditivo mais comum foi o cariapé (Figura 35), seguido do cariapé associado ao carvão. Alguns fragmentos de urnas apresentaram ainda fosfato de ferro e ossos, quando analisados no microscópio eletrônico de varredura (Figura 36). O tratamento dado à superfície da cerâmica das urnas, bem como os tipos de aditivos adicionados à pasta, sugerem que o grupo que habitou o sítio Ilha de Terra foi o responsável pelas práticas cerimoniais de enterramento. Esses indícios são corroborados com o posicionamento estratigráfico das urnas, sempre abaixo da camada de ocupação arqueológica, porém, apresentando datações similares.

Na porção sudoeste do sítio Ilha de Terra, a cerca de 500 m deste, há ocorrência de um sambaqui fluvial (Figura 37a-c). O sambaqui se encontra margeando uma área inundada no período de cheias, recoberto por capoeira alta e apresentando bom estado de conservação. Embora carecendo de pesquisas, pode ser



Figura 26. Comunidade do Camuim.
Fonte: Isolda Silveira (2004).



Figura 27. Urna funerária acompanhada com vaso menor, provavelmente utilizada para oferenda. Fonte: Dirse Kern (2002).



Figura 28. Contas de colar confeccionadas em caulim.
Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).



Figura 29. Fragmentos de ossos humanos.
Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).

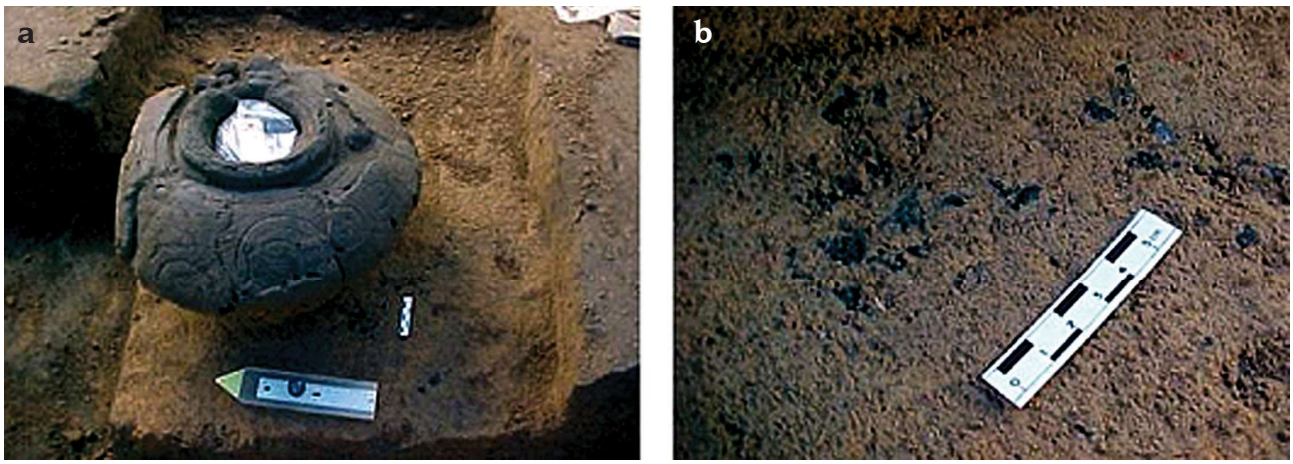


Figura 30a-b. Urna apresentando cinzas e carvão, tanto em seu interior como na parte externa, sob a vasilha. Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).

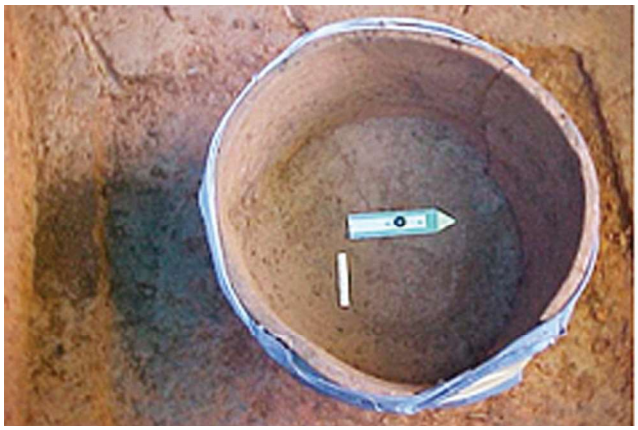


Figura 31. Urna funerária com forma aberta.
Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).



Figura 32. Urna funerária com forma fechada.
Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).



Figura 33. Urnas funerária com tampa.
Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).



Figura 34. Urna funerária reconstituída: decoração semelhante à Marajoara, com pedestal de 8 cm de altura e 42 cm de diâmetro. Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).

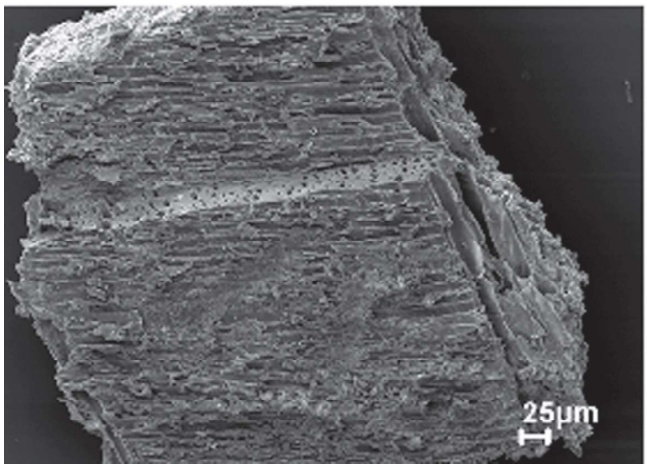


Figura 35. Fragmento de cariapé visto no MEV.
Fonte: Arcanjo (2002).

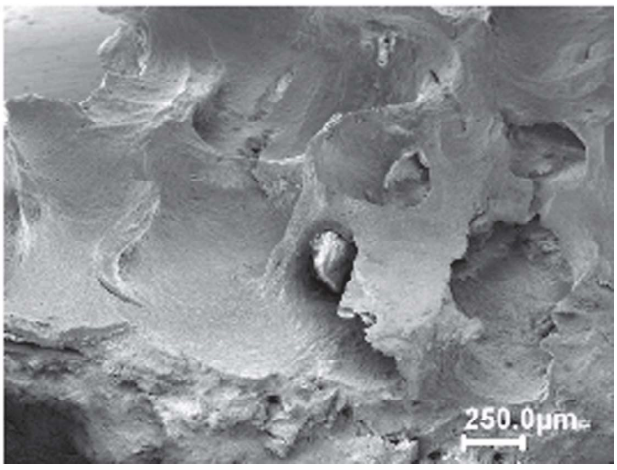


Figura 36. Fragmento de osso visto no MEV.
Fonte: Arcanjo (2002).



Figura 37a-c. Sambaqui localizado a cerca de 350m do sítio Ilha de Terra. Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).

verificado que o solo apresenta coloração preta (10YR 2/1), é areno-argiloso, úmido, solto, com muitas raízes e radículas, além de vestígios de conchas até a profundidade de 40cm.

A maior densidade de material arqueológico ocorre entre 16-31cm, onde, além da concentração de conchas, ocorrem muitos fragmentos de cerâmica (simples e decoradas) e material lítico polido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sítio Ilha de Terra está localizado em posição topográfica elevada, às margens do furo do Camuim, área de influência da baía de Caxiuanã. A princípio, a morfologia da área do sítio sugere semelhanças com elevações conhecidas como tesos marajoaras. Portanto, teriam sido construídas pelo homem pré-colonial. Apesar da similaridade com os tesos marajoaras, o sítio Ilha de Terra (cercado pelo furo Camuim, áreas de várzeas e o igarapé Santa Júlia) está em posição mais elevada na paisagem devido às suas características geológicas, estando sobre crosta ferruginosa derivada da Formação Alter do Chão.

Na porção leste do sítio há uma concentração de material arqueológico (urnas funerárias), conforme pode ser visualizado na Figura 38a-b.

A distribuição do material arqueológico, associada às técnicas de decoração e forma das vasilhas cerâmicas do sítio Ilha de Terra mostra forte semelhança com a cerâmica da Cultura Marajoara. O Ilha de Terra é peculiar por ser o primeiro sítio localizado fora do arquipélago do Marajó, que mostra a presença de populações cuja cultura material guarda semelhança com a cultura marajoara, além de apresentar idades mais antigas (1000 a 2150 AP) que as datações encontradas para a ilha do Marajó (500 a 1500 AP).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao MCTI/Museu Paraense Emílio Goeldi, ao CNPq (EDITAL MCTI/CNPQ/CT-AGRONEGÓCIO Nº 43/2008), pelo apoio financeiro. Aos colegas Fernando Marques, Alícia Coirolo, Sílvia Helena Arcanjo e Arlete Almeida, pelas imprescindíveis contribuições no desenvolver das pesquisas de campo e de laboratório. A todos os técnicos de campo e de laboratório, estudantes (bolsistas de Iniciação científica e de mestrado), aos referees e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

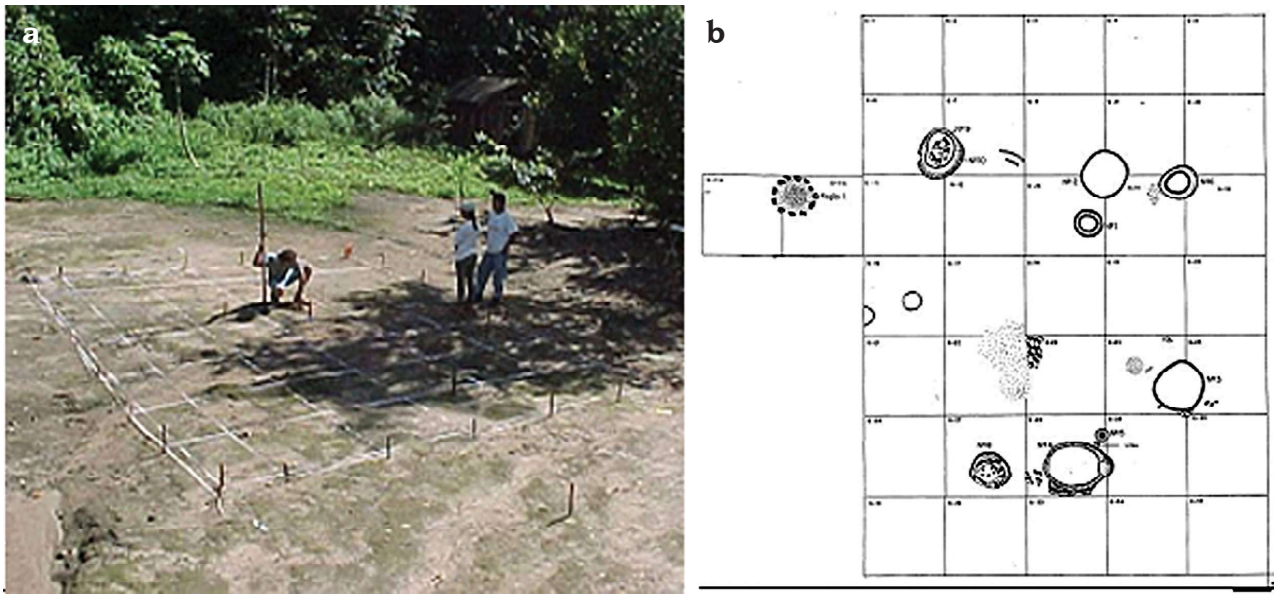


Figura 38a-b. a) Escavação na Unidade III; b) Croqui da Unidade III. Fonte: Alícia Coirolo e Gilma D'Aquino (2005).

REFERÊNCIAS

CARMO, M. S.; COSTA, M. L.; KERN, D. C. Relação entre solos de sítio com Terra Preta Arqueológica e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na região de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B.(Org.). **Caxiuanã**: desafios para conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 163-178.

COIROLO, A.; D´AQUINO, G. Projeto salvamento arqueológico no sítio Ilha de Terra, região de Caxiuanã, Melgaço, Pará. **Relatório Técnico**. Belém: MPEG, 2005. 74p.

COSTA, J. A.; RODRIGUES, T. E.; KERN, D. C. Os solos da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B.(Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 117-128.

COSTA, M. L; KERN, D. C.; BEHLING, H.; BORGES, M. S. A geologia da região de Caxiuanã na Amazônia Oriental. In: LISBOA, P. L. B. L. (Org.). **Caxiuanã**: populacões tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 179-205.

COSTA, M. L.; KERN, D. C. Geological signatures of archaeological sites with black earth soils in Amazon region. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 66, p. 369 - 385, 1999.

FERREIRA-PENNA, D. S. **Obras completas**. Belém: Conselho Estadual de Cultura. 1973. v. 2.

KERN, D. C.; COSTA, M. L. Composição química de solos antropogênicos desenvolvido em latossolo amarelo derivado de lateritos. **Revista de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 157-175, 1997a.

KERN, D. C; COSTA, M. L. Cerâmica arqueológica (Sítio PA-GU-05: Manduquinha) e cabocla na região de Caxiuanã - PA. **Revista de Arqueologia**, v. 10, p. 107-125, 1997b.

KERN, D. C.; COSTA, M. L. Solos antrópicos de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997c. p. 105-119.

MEGGERS, B. J.; EVANS, C. Archaeological investigations at the mouth of the Amazon. Washington, Smithsonian Institution. **Bureau of Americam Ethnology Bulletin**, v. 167, 1957.

MEIRELES, A. R. O.; LEMOS, V. P; KERN, D. C.; COSTA, M. L. Nutrients in archaeollogical black earth from Ilha de Terra-Caxiuanã. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 2011.

MEIRELES, A. R. O. **Determinação de P, Ca, Mg, Cu, Mn E Zn em Terra Preta Arqueológica no sítio Ilha de Terra, Caxiuanã, Município de Melgaço, Pará**. 2004. 89f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

MORÁN, E. F. **A ecologia humana das populações da Amazônia**. Petrópolis: Vozes, 1990. p. 198-200.

ROOSEVELT, A. C. Amazonian anthropology: strategy for a new synthesis. In: ROOSEVELT, A. C. (Ed.). **Amazonian indians from prehistory to the present**: anthropological perspectives. Tucson: University of Arizona Press, 1994. p. 1-29.

ROOSEVELT, A. C. Determinismo ecológico na interpretação do desenvolvimento social indígena da Amazônia. In: NEVES, W., (Ed.). **Origem, adaptações e diversidade biológica do homem nativo da Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 1991. p. 103-159. (Coleção Emílie Snethlage).

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; TOLEDO, P. M. Archaeological mounds in Marajó Island in northern Brazil: a geological perspective Integrating remote sensing and sedimentology. **Geoarchaeology**: An International Journal, v. 24, n. 1, p. 22-41, 2009.

SCHAAN, D. Into the labyrinths of marajoara pottery. In: MCEWAN, C.; BARRETO, C.; NEVES, E.G. (Eds.). **Unknown Amazon**. London: The British Museum Press, 2001. p. 108-133.

SILVEIRA, I. M.; QUARESMA, H. B.; GUAPINDAIA, V. L.; MACHADO, A. L. As populações pré-históricas e atuais. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 53-81.

SILVEIRA, I. M.; KERN, D. C.; QUARESMA, H. D. A. Reconstruindo uma ocupação. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico & diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 59-76.

SIOLI, H. **The Amazon**: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dordrecht: Junk, 1984.

SOMBROEK, W. G. **Amazon soils**: a reconnaissance of the soils of the brazilian amazon region. Wageningen: Center for Agricultural Publications and Documentation, 1966. 292 p.

ETNOGRAFIA DA OCUPAÇÃO DE UMA PEQUENA "ILHA DE TERRA"

Isolda Maciel da Silveira
Helena Doris de A. Barbosa Quaresma

INTRODUÇÃO

A trajetória da ocupação humana na Amazônia tem sido marcada por um processo através do qual o homem vem evidenciando sua capacidade de manejo de biomas existentes na região, cultivo e mesmo a domesticação de algumas espécies vegetais, bem como o uso adequado da disponibilidade dos recursos naturais existentes (BALLÉ, 1991; ADAMS, 1994; LIMA; POZZOBON, 2001). Os trabalhos realizados na tentativa de resgatar e caracterizar tal processo (GALVÃO, 1960; SIMÕES, 1981; OLIVEIRA, 1983; LÈNA; OLIVEIRA, 1991; SILVEIRA et al., 1997; SILVEIRA; KERN; QUARESMA, 2002) evidenciam que a região, ao contrário do que supunham os colonizadores europeus, detinha um considerável contingente populacional ao longo de rios, furos e igarapés, sendo estes os principais agentes responsáveis pela formação de Terra Preta Arqueológica (TPA) na região. Tais áreas foram, ao longo do tempo, sofrendo paulatinamente um grande processo de impactação antrópica, resultando numa constante mobilidade humana e gerando tanto o abandono, quanto a ocupação intensiva destas, evidenciando-se, assim, que algumas das áreas até hoje ainda se encontram ocupadas.

É importante estudar o modo de vida das comunidades ribeirinhas contemporâneas, como tentativa de contextualizar as suas formas de uso e replicar o processo de formação das TPA. Estudos e experiências nesta direção vêm sendo dinamizados em âmbito nacional e internacional por diversas instituições de pesquisa e ensino cujos resultados podem ser encontrados nas obras de Lehmann et al. (2003), Wood et al. (2009), Costa, Rodrigues e Kern (2009) e Teixeira et al. (2010). O estudo da gênese das TPA é importante por esses solos terem sido enriquecidos por nutrientes, sem prejuízo para o meio ambiente, bem como por formarem microecossistemas próprios e estáveis. Uma vez conhecidos os processos de formação das TPA, será possível a "fabricação" das mesmas, visando à melhoria dos solos para uma agricultura sustentável.

A área enfocada neste trabalho é denominada de Ilha de Terra e localiza-se no furo do Camuim, baía de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará. Seu relevo é formado por uma parte de terra firme, cercada por igapós banhados por águas escuras e límpidas que, segundo Sioli e Klinge (1962; 1965), são águas humosas que provêm das áreas com solos podzólicos, que ocorrem nas zonas de cabeceiras de rios e igarapés. Na parte central da área, está localizada uma pequena comunidade formada por 10 unidades habitacionais ou não, como é o caso de um galpão, da escola e de um depósito de combustível, temporariamente ocupados enquanto seus moradores aguardam ter condições para construir suas casas definitivas. Este fato nos pareceu, na ocasião (junho de 2003), ser um indicativo de que em breve haveria um aumento dessas unidades habitacionais. Entretanto, isto não aconteceu, como foi possível constatar em maio de 2004, havendo, inclusive, uma diminuição populacional, como demonstraremos oportunamente.

Este trabalho se propõe a dar uma contribuição ao conhecimento acerca da formação de TPA na Amazônia, a partir da ocupação humana contemporânea na Ilha de Terra/Melgaço-PA, fornecendo uma visão geral das formas de ocupação atual, traçando um perfil socioeconômico da área, além das formas de uso dos recursos naturais disponíveis, bem como levantamento dos usos e costumes herdados dos índios, tais como: alimentação, cobertura de casas, utilização de plantas medicinais, práticas agrícolas etc.

METODOLOGIA

A metodologia adotada no levantamento de dados foi previamente definida, a fim de que fossem também levantados aspectos relativos às informações direcionadas às áreas de arqueologia e botânica, que viessem contribuir com indicativos para um futuro cruzamento de informações, por ocasião da análise dos dados levantados. O trabalho de campo restringiu-se basicamente ao preenchimento de formulários através de perguntas objetivas e subjetivas, entrevistas informais e semiestruturadas, além da observação direta, visto que a equipe ficou morando no barco aportado no trapiche da comunidade.

A efetivação deste estudo concretizou-se a partir de quatro etapas de campo. A primeira incursão ocorreu em 1994, onde foi realizado um *survey* para reconhecimento da área, quando foi identificado que a comunidade estava assentada sobre um sítio arqueológico. A segunda, em 1999, quando foi mantido o primeiro contato direto com a comunidade, bem como uma sondagem preliminar acerca da viabilidade de um estudo integrado com a área de arqueologia do MPEG, que já vinha desenvolvendo estudos no local, relativos a aspectos da ocupação pré-histórica. A terceira, em 2002, e a quarta, em 2004, estas financiadas pelo Programa Norte de Pós-Graduação (PNOPG), quando, então, foram levantados os dados apresentados neste trabalho, a partir de um convívio mais prolongado na localidade.

Estas duas últimas etapas possibilitaram vivenciar o dia a dia da Ilha de Terra, apesar da equipe não estar morando na casa de nenhum dos ribeirinhos, e sim no barco da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn). Era ao lado do barco que as mulheres da comunidade lavavam a roupa de seus familiares, enquanto as crianças brincavam na água, e o ir e vir de pessoas e notícias se efetivavam. Durante os períodos de campo foram coletadas amostras de plantas nativas para serem analisadas em laboratório por pesquisadores de outras áreas, que integravam a equipe do projeto, a fim de averiguar a presença das mesmas na composição da Terra Preta local, bem como foi realizado o resgate de material arqueológico pela equipe de arqueologia que integrava o grupo de pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A origem do nome Ilha de Terra, segundo uma de suas moradoras mais antigas, reporta-se ao fato de a ilha ter o formato arredondado, com aproximadamente de 2 a 3 km de diâmetro, cercada pelo furo Camuim, áreas de várzeas e o igarapé Santa Júlia – que, segundo os informantes, nasce no lago Juparijó, desaguando no furo Camuim – sendo o seu formato semelhante ao de uma ilha. Mudanças ao longo do tempo vêm se processando de forma intensiva, a partir do uso e exploração econômica dos recursos naturais existentes, alterando não só a distribuição geográfica do local, como também a forma como se apresenta, fato este evidenciado ao longo do trabalho de campo realizado na área.

Ao se fazer um paralelo entre os diferentes momentos das quatro etapas de campo citadas anteriormente, observou-se que:

> ... A lembrança que eu tinha (1994) era a de um furo estreito e margeado com sapopemas de mututi (P*terocorpus draco*),mas agora está bem mais largo, e as árvores, que davam um toque diferente, diminuíram de quantidade. Para mim as sapopemas do mututi era o que fazia a diferença... (SILVEIRA, 1999 - Caderno de campo).

Estas transformações estão basicamente associadas à inserção das atividades de extração de madeira. A sinuosidade do furo do Camuin vem fazendo com que ele seja alargado paulatinamente, para dar passagem às balsas que transportam tratores e caminhões, bem como as toras de madeira retiradas de áreas próximas da ilha, conforme pode ser visualizado nas Figuras 1-2.

A ocupação da área se deu com a chegada do Sr. João Francisco, cearense, que veio com sua família para morar na região. A área foi colocada à venda pelo Sr. Higino Soares, seu real proprietário. Como não tinha recursos para adquiri-la, o Sr João Francisco sugeriu ao seu genro – Sr. Chagas Costas – que a comprasse. Este, após fazer uma "guarnição" (economizou dinheiro), comprou-a, ocupando de fato e de direito a localidade.



Figura 1. Vista parcial do furo de Camuim, em frente à Ilha de Terra. Foto: Isolda Maciel da Silveira (2004).

A distribuição espacial das casas permanece a mesma desde a década de 1950, aproximadamente, segundo os informantes; e está estruturada a partir da margem do furo do Camuim, ou seja, do porto onde ancoram os barcos. Distribuídas em formato de L, conforme mostra a Figura 3, diferentemente da realidade presente na década de 1940, quando só existiam 3 casas distribuídas na beira do referido furo. Hoje, o espaço central existente na frente das habitações é destinado ao uso comunitário, para eventos religiosos e lazer da comunidade, conforme mostra a Figura 4.



Figura 2. Área de extração e estocagem de madeira no lago Juparijó, no final do furo do Camuim. Foto: Isolda Maciel da Silveira (2004).



Figura 3. Tipo de Habitação na Ilha de Terra. Foto: Isolda Maciel da Silveira (2004).



Figura 4. Aspecto geral da Ilha de Terra. Ilustração: J. Mardock.

O traço comum entre os moradores destas casas é que os mesmos não são proprietários dos terrenos onde elas foram edificadas. A área como um todo está sob a responsabilidade do Sr. João Francisco de Freitas, filho mais velho do proprietário da área, o Sr. Francisco Chaves, que reside em Portel, por problemas de saúde. Ele tornou-se proprietário da área desde a época em que era solteiro (não foi possível precisar o ano) e, ao se casar, mudou-se para a ilha.

A igreja evangélica (Assembleia de Deus) é o elemento dinamizador de eventos locais. Está localizada na parte central desta área, de frente para o furo, tendo à sua esquerda o prédio da Escola Municipal de 1º Grau Professor Lourenço Lopes Balieiro, construído em 1985, que atende aos alunos até a quarta série do ensino fundamental. No momento da terceira etapa desta pesquisa, a referida escola encontrava-se paralisada por falta de professores. Por ocasião da última etapa de campo, a escola estava funcionando e a professora não havia ainda concluído o ensino fundamental (7ª série), pois, até aquele momento, não havia tido condições de dar continuidade aos seus próprios estudos. Não existia nenhum contrato formal entre ela e a prefeitura de Melgaço e o pagamento era feito como se ela estivesse dando "aulas particulares", cujo valor girava em torno de um salário mínimo.

O nível de escolaridade local é muito baixo, em decorrência da frequente ausência de professores; 56 % da população fez ou ainda está cursando o ensino fundamental oferecido no local, independente de faixa etária. A disponibilidade de recursos humanos qualificados e de materiais não foge ao padrão encontrado nas demais localidades interioranas da Amazônia, fato que também ocorria na área de Caxiuanã e seu entorno, antes da implantação do Programa Floresta Modelo de Caxiuanã (MPEG, 1997). Um fato curioso é que, apesar da ausência frequente de professores, algumas crianças regularmente matriculadas recebem a bolsa-escola, instituída pelo governo federal.

Qualquer tipo de atividade a ser desenvolvida na localidade, bem como a inserção de novos moradores (geralmente parentes), tem que ser sob a anuência do Sr. João, assim como a indicação das áreas onde poderão ser construídas novas casas e roçados. Além disso, outro traço comum é o parentesco que envolve todos os moradores, conforme pode ser visualizado na Tabela 1, bem como a religião evangélica, professada por todos.

Naquela época, a base econômica da localidade era pautada em uma maior diversidade de produtos, segundo um dos informantes:

> "... Naquele tempo, eles viviam da extração do látex da seringa que existia nas matas próximas, e do plantio do roçado de mandioca para sobrevivência. O látex era levado diretamente para Belém em barcos que traziam as mercadorias encomendadas por notas. Nessa época eles viviam de tiração de palmito e mandioca; tiravam madeira, mas era fraca na época da compra da virola, mas ai fechou, agora é proibido tirar, até que trocaram o nome, mas quando a fiscalização reconhece, ai já viu. Virou tambará...".

Hoje, a estrutura populacional concentra a maior parte dos moradores na faixa etária de 0 a 14 anos, caracterizando uma população jovem e, infelizmente, sem grandes perspectivas, seja no aspecto educacional, profissional, saúde ou lazer. Por ocasião da pesquisa, a população estava dispersa em seis residências, com um quantitativo de 41 indivíduos. Destes, 22 do sexo masculino e 19 do sexo feminino. No entanto, tal número sofreu redução, em virtude da perspectiva de saída de algumas pessoas da comunidade, devido à mudança de duas famílias para fora do município e uma para o outro lado do Camuim, além de um jovem marceneiro que retornou a Portel, seu local de origem.

Tabela 1. Graus de parentesco na Ilha de Terra, a partir do casal.

Casal	Sr. João Francisco Freitas da Costa	Sra. Maria Júlia Pinto Serrim
Adenilson e	-	Sobrinho
Marinete	-	-
Manuelzinho e	Tio	-
Nazaré	-	-
Rosivaldo e	-	Irmão
Rode	-	-
Josivaldo e	Tio	-
Maria	-	-
Josias e	-	-
Mirta	-	Sobrinha-filha de criação
Oseas e	Primo	-
Rosa	-	-
Juciane e	Filha	Filha
Alielton (Negão)	-	-
Arnaldo (Big-Brother)	-	Sobrinho

Fonte: Trabalho de Campo, 2004.

Ao se questionar o fato, soube-se que as famílias foram para longe buscando uma melhor qualidade de vida, através de empregos e escolas para os filhos, enquanto que a família que apenas atravessou o furo tinha em mente criar porcos, mas até o final do trabalho de campo nada havia sido feito. Quanto ao rapaz marceneiro, ele veio para a comunidade atraído pela facilidade de conseguir madeira para o exercício de sua atividade – quase sempre as encomendas eram feitas por pessoas de outras localidades, como Portel ou Prainha. Quando seus produtos eram adquiridos por moradores locais, geralmente eram pagos em mercadorias (gêneros alimentícios), que eram enviadas aos seus familiares, ou de forma parcelada, quando pagos em dinheiro. Vale esclarecer que o jovem é sobrinho do Sr. João, e foi atraído a esta comunidade pelo fato de seu tio ser o único empregador local para extração de madeira, vindo a facilitar, assim, a aquisição da matéria-prima necessária ao seu trabalho, bem como a intenção de construir algo mais adequado para morar, pois, naquela ocasião, ele pretendia fixar residência na localidade. Entretanto, ele não foi mais encontrado na comunidade, por ocasião da última etapa de campo.

Com relação à origem e procedência dos casais, detectou-se que a maioria das mulheres é de Portel, e vieram morar na Ilha geralmente após o casamento, enquanto que a maioria dos homens é natural da Ilha de Terra. A pequena mobilidade espacial (emigração e imigração) existente na área, restringe-se aos locais circunvizinhos da Ilha. No caso da emigração, esta é geralmente motivada pelas dificuldades do cotidiano presente na localidade e pela falta de disponibilidade de áreas adequadas à prática da agricultura. Apesar de integrar a área administrativa de Melgaço, o ponto de contato entre o mundo insular e o continente se dá através de Portel, onde as transações econômicas se efetivam por meio da comercialização da madeira, aquisição de produtos de subsistência e higiene pessoal, equipamentos, combustível, além da assistência médica hospitalar.

Do material utilizado nas construções das residências, predomina a madeira para as paredes e pisos, enquanto que para as coberturas é feito o uso de telha de fibrocimento, seguida pela palha de bussu (*Manicaria saccifera*), adquirida em outros locais, como Portel, sendo que apenas uma das edificações é coberta por telha de barro, pois lá anteriormente funcionava um posto de saúde, que hoje se transformou em residência do presbítero local.

Quanto à infraestrutura sanitária, existem apenas três banheiros externos servindo a comunidade; cinco sanitários externos (fossa negra) e dois poços, de onde os moradores retiram a água para seu consumo. A precária condição sanitária adquire maior proporção quando ao primeiro domingo de cada mês, como é de hábito (Figura 5), as famílias reúnem-se; mesmo aquelas que não moram na Ilha de Terra, fazem parte da mesma congregação e frequentam o mesmo culto.

Dada a distância e a dificuldade de transporte, essas famílias passam o dia todo na comunidade – o que complica a situação, pois, segundo depoimento da esposa do responsável pela comunidade, até para tomar banho ou ir ao sanitário é preciso fazer fila, porque o sanitário usado é o da escola – como não tem bomba para puxar a água do poço, o trabalho dobra. Quanto à água para beber, é quase sempre sem nenhum trato, a não ser a coagem[1]. Apenas alguns moradores utilizam hipoclorito, mas é frequente não disporem do produto, que é obtido em Melgaço, onde existe uma pequena fábrica.

Tomar banho nas águas do furo do Camuim é uma prática constante, bem como uma forma de lazer, principalmente para as crianças. Os adultos preferem tomar banho retirando a água dos poços. O Camuim também é utilizado pelas mulheres para a lavagem de roupa e "manter as conversas em dia". É o momento em que aproveitam para dar banho nos filhos pequenos e também cuidar dos que já se arvoram a fazer isso sozinhos, conforme evidenciado na Figura 6.

[1] Tratamento dado à água – que consiste em retirar as impurezas através de um pedaço de pano.



Figura 5. Saída e chegada de pessoas na comunidade. Foto: Isolda Maciel da Silveira (2004).



Figura 6. O cotidiano familiar no furo do Camuim. Foto: Isolda Maciel da Silveira (2004).

A iluminação das casas no período das 18 h às 22 h é fornecida por um gerador a óleo diesel, de propriedade do Sr. João (responsável pela comunidade), que fornece energia para todas as residências existentes na Ilha. A responsabilidade dos custos do fornecimento de energia fica somente a cargo do proprietário do motor. A partir das 22 h, a iluminação é feita por lamparinas a querosene ou por velas. É por ocasião do funcionamento do motor que a única televisão existente na comunidade é ligada, agregando todos os moradores na casa do Sr. João para assistirem aos programas. Neste momento, a comunidade se aglutina, tanto para troca de informações, como para ficar a par do que está "acontecendo no mundo". Quando há alguma programação de maior interesse, como jogos ou eventos religiosos, o horário de uso da televisão pode ser prolongado.

A divisão interna das residências obedece ao padrão comum da região, ou seja, sala, quarto e cozinha. Estas casas normalmente não são pintadas, seja pela falta de recursos para aquisição do material ou pela falta de costume local. Quanto ao lixo produzido por essas unidades domésticas, normalmente os restos de alimentos são jogados no terreiro, para alimentação dos cães. Fazendo um paralelo com as formas de ocupação do solo e uso dos recursos naturais das populações indígenas pretéritas, os registros etnográficos demonstram similaridades entre as diversas formas de descarte dos dejetos orgânicos pretéritos e atuais (MOI, 2007; CARMO; COSTA; KERN, 2009). A diferenciação entre esses dois períodos reside no fato de que em alguns grupos pretéritos os dejetos eram mantidos dentro das próprias habitações (BALDUS, 1942; KERN, 1996).

Quanto aos demais detritos, como papéis, vidros e plásticos, são jogados na área de mata atrás das casas, sendo poucas as residências que os queimam. Quanto aos restos de casca de mandioca (*Manhioca utilíssima*) e caroços de açaí (*Euterpe oleracea*), na maioria das vezes são jogados no mato. Entretanto, duas famílias destacam-se por acumulá-los em canteiros para serem usados como adubo orgânico no cultivo de plantas comestíveis e medicinais.

A parte central da comunidade é mantida sempre limpa, pois é de uso comum – e onde os principais eventos ocorrem. Essa limpeza constante, associada à lixiviação do solo, vem fazendo com que as urnas arqueológicas existentes neste sítio, antes encobertas, fiquem expostas, acarretando o aumento da destruição involuntária desse material, por ser uma área de livre trânsito e comunitária.

Em função das dificuldades de acesso e da distância, em caso de doenças, a comunidade se utiliza principalmente de remédios caseiros, cujo conhecimento sobre seus usos têm sido repassado oralmente, de geração a geração. Esta se constitui em uma prática comum dentre as comunidades ribeirinhas amazônicas (FERREIRA, 2000; GALVÃO, 1976) e principais responsáveis pela perpetuação do saber tradicional local. O uso de produtos alopáticos na Ilha de Terra efetiva-se de forma esporádica e sua aquisição é feita por encomenda, sendo identificados como remédios para dor de barriga, febre e dor de cabeça, dentre outros, e adquiridos em função do diagnóstico apresentado pelo paciente e não pelo nome comercial. Uma moradora local é quem detém maior gama de conhecimentos sobre a forma de uso de plantas medicinais, conforme visualizado na Tabela 2, sendo a ela que a comunidade recorre quando necessita de xaropes, garrafadas, infusões etc. Parte do material utilizado na elaboração destes produtos é coletado diretamente no mato e alguns outros são cultivados próximos às residências.

A utilização destes produtos é justificada pela frequência de casos de verminose, tanto em adultos quanto em crianças; e de diarreia, sendo esta mais frequente em crianças. Nesta comunidade, em função da distância da rede hospitalar de saúde pública, poucos são os casos de nascimentos em hospitais – apenas três mulheres já utilizaram exclusivamente a rede hospitalar por ocasião do nascimento de seus filhos.

Tabela 2. Principais produtos naturais utilizados na medicina tradicional.

Planta	Família	Indicação	Forma de Uso
Mastruz	*Lepidium* sp	Verminose, dor-de-barriga	Sumo, com leite
Verônica	*Dalbergia* spp	Diarreia	Chá
Casca de ameixa	n. identificada	Diarreia	Chá
Alho, p. reino, mel-de-abelha	*Allium* sp, *Piper* sp	Tosse	Xarope
Chicória	*Chicorium* sp	Febre	Chá
Folhas do limoeiro	*Citrus* sp	Febre	Chá
Jambu	*Spilanthes* sp	Inflamação do fígado e estômago	Chá
Pinhão, folhas de limoeiro	*Pigon* sp	Gripe	Banho de cabeça

Fonte: Trabalho de campo, 2002.

Algumas parturientes são atendidas em suas residências por parteiras de outras localidades, visto não haver nenhuma parteira nesta comunidade; e os valores cobrados por este serviço variam de acordo com as condições econômicas de cada parturiente. De modo geral, a maioria das mulheres da comunidade não costuma fazer o pré-natal.

As estratégias de subsistência dos moradores da Ilha de Terra são compostas por um quadro extremamente limitado de atividades, como caça, pesca e cultivo de pequenos roçados, em função da pouca disponibilidade de solo. Esta comunidade tem no extrativismo da madeira sua principal atividade econômica, que é exercida fora da ilha. Em função do limite máximo a ser extraído deste produto, estabelecido pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), em alguns períodos do ano os moradores locais ficam sem exercer qualquer tipo de atividade economicamente rentável.

Por ocasião da última estadia em campo, estava funcionando a única serraria existente na área, que pertence ao responsável pela comunidade. Nela, a madeira processada é a sucupira (P*terodon emarginatus*), que é retirada da área de igapó e trazida em toras, principalmente pelos moradores do entorno da ilha. Após serrada, cada 10 dúzias de tábua corresponde a $1m^3$. Esta madeira é entregue a um comprador fixo em Portel, que paga ao proprietário da serraria por metro cúbico; este, por sua vez, repassa ao madeireiro por um valor inferior ao pago pelo comprador de Portel. Esta transação, que vai do madeireiro ao comprador final, passando pelo intermediário (dono da serraria na comunidade), quase sempre não envolve dinheiro. Quando o madeireiro entrega a sucupira ainda em estado bruto na serraria, ele costuma deixar uma lista com os produtos que necessita. Após a entrega das tábuas em Portel, pelo intermediário, o comprador indica em qual armazém os produtos podem ser retirados, mantendo-se o valor correspondente à quantidade de madeira em tábuas que lhe foi entregue. Na referida lista, constam principalmente os itens relativos a remédios e roupas, pois os gêneros de primeira necessidade em geral são adquiridos na pequena venda que funciona na residência do responsável pela ilha.

Os trabalhadores da serraria (que esteve paralisada por mais de dois anos devido a problemas com as máquinas) são todos moradores da comunidade e recebem diárias diferenciadas, dependendo da atividade desenvolvida por cada um. A diária é paga quinzenalmente, e dela é abatida a despesa que a família retirou da venda local. Às vezes, as diárias não cobrem as despesas, o que leva ao fato do morador iniciar a próxima quinzena já com débito.

O verão é o período de extração da madeira. Depois, o produto é empilhado para aguardar ser transportado, o que ocorre no inverno, quando descem o rio com as toras amarradas umas às outras em forma de jangada.

A madeira é estocada em um local chamado de pátio (Figuras 7-8), que consiste em uma área limpa, onde as toras são empilhadas, aguardando a balsa para o reboque da "jangada". Não há replantio, o que ocorre é um reflorestamento espontâneo, induzido pela retirada e queda das outras árvores maiores.

Tal prática se justifica no discurso de um informante, quando diz que:

> [...] De onde se tira uma árvore, brota mais de vinte, mas como é difícil, vai pra frente somente oito, porque o mato é muito fechado. Só houve replantio de cedro (*Cedrela odorata*), que é uma madeira muito cara. Os pés que meu sogro plantou aqui, há uns doze anos, já foi retirado e deu tudo de primeira [...]

D*e primeira*, é um termo utilizado pelos moradores locais para classificar a madeira extraída; consiste na tora que tem acima de 220 cm de circunferência. Entre as madeiras mais comercializadas estão: cumaru (C*oumarouna polyphyla*), sucupira (O*rmosia coccinea*), angelim-pedra (F*erreira spectabilis*), louro-vermelho (O*cotea rubra*) e jatobá (A*nisorsperma passiflora*). O destino deste produto são as serrarias de Portel, onde as toras serão laminadas e enviadas para Belém. O sistema de aviamento (SILVEIRA, 1979; SANTOS, 1980) presente na Ilha é determinado pelo limite máximo permitido de extração da madeira. Entretanto, como forma de controle do poder aquisitivo da população local, usualmente compram o equivalente a 280 m^3 de madeira, para poderem contar sempe com uma margem de lucro para aquisição de outros bens, sendo o "acerto" realizado anualmente.

Esta ilha tem sua quase totalidade formada por Terra-Preta Arqueológica (TPA); e seria de se esperar que todas as oito famílias desenvolvessem algum tipo de atividade agrícola que garantisse a sua subsistência. Contudo, em função desta área ser "particular", hoje isso não ocorre: somente três famílias desenvolvem atividades agrícolas. Segundo o relato dos moradores locais:

> [...] antigamente se plantava muito tabaco que era transformado em "mole" e era vendido por arroba[2]. Hoje em dia não se planta mais por que meu pai era católico mas resolveu aceitar Jesus em outro modo de ver, e passou para uma outra denominação chamada de evangélica, e como a lei dela não permite fumar, eles pararam de plantar [...]

Hoje, as poucas pessoas que plantam fazem o seu roçado na área detrás das casas. O tempo utilizado para o plantio e replantio na mesma área é de dois anos. Apesar do solo ainda não ter se esgotado, este é o período de tempo de pousio usualmente praticado pelos moradores. Segundo um informante, essa atividade é desenvolvida não apenas nas áreas de terra preta, como também na parte "areiosa":

> [...] Toda terra aqui é boa para plantar; plantam mandioca, melancia e milho. No sistema da gente é assim, até porque, se a gente não tem uma máquina para limpar a terra (TPA), nasce muito mato tendo que capinar e (plantando no areão) sempre não nasce muito e fica mais fácil de trabalhar [...]

Isto porque o plantio realizado em áreas "areiosas" necessita de menos trato cultural, uma vez que o mato cresce menos, exige menos esforço para a manutenção do roçado, haja a vista a pouca disponibilidade de terra e de pessoas para seus cultivos.

Também é importante lembrar que na divisão sexual do trabalho necessário ao cultivo do roçado, as tarefas mais pesadas são desenvolvidas pelos chefes de família e seus filhos adultos; e, como na Ilha de Terra a principal atividade econômica se restringe à extração de madeira, é comum a ausência dos adultos do sexo masculino, ficando a capina a cargo dos demais membros da família. Nesses roçados, a mandioca ocupa

[2] Cada arroba compreende 8 moles de tabaco (cerca de 14,5 kg).



Figura 7. Acesso ao pátio de estocagem de madeira – lago Pracupijó. Foto: Isolda Maciel da Silveira (2004).



Figura 8. Estrada aberta para o transporte de madeira – lago Pracupijó. Foto: Isolda Maciel da Silveira (2004).

lugar de destaque entre as demais espécies cultivadas, sendo frequente o cultivo de diversas variedades plantadas em consórcio com maxixe, jerimum, macaxeira etc. Na comunidade não há o hábito de criar animais para consumo doméstico.

Na realidade, o que se observa são pessoas buscando seu sustento através do aviamento – praticado pelos familiares do proprietário da área – cuja dívida também só é quitada no final do ano, quando a quantidade de madeira que é extraída por cada trabalhador é contabilizada, e de onde o que foi consumido durante o ano é deduzido. É frequente não haver saldo a receber – e sim uma dívida a ser quitada, que por um acordo tácito, não deve passar para o próximo ano. Assim, um "empréstimo" é feito e concedido pelo patrão para quitar esta dívida, mesmo que isso signifique já começar o ano devendo. Por conta disto, a circulação de dinheiro é quase inexistente na área.

A pesca representa uma fraca contribuição para a alimentação local e o mais frequente é ver crianças desenvolvendo esta atividade, com pequenas redes de tapagem, conforme a mostra Figura 9. Algumas vezes, ocorre a captura de um jacaré, conforme demonstra a Figura 10, quando, então, toda a comunidade é beneficiada, pois a carne é dividida entre todas as residências, aumentando assim a ingestão de proteína animal. Os alimentos mais consumidos no dia a dia são feijão, arroz, farinha e charque, adquiridos através do sistema de aviamento.

O entorno da Ilha de Terra está constantemente submetido ao ciclo diário de subida e descida do nível das águas do Furo do Camuim. As habitações, por estarem na parte mais alta da comunidade, são construídas em terreno seco, no entanto, elas não são assentadas diretamente ao solo, havendo sempre um espaço de aproximadamente 50 cm entre a casa e o solo.

Essas casas são construídas próximas umas das outras, sem que haja nenhuma cerca, facilitando, assim, o ir e vir de seus moradores de uma casa a outra. A área que fica detrás das casas, chamada de quintal, não tem delimitação que sirva como referência a nenhuma das casas, mesmo porque, como dito anteriormente, todo o terreno pertence a um único dono. Como na maioria das comunidades amazônicas, a manutenção da casa e da área do entorno fica a cargo das mulheres, assim como a responsabilidade sobre as crianças e demais afazeres domésticos.

A memória desta comunidade com seu passado mais próximo mostra-se um tanto quanto fragmentada. Apesar de estarem assentados sobre um sítio arqueológico onde hoje já são visíveis a olho nu os sinais de uma ocupação passada, seja pela presença de urnas ou pelos depósitos de conchas existentes na comunidade, parece haver um relativo desconhecimento acerca da origem e importância deste material. Entretanto, sabe-se que algumas atividades foram realizadas pelos pesquisadores naquela localidade, no intuito de esclarecer sobre a origem e importância do material arqueológico ali depositado, seja através de palestras ou em conversas informais com lideranças locais. No dizer dos próprios moradores:

> [...] A terra era mais alta e os vaso de barro ficavam dentro da terra, aí tinha as casas, mas não se via os vasos, quando ia cavá dava naqueles caco quebrado, mas vinha tudo miudinho não dava pra notar se era grande os vasos [...]

No início das pesquisas em Caxiuanã, o desconhecimento da origem desses materiais fazia com que houvesse um certo respeito e temor em relação aos mesmos, passando o imaginário local a justificar a sua origem e presença. Segundo os moradores, na parte detrás das casas (cerca de 500 m) tem "*muita ostra e conchas*", mas, segundo os informantes locais, naquela área nunca houve este tipo de molusco; então, eles deduzem que foram trazidos de alguma área da baía de Caxiuanã. Atualmente, com as constantes explanações, por parte da equipe, sobre a importância de se preservar o patrimônio cultural, a própria população avisa, quando possível, se algum material está sendo destruído.



Figura 9. Criança retornando da pesca. Foto: Isolda Maciel da Silveira (2004).



Figura 10. Jacaré capturado em frente ao furo do Camuim. Foto: Isolda Maciel da Silveira (2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de TPA na Amazônia se constitui em um importante vetor de conhecimento acerca da forma de ocupação e do comportamento humano pré-histórico e contemporâneo. Como importante indicador de áreas férteis formadas no passado e em uso no presente, faz-se necessário compreender de que forma tais áreas aglutinam em torno de si um contingente populacional que se utiliza desses espaços para a sua reprodução social. Como exemplo desta relação, a Ilha de Terra se configura como um dos inúmeros espaços que apresentam tal particularidade na Amazônia, uma vez que a ilha se encontra assentada sobre um sítio arqueológico.

Espaços utilizados em épocas pretéritas pelo ser humano são hoje reutilizados de forma distinta, seja para edificação de áreas habitacionais, seja para o cultivo de produtos utilizados para a manutenção e reprodução do grupo doméstico. De que forma se dá esta relação no presente, e que projeções poderão ser feitas para essas áreas em um futuro próximo, é o que se busca compreender, frente ao movimento contínuo de adaptabilidade humana diante do processo de globalização em que se insere a sociedade contemporânea.

A relação mantida entre o ser humano e a disponibilidade dos recursos naturais vem se configurando de várias formas ao longo do tempo. A antropização da Ilha de Terra e de seu entorno fazem com que importantes elementos presentes neste local se percam no tempo e no espaço, seja pela falta de conhecimento sobre a importância dessas áreas, seja pela falta de interesse do poder público gestor acerca do mesmo. Ações necessitam ser desenvolvidas no sentido de reverter/frear este processo, para preservar o que ainda resta do sítio (para futuras pesquisas), além de fornecer subsídios que poderão ser canalizados em benefício das comunidades que lá habitam.

Iniciativas relativas à educação patrimonial poderiam ser dinamizadas como "forma sistematizada de exercer a ação educativa sobre o patrimônio cultural" (MOURA, 2011). Desta maneira, a conjugação de esforços relacionados à educação formal e não formal poderiam estar presentes no cotidiano local, contemplando aspectos transversais relativos à grade curricular do ensino formal, que tem interface com a questão da TPA e do material arqueológico existente/encontrado na Ilha de Terra. Além do fomento à valorização do resgate da memória e da cultura, a educação patrimonial pode também "promover o conhecimento, a apropriação e a valorização do patrimônio histórico, artístico, cultural, arqueológico, dentre outros com a população" (MEDEIROS, 2009).

A inserção da escola é fundamental neste processo, como instância primeira, através da qual a criança se apropria de valores e memórias sociais coletivas. Neste sentido, ações integradas interdepartamentais e interinstitucionais precisam ser dinamizadas, envolvendo a perspectiva da sustentabilidade cultural (CAMPOS, 2008). Nesta direção, o papel do Estado, através dos seus institutos de pesquisa e ensino, permitiria não só o estabelecimento de ferramentas para o resgate endógeno da memorial cultural da região, como também da condução da cidadania.

REFERÊNCIAS

ADAMS, C. As florestas virgens manejadas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Antropologia**, v. 10, n. 1, p. 3-20, 1994.

BALDUS, H. Aldeia, casa, móveis e utensílios entre os índios do Brasil. **Sociológica**, v. 4, n. 2, p. 157-72, 1942.

BALÉE, W. Cultura na vegetação da Amazônia brasileira. In: NEVES, W. A. (Org.). **Origens, adaptações e diversidade biológica do homem nativo da Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. p. 95-109.

CAMPOS, R. I. R. **Sustentabilidade, turismo e gestão do patrimônio arqueológico**: limites e possibilidades no Maracá (AP) e serra dos Martírios/Andorinhas (PA). 2008. 397 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

CARMO, M. S.; COSTA, M.; L. KERN, D. C. Relação entre os solos com sítio de terra preta arqueológica e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na região de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 163-177.

COSTA, J. A. RODRIGUES, E.; KERN, D. C. Os solos da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. v. 1. p. 117-128.

FERREIRA, M. R. C. **Identificação e valorização das plantas medicinais de uma comunidade pesqueira do litoral paraense (Amazônia Brasileira).** 2000. 268 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém, 2000.

GALVÃO, E. Áreas culturais indígenas do Brasil - 1900-1959. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Nova Série, Antropologia, Belém, n. 8., p. 1-41, 1960.

GALVÃO, E. **Santos e visagens, um estudo da vida religiosa de Itá, Baixo Amazonas**. São Paulo: Nacional, 1976. 153 p.

KERN, D. C. **Geoquímica e pedoquímica em sítios arqueológicos com terra preta na Floresta Nacional de Caxiuanã-Portel/PA**. 1996. 124 f. Tese (Dutorado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1996.

LÉNA, P.; OLIVEIRA, A. E. **Amazônia**: a fronteira agrícola 20 anos depois. Belém: CEJUP; Museu Paraense Emílio Goeldi. 1991. 363 p.

LEHMANN, J. et al. (Orgs.). **Amazonian dark earths**: origin, properties management. [s.l]: Kluwer Academic Publishers, 2003. 505 p.

LIMA, D.; POZZOBON, J. Amazônia socioambiental: sustentabilidade ecológica e diversidade social. In: VIEIRA, I. et al. (Org.). **Diversidade biológica e cultural da Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p. 195-251.

MEDEIROS, N. B. **Educação patrimonial em museu de arqueologia**: o patrimônio cultural ao alcance da sociedade. In: ENCONTRO DE ARQUEOLOGIA DO MATO GROSSO DO SUL, 1. 2009. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2009.

MOI, F. P. **Os Xerente**: um enfoque etnoarqueológico. São Paulo: Porto Seguro; Annablume, 2007. 209 p.

MOURA, S. de O. **Programa de educação patrimonial na área do Projeto Salobo/PA**. Disponível em: < http://www.abracor.com.br/novosite/congresso/resumos. Acesso em: 05 set. 2011.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. **Programa de Desenvolvimento Comunitário Floresta Modelo de Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 19-27.

OLIVEIRA, A. E. Ocupação humana. In: SALATI, E. et al. (Org.). **Amazônia**: desenvolvimento, integração e ecologia. São Paulo: Brasiliense; Brasília: CNPq, 1983. p. 144-310.

SANTOS, R. **Historia econômica da Amazônia (1800-1920)**. São Paulo: T. A . Queiroz, 1980. p. 155-175.

SILVEIRA, I. M. Formas de aviamento num povoado pesqueiro da Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Nova Série Antropologia, Belém, n. 74, p. 1-24, 1979.

SILVEIRA, I. M. **Caderno de campo**. Ilha de Terra, Melgaço-PA. 1999. Inédito.

SILVEIRA, I. M.; QUARESMA, H. D. A. B.; GUAPINDAIA, V. L.; MACHADO, A. L. As populações pré-Históricas e atuais. In: LISBOA, P. L. B. (Org.) **Caxiuanã.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 53- 81.

SILVEIRA, I. M.; KERN, D. C.; QUARESMA, H. D. A. B. Reconstruindo uma ocupação. In: LISBOA, P. L. B. (Org.) **Caxiuanã:** populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 59-76.

SIMÕES, M. F. Coletores-pescadores ceramistas do litoral do Salgado (Pará) – nota preliminar. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Nova Série Antropologia, Belém, n. 78, p. 1-26, 1981.

SIMÕES, M. F.; ARAÚJO-COSTA, F. Áreas da Amazônia Legal Brasileira, para pesquisa e cadastro de sítios arqueológicos**. Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, n. 30, p. 1-160, 1978.

SIOLI H.; KLINGE, H. Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Nova Série, Belém, n. 1, p. 27-41, 1962

SIOLI H.; KLINGE, H.. Sobre águas e solos da Amazônia brasileira. **Boletim Geográfico**. Ano XXIV, n. 185. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia; IBGE, 1965. p. 195-214.

TEIXEIRA, W. G. et al. (Orgs.). **Terras pretas de índios na Amazônia**: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus: EDUA; EMBRAPA Amazonia Ocidental, 2010. 420 p.

VIEIRA, L. S. **Manual de medicina popular**: a fitoterapia da Amazônia. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1997. 197 p.

WOODS, W. I. et al. (Orgs.). **Amazonian dark earths**: wim Sombroek's vision. Berlim: Springer, 2009. 502 p.

ELEMENTOS QUÍMICOS EM CABELO HUMANO NA REGIÃO DE CAXIUANÃ: UMA AVALIAÇÃO DOS COSTUMES, HÁBITOS ALIMENTARES E AMBIÊNCIA GEOLÓGICA

Marcondes L. da Costa
Marciléia S. do Carmo
Norbert Miekeley,
Bruno Santana Carneiro
Patrícia Freitas Pereira
Dirse Clara Kern

INTRODUÇÃO

O estudo do tecido capilar como indicador celular de elementos químicos, especialmente elementos tóxicos e elementos essenciais na biomonitoração de exposição humana ao meio ambiente, tem sido amplamente utilizado devido à facilidade de coleta e armazenagem do cabelo, além de sua estabilidade biológica. O cabelo humano, por exemplo, é capaz de concentrar certos elementos químicos, como o Hg, em níveis mais elevados do que o sangue. Estes elementos estão, em geral, ligados à exposição, tanto durante episódios atuais, como do passado (AZEVEDO, 2003; OLSZEWER et al., 1998). A análise de elementos químicos, sejam eles de natureza tóxica ou essencial (nutrientes), em cabelo, é usada tanto para avaliar a exposição do indivíduo à determinada droga, como também para verificar seu estado nutricional (AZEVEDO, 2003). São considerados elementos essenciais ou nutrientes: Fe, Li, Zn, K, S, Mg, P, Cl, Cu, Na, B, Ca, V, Sr, Mo, Mn, Se, Cr, Co, Ni, Si, F e I; e elementos tóxicos: Hg, Al, Bi, As, Pb, U, Sn, Cd, Sb, Ni, Be, Ag, Ba e Th (OLSZEWER et al., 1998). Um fio de cabelo de 11 cm de comprimento representa, no primeiro centímetro próximo à raiz, uma eventual exposição de dez anos, visto que o cabelo humano cresce aproximadamente 1,0 cm/ano (OLSZEWER et al., 1998).

Nos últimos 10 anos foram realizadas muitas pesquisas para avaliar a relação entre as concentrações dos elementos químicos encontrados no cabelo e a dieta alimentar humana, especialmente elementos tóxicos (muitos deles referidos como metais pesados), como Hg, via consumo de peixe (MALM et al., 1995; PALHETA; TAYLOR, 1995; BRABO et al., 1999; BABI et al., 2000; BOISCHIO et al., 2000; MAURICE-BOURGOIN et al., 2000; PINHEIRO et al., 2000a; PINHEIRO et al., 2000b; SANTOS et al., 2000; DOLBEC et al., 2001), exposição a áreas poluídas industrialmente ou por garimpos de ouro. Há casos documentados de que tanto a ingestão de elementos tóxicos biodisponíveis a longo prazo, como Hg, As e outros, quanto a ausência de micronutrientes essenciais, como Se, Zn e outros, podem causar doenças e resultar em morte (AZEVEDO, 2003).

No Brasil, a preocupação com Hg concentrou-se na região amazônica, devido à intensiva atividade garimpeira de ouro nos anos 1980 e 1990, que fazia uso generalizado deste metal para a separação do ouro. Análises de Hg em cabelo dos ribeirinhos, na região de Caxiuanã, revelaram valores na faixa

de 0,61 a 45,59 $\mu g.g^{-1}$, com média de 8,58 $\mu g.g^{-1}$ (SANTOS et al., 2002), incompatível com os valores típicos de uma região não impactada antropicamente. Na área de influência dos garimpos de ouro do rio Tapajós, como Jacareacanga, as concentrações variaram entre 0,25 a 15,7 $\mu g.g^{-1}$ (FERNANDES et al., 1990); em localidades às margens do rio Tapajós (Rainha, Barreiras, São Luís do Tapajós e Paraná-Mirim), com variação de 2,9 e 71,5 $\mu g.g^{-1}$ (PINHEIRO et al., 2000); neste mesmo rio, como em Brasília Legal, de 11,75 a 49,99 $\mu g.g^{-1}$ (SANTOS et al., 2000); São Luís do Tapajós, 19,91 e 94,50 $\mu g.g^{-1}$ e Santana de Ituqui, com 4,33 e 11,60 $\mu g.g^{-1}$. Em populações ribeirinhas do alto rio Madeira (Rondônia), com valores de 7,0 a 303 $\mu g.g^{-1}$ (BOISCHIO et al., 1991); no leste do estado do Acre, os teores de Hg e outros metais apresentaram valores acima dos recomendados – apenas na cidade de Manoel Urbano (COSTA, 2005) não apresenta e nem apresentou qualquer relação com atividade garimpeira e industrial (MARTINS, 2004). Por sua vez, a presença de Se ao lado de materiais com teores elevados de Hg, expressos na forma de (Hg/Se), mostra que selênio neutraliza a toxidade do Hg bioacumulado no corpo humano (CAMPOS et al., 2002; PINHEIRO et al, 2005), da mesma forma que a toxidez do Pb (OSMAN et al., 1998). A faixa de concentração de Se considerada normal em cabelo humano é 0,002 a 6,6 $\mu g.g^{-1}$ e Hg 0,3 a 12,2 $\mu g.g^{-1}$ (POZEBON et al., 1999). De acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO, 1990), não foram observados problemas de saúde em indivíduos que apresentassem concentração de Hg em cabelo, de até 50 $\mu g.g^{-1}$.

O arsênio é outro elemento químico que, em sua forma inorgânica, tende a acumular-se no cabelo e em outros tecidos ricos em queratina (MANDAL et al., 2002). Eles estimam que a faixa normal de As em cabelo seja de 0,08 a 0,25 $\mu g.g^{-1}$; e acima de 1 $\mu g.g^{-1}$ de As no cabelo já é considerado excessivo. Este é o limite recomendado pela Organização Mundial de Saúde.

No cabelo, Cd e Pb podem ser excelentes indicadores de carga orgânica, sendo a absorção de Cd reduzida pelo Zn, Ca e Se. Teores de 4 a 8 $\mu g.g^{-1}$ de Cd podem favorecer a hipertensão e hipotensão. O cigarro é uma fonte significativa de Cd e de Pb.

Nos últimos dez anos têm-se empregado análises químicas multielementares de cabelo humano em clínicas médicas, para auxiliar no diagnóstico de alguns quadros clínicos de pacientes, preocupados com a origem dos problemas de saúde individual ou coletiva. Esta técnica é conhecida como mineralograma do cabelo (OLSZEWER et al., 1998). Na Amazônia, a atividade garimpeira centrada na extração de ouro, principalmente nos anos 1980 e 1990, usou Hg de forma intensiva para amalgamar o ouro, descartando-o, posteriormente, na rede de drenagem. Felizmente esta atividade entrou em franca decadência nos anos subsequentes. As pesquisas já realizadas detectaram níveis realmente elevados de Hg em cabelo humano, no tecido de peixes e nos sedimentos das áreas afetadas pela garimpagem de ouro (MALM et al., 1995; PALHETA; TAYLOr, 1995; BRABO et al., 1999; BABI et al., 2000; BOISCHIO et al., 2000; MAURICE-BOURGOIN et al., 2000; PINHEIRO et al., 2000a, 2000b; SANTOS et al., 2000; DOLBEC et al., 2001), portanto, preocupantes. Por outro lado, em outras áreas desprovidas de qualquer atividade industrial, garimpeira e urbana foram detectados valores acima daqueles de referência, como no sudoeste da Amazônia (Acre), em Caxiuanã (Pará) (SANTOS et al., 2002), na própria região do rio Tapajós, distante da atividade garimpeira (PINHEIRO et al., 2000; SANTOS et al., 2000; BOISCHIO et al.,1991). Foi diante deste quadro de valores acima daqueles de referência, em região não impactada e desprovida de anomalia natural, que o presente trabalho selecionou a região de Caxiuanã, no Baixo Amazonas, para avaliar o significado das concentrações de 31 elementos químicos, entre tóxicos e essenciais (nutrientes e micronutrientes), em cabelo humano, enfatizando principalmente Hg, As e Se.

MATERIAIS E MÉTODOS

Questionário: a coleta de cabelo foi precedida pelas informações sobre o cotidiano de cada indivíduo, através de um questionário epidemiológico elaborado pelo Instituto Evandro Chagas (IEC), em Belém (PA). Este questionário permitiu coletar informações sobre idade, sexo, cor do cabelo e hábito de colorir os cabelos; hábito alimentar (como consumo de peixe, farinha ou outro subproduto da mandioca, frutas), fumo, consumo de bebida alcoólica, histórico médico/saúde/doenças e profissional, entre outras. No caso de crianças menores, o questionário contou com o apoio dos pais e parentes.

Coleta de cabelo: as amostras foram coletadas da população residente da região de Caxiuanã, uma região de baixa densidade populacional, e constituída apenas de casas individuais ou comunidades de duas ou três famílias. As amostras coletadas correspondem a 24 pessoas, sendo 14 crianças (de 7 meses a 12 anos) e 10 adultos (de 19-58 anos). A dieta alimentar dos adultos está centrada em peixes, carnes vermelhas, acompanhados de farinha de mandioca. Frutos (com exceção da castanha-do-pará, *Bertholletia* excelsa), legumes e verduras, são raros. Entre os adultos, 4 são fumantes, principalmente os de sexo masculino. As crianças têm dieta alimentar similar a dos adultos, havendo ingestão apenas de leite materno, restrito, portanto, às crianças em amamentação (Tabela 1).

Tabela 1. Características da população obtidas através do questionário epidemiológico.

	Indivíduos
Sexo	
Masculino	11
Feminino	13
Idade (média)	19
Fumantes	4
Média de cigarros/semana (unidades)	35
Consumidores de álcool	3
Consumidores de mandioca	23
Média/semana (kg)	38
Tingem o cabelo	4

A coleta de cabelo foi feita conforme as normas recomendadas pelo *Hair Analysis Standardization Board* (PASSWATER; CRANTON, 1983). As alíquotas foram retiradas com uma tesoura de aço inoxidável previamente esterelizada, da região occipital, até 1,0 cm do couro cabeludo (Figura 1a-b). Em média, foram coletadas de 1 a 5 g de cabelo por indivíduo, independentemente da faixa etária.

Tratamento das amostras e análises químicas: inicialmente as amostras de cabelos foram cortadas em segmentos tão curtos quanto possíveis, e lavadas com acetona e água bidestilada. Após a lavagem, foram secas em ambiente fechado, climatizado, com temperatura em torno de 25°C. A digestão do cabelo seguiu o método de Miekeley et al. (1998; 2001) e de Carneiro et al. (2002), que norteiam as análises químicas de tecido capilar dos laboratório da Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro, onde foram realizadas todas as análises químicas de tecido capilar deste trabalho. Para as determinações químicas, foi empregado ICP-MS (Perkin-Elmer Sciex ELAN™ 6000A) também da mesma Universidade. Os reagentes químicos utilizados, bem como seu grau de pureza analítico e os padrões empregados para o controle de qualidade das análises, além dos limites de detecção de cada elemento químico, são discutidos

exaustivamente nos trabalhos mencionados anteriormente. Foram determinados os teores totais dos seguintes elementos químicos: Al, Bi, As, Pb, U, Sn, Cd, Sb, Ni, Ag, Ba, Th, Se, Cu, K, S, Mg, P, Mn, Fe, Cr, Na, B, Co, Ca, V, Sr, I, Mo e Zn.



Figura 1a-b. Imagens da entrevista realizada com o Sr. Martinho: a) durante a coleta do tecido capilar; b) Sr. Martinho na lida diária. Fotos: Marciléia do Carmo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Distribuição geral dos elementos químicos: as concentrações médias, mínimas e máximas dos elementos químicos tóxicos e essenciais no cabelo dos indivíduos de Caxiuanã estão apresentadas nas Tabelas 2-3 e Figura 2. Em geral, a variância (diferença entre os valores mínimos e máximos) é muito grande, comparável com os valores ditos normais de Pozebon et al. (1999) e os de referência, embora em termos de valores absolutos sejam geralmente superiores, principalmente os valores de Al, Pb, Sb e Ba, elementos tóxicos. Por outro lado, os elementos essenciais mostram concentrações abaixo do campo de variação dos valores normais; no entanto, a maioria deles (Se, Cu, Mg, Mn, Fe, Cr, Na, B, Co, V, I e Mo) está acima daqueles de referência. Portanto, as concentrações dos elementos químicos encontradas nos cabelos da população ribeirinha da região de Caxiuanã mostram que esta não está sendo exposta a qualquer risco inerente aos elementos químicos considerados tóxicos. Apenas estão com certa deficiência nos elementos essenciais, ou seja, a dieta alimentar da população não é satisfatória. Quando comparados com o mineralograma de cabelo de outras regiões (Polônia e Suécia e Acre no Brasil), aqueles de Caxiuanã encontram-se enriquecidos em Hg, Bi, Pb, Sb e Ni. Os teores comparativamente elevados de Hg, Bi, Pb, Sb e Ni, embora em níveis de não risco, porém de maior impacto do que nas regiões comparadas, mostram que a população ribeirinha da região estudada está possivelmente exposta a ambiente geológico com níveis mais elevados nestes elementos do que naqueles observados no Acre, Polônia e Suécia (Tabela 3).

Tabela 2. Concentrações ($\mu g.g^{-1}$) médias, mínimas e máximas dos elementos tóxicos e essenciais no cabelo dos doadores de Caxiuanã (crianças e adultos).

		Faixa etária (anos)							
		7 meses a 12 (N=14)			19 a 58 (N=10)			Valor de Referência [a]	Normal [b]
	$\mu g.g^{-1}$	média	mín.	máx.	média	mín.	máx.		
Elementos tóxicos	Hg	**3,2**	0,9	**5,7**	**4,3**	1,8	**6,2**	<2,3	0,3 - 12,2
	Al	16,7	6,4	**52,8**	14,1	6,5	**41,6**	<14	0,1 – 36
	Bi	13,0	0,2	**137,2**	1,2	0,2	4,0	<0,03	na
	As	0,05	0,02	0,11	0,05	0,03	**0,15**	<0,15	0,03 – 25
	Pb	48,5	3,4	146,3	55,4	7,6	**345,5**	<9,3	0,004 – 95
	U	0,004	0,001	**0,011**	0,003	0,001	0,005	<0,02	na
	Sn	0,19	0,05	**0,44**	0,18	0,08	0,35	<0,35	0,036 – 8,3
	Cd	0,04	0,01	0,07	0,06	0,01	0,11	<0,3	0,04 – 5,3
	Sb	0,14	0,01	**0,39**	0,16	0,04	**0,37**	<0,03	0,05 – 0,06
	Ni	0,42	0,08	1,43	**1,50**	0,12	**3,73**	<0,6	0,002 – 4,05
	Ag	0,03	0,01	0,11	0,07	0,01	**0,18**	<0,4	0,16 – 0,7
	Ba	5,0	0,5	**16,0**	5,2	1,1	**9,9**	<4,0	0,76 – 1,41
	Th	0,002	0,001	**0,007**	0,001	0,001	0,003	<0,005	na
Elementos essenciais	Se	**2,9**	1,6	**3,9**	2,5	**1,3**	**4,4**	0,8-1,5	0,002 – 6,6
	Cu	11,5	8,5	13,4	22,9	11,2	**67,0**	10-32	6,0 – 293
	K	2,4	1,4	4,8	4,3	1,0	14,1	n,d,	4 – 700
	S	43273	37568	**66384**	39754	38788	41243	39965-46000	733
	Mg	21	9	42	53	13	**135**	13-73	1,49 – 567
	P	173	161	220	173	160	255	161-257	88,9 – 773
	Mn	1,4	0,3	**3,9**	3,2	0,5	**6,6**	0,15-1,2	0,04 – 24
	Fe	41,1	20,8	**105,7**	23,7	15,7	**42,8**	7,0-18	10 – 900
	Cr	0,7	0,5	**1,0**	1,0	0,4	**3,3**	<0,3	0,08 – 2,5
	Na	**2,6**	1,4	4,2	**6,5**	1,1	**19,5**	n,d,	0,02 – 2,02
	B	1,0	**0,5**	**2,0**	1,1	**0,5**	**1,7**	<0,3	0,88 –0,98
	Co	0,04	0,01	**0,10**	0,06	0,01	**0,12**	0,003-0,03	0,07 – 1,7
	Ca	228	147	392	382	245	685	190-684	170 – 4690
	V	**0,2**	**0,1**	**0,3**	**0,1**	**0,1**	**0,3**	0,004-0,03	0,04 – 160
	Sr	1,1	0,2	2,3	1,9	0,7	3,8	0,6-4,3	1,7 –860
	I	0,8	0,5	**1,3**	0,7	0,5	**1,0**	0,05-0,6	0,03 – 4,2
	Mo	0,04	0,02	0,07	0,08	0,03	**0,41**	0,02-0,05	0,03 –2,16
	Zn	169	88	**324**	153	104	239	140-239	53,7 – 327

= não tem indivíduo; [a]valor de referência do Laboratório de ICP-MS e ICPAES na PUC-Rio; [b] valores "normais", segundo Pozebon et al. (1999).

Tabela 3. Concentrações médias de elementos tóxicos e essenciais em cabelo de indivíduos de Caxiuanã comparando com outros locais de pesquisa.

		Esta pesquisa	(1)	(2)	(3)
Elementos tóxicos	Hg	**3,7**	0,4	0,2	1,5
	Al	15,6	15,3	8,2	41,1
	Bi	**8,1**	0,021	-	2,5
	As	0,05	0,05	0,08	0,11
	Pb	**51,4**	1,75	0,96	5,77
	U	0,004	0,066	0,057	0,023
	Sn	0,19	0,39	0,32	0,28
	Cd	0,05	0,17	0,06	0,12
	Sb	**0,15**	0,02	0,02	0,05
	Ni	**0,87**	0,35	0,43	0,68
	Ag	0,05	0,38	0,23	0,11
	Ba	5,1	2,9	0,6	10,6
	Th	0,002	-	-	0,007
Elementos essenciais	Se	**2,7**	0,7	0,8	0,5
	Cu	16,2	17,9	25,0	17,0
	K	**3,6**	485,6	-	76,0
	S	41807	-	-	33758
	Mg	35	85	46	56
	P	173	152	133	173
	Mn	2,2	0,8	0,6	10,0
	Fe	33,9	22,0	9,6	55,0
	Cr	0,8	0,6	0,2	0,5
	Na	**4,9**	714	147	523
	B	1,1	2,0	0,7	7,6
	Co	0,05	0,05	0,01	0,16
	Ca	**292**	1078	750	882
	V	0,2	0,14	0,03	0,20
	Sr	1,5	8,2	1,2	4,1
	I	0,8	-	-	1,1
	Mo	0,06	0,02	0,04	0,05
	Zn	162	180	142	162

(1) Chojnacka et al. (2006), Polônia (área não industrializada); (2) Chojnacka et al. (2005), Suécia (área urbana); (3) Costa (2006), Acre.

No entanto, os valores Hg medidos em Caxiuanã estão abaixo daqueles medidos em outras regiões da Amazônia, que estiveram sob atividade garimpeira de ouro ou não (Tabela 4). Por sua vez, são superiores àqueles de Poconé (Tabela 4), sabidamente uma região que experimentou intensa extração de ouro por garimpagem. Os solos de Caxiuanã são do tipo latossolos amarelos a vermelhos, ricos em oxi-hidróxidos de ferro, potencialmente acumuladores destes elementos, sobre os quais foram cultivados vegetais que, ao participarem da cadeia alimentar, foram assimilados pelo corpo humano, podendo terem sido alojados no cabelo. Os oxi-hidróxidos de ferro em presença da atividade radicular e de ácidos húmicos e fúlvicos dos solos em seus horizontes superficiais, são desestabilizados e, por conseguinte, liberam os elementos químicos contidos em sua estrutura, dentre eles, aqueles essenciais e tóxicos.

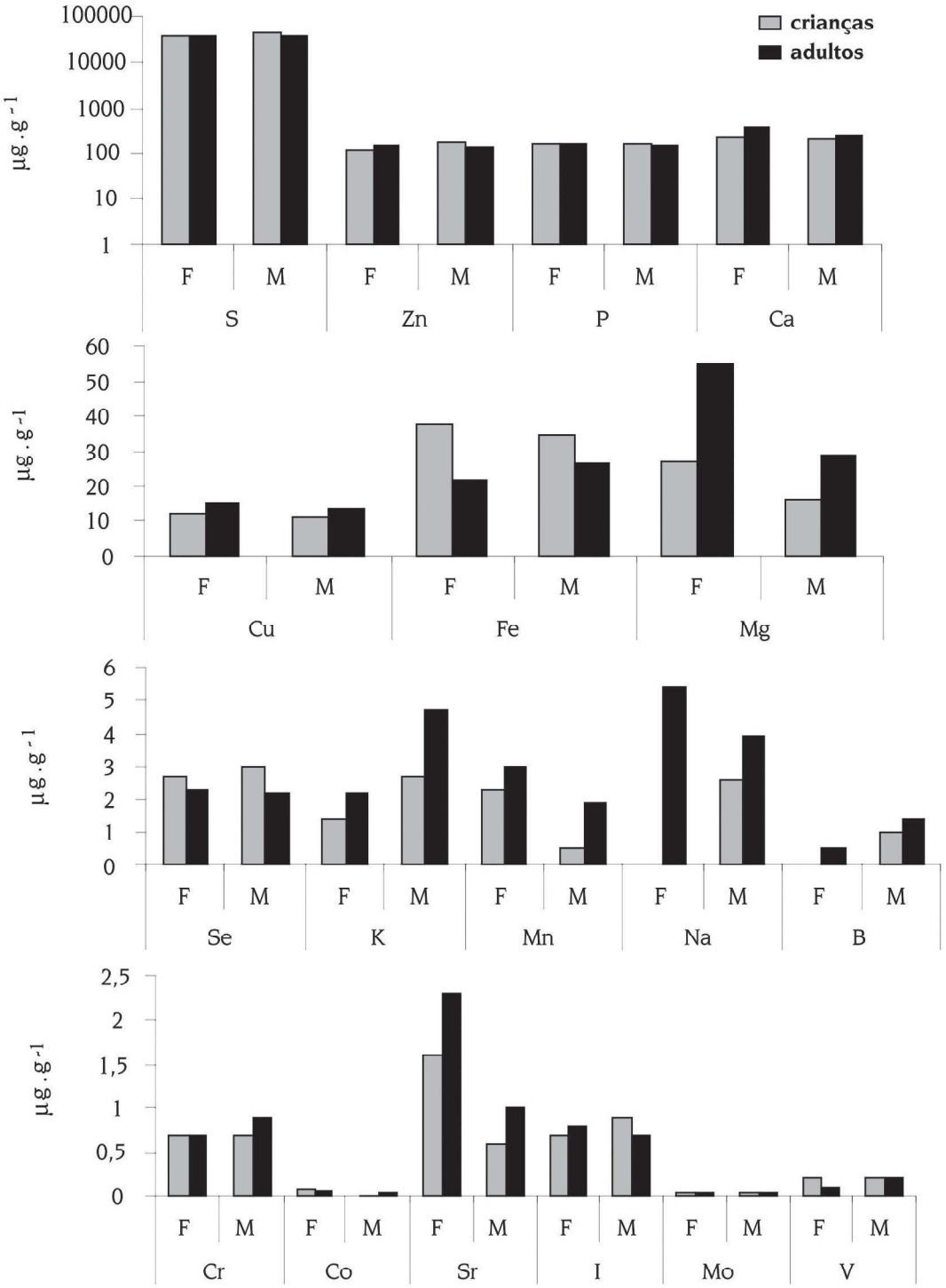


Figura 2. Distribuição dos elementos essenciais no cabelo dos indivíduos de Caxiuanã, de acordo com a idade e sexo.

Tabela 4. Concentrações médias de Hg em amostras de cabelo humano de diferentes áreas da região amazônica e do sudeste no Brasil, comparadas com os resultados obtidos neste estudo.

Hg ($\mu g.g^{-1}$)	Local de amostragem	
Esta pesquisa	3,7	Caxiuanã
Barbosa et al. (2001)	20,0	Rio Negro
Malm et al. (1995)	16,4	Barreiras no Rio Tapajós
Santos et al. (2003)	8,37	Índios Pakaánova-Rondônia
Pinheiro et al. (2000)	25,3	Rio Tapajós - São Luís do Tapajós
Nogueira et al. (1997)	1,6	Poconé - Mato Grosso
Campos et al. (2002)	6,06	Índios - Rondônia

As concentrações de Se estão relativamente elevadas e podem representar o costume de consumir uma das poucas sementes, a castanha-do-pará, rica neste elemento, um importante antioxidante (CAMPOS et al., 2002; PINHEIRO et al., 2005; FREITAS et al., 2008), e que tem a capacidade de limitar a toxidez do chumbo (OSMAN et al., 1998). Elas apresentam correlação positiva e significativa com as razões das concentrações de Hg/Se (Figura 3). Talvez estas concentrações estejam a inibir a ação maléfica do Hg, como defendido por Campos et al. (2002) e Pinheiro et al. (2005) em outras áreas, em concentrações relativamente elevadas nos cabelos da população amostrada em Caxiuanã.

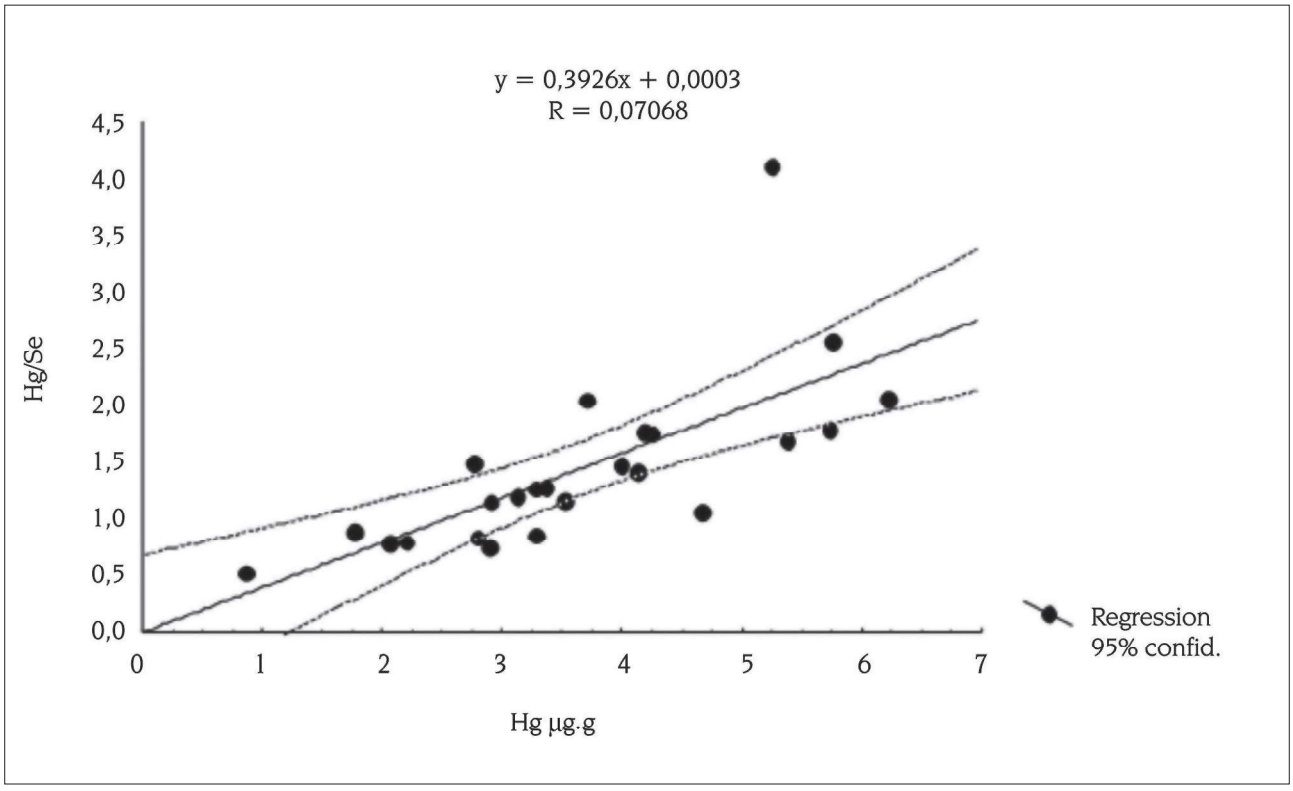


Figura 3. Correlação entre a razão $Hg_{ug/g}/Se_{ug/g}$ e a concentração de Hg (ug/g) em amostras de cabelo de indivíduos de Caxiuanã.

O fator faixa etária: os valores médios mostram que as crianças apresentam concentrações mais baixas do que os adultos, tanto entre os elementos tóxicos, com destaque para Hg, Cd, Sb, Ni e Ag, como entre os essenciais, principalmente Cu, K, Mg, Mn, Cr, Na,Co, Ca e Mo, ressaltando a natureza cumulativa destes elementos em relação à idade (Tabela 2; Figura 2). Apenas Bi e Fe concentram-se preferencialmente entre as crianças. Santos et al. (2003), ao contrário deste estudo, encontraram níveis de Hg mais elevados nos cabelos de crianças do que nos adultos, o que não se configura como uma normalidade. Saad e Hassanien (2001) mostram que o cabelo de criança é um concentrador de As (0,35 $mg.g^{-1}$). Este fato, no entanto, não foi identificado em Caxiuanã, com igual valor em crianças e adultos.

Pelo exposto, conclui-se que as crianças estão com os níveis de elementos essenciais ainda mais baixos do que os adultos, tornando-as ainda mais vulneráveis a contraírem doenças.

Fator sexo: a maioria dos metais tóxicos analisados concentra-se preferencialmente nos indivíduos do sexo feminino (Al, Pb, Ba, Sn, Cd, Ni e Ag) e apenas Bi e As, no masculino. Os elementos Al, Pb e Sn estão mais concentrados nas crianças fêmeas e o Ba, Cd, Ni e Ag nos adultos femininos. O Antimônio tem uma distribuição distinta, concentrando-se nas crianças fêmeas e nos adultos machos. Os elementos essenciais (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Na e Sr) apresentam o mesmo comportamento dos tóxicos, concentrando-se no sexo feminino, preferencialmente nos adultos, à exceção do ferro, nas crianças (Figura 2). Portanto, os indivíduos do sexo feminino têm natureza cumulativa, tanto de elementos tóxicos, compensados com a acumulação dos elementos essenciais. Os valores de Hg não apresentaram dependência de sexo e nem de idade, fato comprovado por Chojnacka et al. (2006).

As mulheres na faixa de 40 anos apresentam concentrações mais elevadas de Mg e Ca. Altas concentrações de Mg e Ca em mulheres na idade pré-menopausa (> 40 anos) são atribuídas ao desequilíbrio hormonal, que acelera a atividade osteoclástica e aumenta a transferência desses elementos para os fluidos corporais e, finalmente, ao cabelo (MIEKELEY et al., 2001).

Fator fumo: embora restritos a quatro amostras, os fumantes destacam-se de forma inequívoca, pelos valores mais altos de chumbo (Pb com 345,5 $\mu g.g^{-1}$ e de antimônio (Sb com 0,37 a 0,34 $\mu g.g^{-1}$), com menor destaque para Bi, Hg e Sn, entre os elementos tóxicos. Os fumantes ao mesmo tempo se projetam pela perda de elementos essenciais, principalmente Ca e K, além de Zn, P, Sr, Cu, V e Cr.

Saad e Hassanien (2001) constataram que a concentração de As é maior em fumantes (0,36 $\mu g.g^{-1}$) do que em não fumantes (0,29 $\mu g.g^{-1}$). Outra observação importante é que os fumantes passivos, que vivem com fumantes, apresentam maiores níveis de As em cabelo (0,37 $\mu g.g^{-1}$) do que os que não vivem (0,14 $\mu g.g^{-1}$). Por outro lado, o conteúdo de As depende do tipo de fumo utilizado: os que fumam cigarro industrializado têm nível de As (0,2 $\mu g.g^{-1}$), valor menor do que aos que fumam tabaco (0,46 $\mu g.g^{-1}$), cultivado *in loco*, sem processamento industrial.

Outros fatores: os valores elevados de Ni (3,73 $\mu g.g^{-1}$), Mo (0,41 $\mu g.g^{-1}$) e K (14,1 $\mu g.g^{-1}$) correlacionam-se com os indivíduos que colorem o cabelo. O elevado valor de Fe (105,7 $\mu g.g^{-1}$) pode ser um indicador do uso do medicamento Combirom, à base de sulfato ferroso, empregado com relativa frequência para o tratamento de anemia, fato comum na região, em decorrência da dieta alimentar nutricionalmente muito pobre. Um valor anômalo de As (0,15 $\mu g.g^{-1}$) foi encontrado em apenas um indivíduo que fuma e colore o cabelo. Arsênio é um elemento comum nos cigarros e nos produtos industrializados empregados para tingimento de cabelo.

CONCLUSÕES

A população das comunidades ribeirinhas de Caxiuanã tem costume alimentar baseado em dieta relativamente pobre, centrada em uma parcela de pescado, carnes, muita farinha, poucas frutas e quase nenhuma verdura ou legume. As concentrações médias dos elementos tóxicos em cabelos, em geral, estão na faixa considerada normal, exceto para Al, Pb, Sb e Ba, que estão acima dos valores de referência – um aspecto negativo, embora as concentrações dos elementos essenciais, principalmente Se, Cu, Mg, Mn, Fe, Cr, Na, B, Co, V, I e Mo, estejam acima dos valores de referência. Portanto, a população de Caxiuanã, segundo a química do cabelo, não se encontra exposta a ambiente natural anômalo, por exemplo, mineralizado em alguns metais pesados (Pb, Zn, Cu, Bi, Sb, Hg, etc.) e nem sob impacto de poluição antrópica. Se comparados com os valores encontrados em outras regiões, a exemplo da Polônia, Suécia e Acre, no Brasil, os conteúdos de Hg, Bi, Pb, Sb e Ni estão mais elevados, porém, ainda em níveis não prejudiciais. Os indivíduos fumantes são demarcados pelos valores mais elevados de Pb, Bi e Sb, em níveis de alerta. Respondem claramente ao uso de produtos industrializados, portanto, externos ao ambiente.

Em termos de faixa etária, verifica-se a tendência ao acúmulo do conteúdo dos elementos com a idade. Isto significa que as crianças contêm os níveis mais baixos dos elementos, o que inclui, então, os essenciais.

Além disso, a população investigada mostra que os elementos químicos, tanto os tóxicos como os essenciais, concentram-se preferencialmente nos indivíduos do sexo feminino – um fato parcialmente positivo.

Os fumantes acumulam as mais altas concentrações de Pb, Sb, Bi, Hg e Sn, elementos altamente tóxicos, típicos metais pesados, além de apresentarem as mais baixas concentrações dos essenciais, como Ca e K, além de Zn, P, Sr, Cu, V e Cr, aumentando os seus riscos de saúde. Ni, Mo e K mostram maiores concentrações naqueles indivíduos que colorem o cabelo, enquanto que o ferro ressalta muito bem aqueles que tomam medicação para combater a anemia.

As concentrações de Se estão relativamente elevadas e podem estar relacionadas ao costume de consumir a castanha-do-pará, rica neste elemento, com capacidade de limitar a toxidez do mercúrio.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, através dos projetos SelenMerAs (Proc. 476.874/01-7, período de 2002 a 2004) e Geosedintama (Proc. 471109/03-7, período de 2004 a 2006) e pela bolsa PQ ao primeiro autor, à bolsa de doutorado, com taxa de bancada ao segundo. Ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), pelo apoio financeiro, através do projeto "Transferência de elementos químicos na cadeia solo - vegetal - homem na região de Caxiuanã; e ao Instituto Evandro Chagas (IEC), pelo apoio analítico parcial.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, F. A. **Toxicologia do Mercúrio**. São Carlos: RIMA; São Paulo: InterTox, 2003. p. 1-292.

BABI, D.; VASJAR, M.; CELO, V.; KOROVESHI, M. Some results on Hg content in hair in different populations in Albania. **The Science of the Environmental**, v. 259, p. 55-60, 2000.

BARBOSA, A. C.; JARDIM, W.; DÓREA, J. G.; FOSBERG, B.; SOUZA, J. Hair mercury speciation as a function of gender, age, and body mass index in inhabitants of the Negro river basin, Amazon, Brazil. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 40, p. 439-444, 2001.

BOISCHIO, A. A. P.; CERNICHIARI, E.; HENSHEL, D. Segmental hair mercury evaluation of a single family along the upper Madeira basin, Brazilian Amazon. **Cad. Saúde Pública,** v. 16, n. 1, p. 681-686, 2000.

BRABO, E. S.; SANTOS, E. O.; JESUS, I. M.; MASCARENHAS, A. F.; FAIAL, K. F. Níveis de mercúrio em peixes consumidos pela comunidade indígena de Sai Cinza na Reserva Munduruku, município de Jacareacanga, estado do Pará, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 15, n. 2, p. 325-331, 1999.

CAMPOS, M. S.; SARKIS, J. E. S.; MÜLLER, R. C. S.; BRABO, E. S.; SANTOS, E. O. Correlation between mercury and selenium concentrations in Indian hair from Rondônia State, Amazon region, Brazil. **The Science of the Total Environment**, v. 287, p. 155-161, 2002.

CARNEIRO, M. T. W. D.; SILVEIRA, C. L. P. S.; MIEKELEY, N.; FORTES, L. M. C. Intervalos de referência para elementos menores e traço em cabelo humano para a população da cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Quim. Nova**, v. 25, n. 1, p. 37-45, 2002.

CHOJNACKA, M.; GÓRECKA, H.; GÓRECKI, H. The influence of living habits and family relationships on element concentrations in human hair. **Science of the Total Environment**. v. 366, n. 2-3, p. 612-620, 2006.

CHOJNACKA, K.; GÓRECKA, H.; CHOJNACKI, A; GÓRECKI, H. Inter-element interactions in human hair. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 20, p. 368-374, 2005.

COSTA, M. L. **Projeto Selenmeras I**: geoquímica do selênio, mercúrio, arsênio e outros metais (Cd, Pb, U) de impacto ambiental em sedimentos quaternários da Amazônia brasileira. **Relatório Final**. Belém: CNPq/Universal, 2006.

DOLBEC, J.; MERGLER, D.; LARRIBE, F.; ROULET, M.; LEBEL, J.; LUCOTTE, M. Sequential analysis of hair mercury levels in relation to fish diet of an Amazonian population, Brazil. **The Science of the Total Environment**. v. 271, p. 87-97, 2001.

FREITAS, S. C.; GONÇALVES, E. B.; ANTONIASSI, R.; FELBERG, I.; OLIVIERA, S. P. Meta-análise do teor de selênio em castanha-do-brasil. **Braz. J. Food Technol**., v. 11, n. 1, p. 54-62, 2008.

MALM, O.; BRANCHES, F. J. P.; AKAGI, H.; CASTRO, M. B.; PFEIFFER, W. C.; HARADA, M.; BASTOS, W. R.; KATO, H. Mercury and methylmercury in fish and human hair from the Tapajós river basin, Brazil. **The Science of the total Environment**, v. 175, p. 141-150, 1995.

MANDAL, B. K.; OGRA, Y.; ANZAI, K.; SUZUKI, K. T. Speciation of arsenic in biological samples. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 198, n. 1, p. 307-318, 2004.

MANDAL, B.K.; SUZUKI, K.T. Arsenic round the world: a review. **Talanta,** v. 58, n.1, p. 201-235, 2002.

MAURICE-BOURGOIN, L.; QUIROGA, I.; CINCHEROS, J.; COURAU, P. Mercury distribution in waters and fishes of the upper Madeira rivers and mercury exposure in riparian Amazonian populations. **The Science of the Total Environment**, v. 260, p. 73-86, 2000.

MIEKELEY, N.; CARVALHO FORTES, L. M.; PORTO DA SILVEIRA, C. L.; LIMA, M. B. Elemental anomalies in hair as indicators of endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 15, p. 46-55, 2001.

MIEKELEY, N; DIAS CARNEIRO, M. T. W.; PORTO DA SILVEIRA, C. L. How reliable are human hair reference intervals for trace elements? **The Science of the Total Environment**, v. 218, p. 9-17, 1998.

NOGUEIRA, F. Mercúrio total em cabelos: uma contribuição para se avaliar o nível de exposição em Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 601-609, 1997.

OSMAN, K.; SCHUTZ, A. J. S. AKESSON, B.; MACIAG, A.; VAHTER, M. Interactions between essential and toxic elements in lead exposed children in Katowice, Poland. **Clinical Biochemistry**, v. 31, n. 8, p. 657-665, 1998.

OLSZEWER, E.; SMITH, B.; LAGANÁ, S. **Manual de interpretação do mineralograma** – exame do cabelo. São Paulo: Tecnopress, 1998. p. 1-261.

PALHETA, D.; TAYLOR, A. Mercury in environmental and biological samples from a gold mining area in the Amazon region of Brazil. **The Science of the Total Environment**, v. 168, p. 63-69, 1995.

PASSWATER, R. A.; CRANTON, E. M. **Trace elements, hair analysis and nutrition**. New Canaan: Keats Publishing Inc., 1983.

PINHEIRO, M. C. N.; MÜLLER, R. C. S.; SARKIS, J. E.; VIEIRA, J. L. F.; OIKAWA, T.; GOMES, M. S. V.; GUIMARÃES, G. A.; NASCIMENTO, J. L. M.; SILVEIRA, L. C. L. Mercury and selenium concentrations in hair samples of women in fertile age from Amazon riverside communities. **The Science of the Total Environment**, v. 349, n. 1-3, p. 284-288, 2005.

PINHEIRO, M. C. N.; GUIMARÃES, G. A.; NAKANISHI, J.; OIKAWA, T.; VIEIRA, J. L.; QUARESMA, M.; CARDOSO, B.; AMORAS, W. Avaliação da contaminação mercurial mediante análise do teor de Hg total em amostras de cabelo em comunidades ribeirinhas do Tapajós, Pará, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 33, n. 2, p. 181-184, 2000a.

PINHEIRO, M. C. N.; NAKANISHI, J; OIKAWA, T.; GUIMARÃES, G.; QUARESMA, M.; CARDOSO, B.; AMORAS, W. W.; HARADA, M.; MAGNO, C.; VIEIRA, J. L. F.; XAVIER, M. B.; BACELAR, D. R. Exposição humana ao metilmercúrio em comunidades ribeirinhas da Região do Tapajós, Pará, Brasil. **Rev. da Soc. Brasil. de Medicina Tropical**, v. 33, n. 3, p. 265-269, 2000b.

POZEBON, D.; DRESSLER, V.L; CURTIUS, A.J. Análise de cabelo: uma revisão dos procedimentos para a determinação de elementos traço e aplicações. **Química Nova,** v. 22, n.6, p. 838-846, 1999.

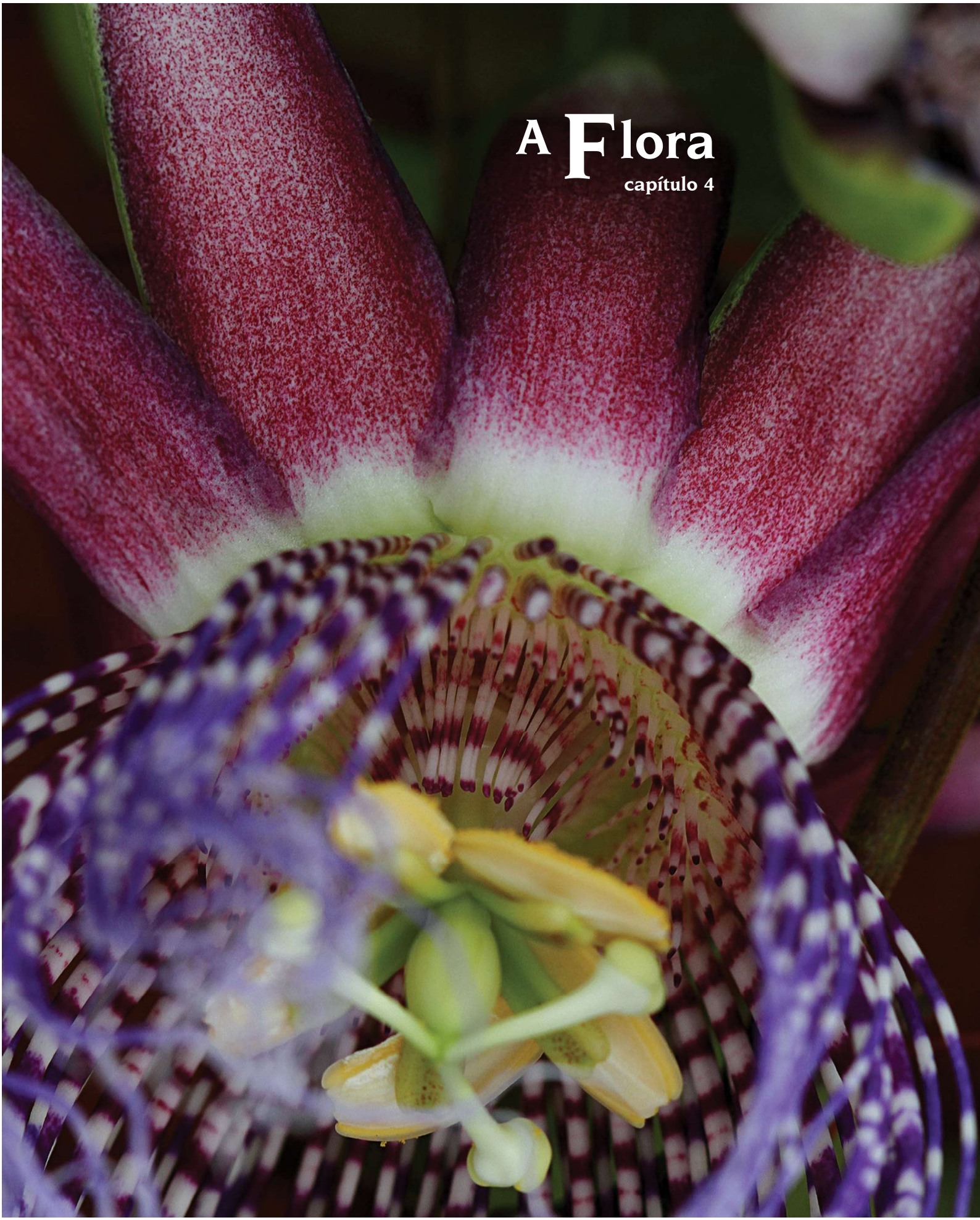
SAAD, A.; HASSANIEN, M. A. Assessment of arsenic level in the hair of the nonoccupational egyptian population: Pilot study. **Environment International**, v. 27, p. 471-478, 2001.

SANTOS, E. C. O.; CÂMARA, V. M.; BRABO, E. S.; LOUREIRO, E. C. B.; JESUS, I. M.; FAYAL, K.; SAGICA, F. Avaliação dos níveis de exposição ao mercúrio entre índios Pakaanóva, Amazônia, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 1, p. 199-206, 2003.

SANTOS, E. C. O.; CÂMARA, V. M.; JESUS,I. M.; BRABO, E. S.; LOUREIRO, E. C. B.; MASCARENHAS, A. F. S.; FAYAL, K. F.; SÁ FILHO, G. C.; SAGICA, F. E. S.; LIMA, M. O.; HIGUCHI, H.; SILVEIRA, I. M. A contribution to the establishment of reference values for total mercury levels in hair and fish in Amazonia. **Environmental Research Section A**, v. 90, p. 6-11, 2002.

SANTOS, L. S. N.; MÜLLER, R. C. S.; SARKIS, J. E. S.; ALVES, C. N.; BRABO, E. S.; SANTOS, E. O.; BENTES, M. H. S. Evaluation of total mercury concentrations in fish consumed in the municipality of Itaituba, Tapajós, Pará, Brazil. **The Science of the Total Environmental**, v. 261, p.1-8, 2000.

WHO-World Health Organization. Methylmercury. Environmental Health Criteria 101. Geneva: United Nations Environmental Program; International Program on Chemical Safety, 1990.



A Flora

capítulo 4

CONTRIBUIÇÃO À TAXONOMIA DAS MYRTACEAE DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Alessandro Silva do Rosário
Ricardo de S. Secco

INTRODUÇÃO

Myrtaceae é uma família pantropical, com 132 gêneros e 5.671 espécies (GOVAERTS et al., 2008), tendo ocorrência predominante nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (MARCHIORI; SOBRAL, 1997). A família apresenta centros de diversidade na Austrália, no sudeste da Ásia e na América tropical a temperada, sendo pouco representada na África, e com apenas uma espécie (M*yrtus communis* L.) ocorrendo na região do Mediterrâneo do continente europeu (AMSHOFF, 1958; BARROSO et al., 1984; NIC LUGHADHA; SNOW, 2000; WILSON et al., 2001; SYTSMA et al., 2004).

No Brasil, as Myrtaceae estão representadas por 24 gêneros e 927 espécies, sendo cinco gêneros e 707 espécies endêmicos, ocorrendo em todos os domínios fitogeográficos (SOBRAL et al., 2010), especialmente nas florestas amazônica e atlântica. Nestas formações vegetacionais, é uma das famílias de maior representatividade dentre as Magnoliopsidas, estando entre os maiores e os mais complexos grupos de plantas do Novo Mundo (LANDRUM; KAWASAKI, 1997).

Grande parte da sistemática dos gêneros de Myrtaceae ainda se encontra desatualizada, o que dificulta a identificação dos táxons e análises mais precisas sobre a diversidade da família em floras regionais ou em diferentes ambientes ou ecossistemas. Igualmente no âmbito da conservação, as informações disponíveis se mostram muito escassas, considerando-se a expressiva riqueza de espécies encontradas no Brasil. Por exemplo: atualmente são conhecidas apenas 26 espécies definidas como raras para o Brasil, sendo E*ugenia froesii* McVaugh e M*arlierea enciformis* McVaugh as únicas endêmicas da Amazônia brasileira (ROSÁRIO; SECCO, 2006; FUNCH et al., 2009).

As Myrtaceae têm sido tradicionalmente divididas, com base em Niedenzu (1893), em duas subfamílias: Leptospermoideae, caracterizada pelos frutos secos e capsulares, de ocorrência exclusivamente paleotropical; e Myrtoideae, representada por uma tribo (Myrteae) e três subtribos (Myrciinae, Eugeniinae e Myrtinae), caracterizada pelos frutos carnosos e ocorrendo em todos os trópicos, sendo Myrciinae exclusivamente neotropical, com a maioria das espécies encontradas na América do Sul (LUCAS et al., 2005). Dentre as subfamílias de Myrtaceae, Myrtoideae é a de menor diversidade morfológica e reúne cerca de 2.375 espécies, distribuídas em 60 gêneros (SCHMID, 1980; NIC LUGHADHA; PROENÇA, 1996). Entretanto, as subfamílias propostas por Niedenzu (1893) tiveram as suas validades contestadas. Em uma análise cladística baseada em caracteres morfológicos e anatômicos, Johnson e Briggs (1984) concluíram que a divisão de Myrtaceae nas subfamílias Myrtoideae e Leptospermoideae deve ser abandonada. Posteriormente, tal afirmação foi corroborada por Wilson et al. (2001), os quais constataram que as Myrtaceae com frutos carnosos não formam um grupo monofilético.

Todavia, neste estudo seguiremos a classificação proposta por Niedenzu (1893), apoiando-nos também nos conceitos de Cronquist (1981), Marchiori e Sobral (1997) e Sobral (2003), já que todas as Myrtaceae brasileiras enquadram-se em Myrtoideae, o que facilita a compreensão da taxonomia do grupo. Em geral, esta subfamília apresenta flores epíginas, folhas sempre opostas e frutos carnosos, do tipo baga, raro drupa (JUDD et al., 1999), sendo principalmente neotropicais (LUCAS et al., 2007).

A exemplo do que se observa na Mata Atlântica, sabe-se que na Amazônia brasileira as Myrtaceae estão entre os maiores grupos de fanerógamos. Porém, considerando-se as dimensões territoriais desta região, torna-se difícil estimar o número de suas espécies, haja vista que Landrum e Kawasaki (1997) estimam que menos da metade foram estudadas nos últimos anos para o Brasil.

Apesar dessa carência de estudos taxonômicos, pode-se destacar os trabalhos de Souza et al. (1999), realizado na Reserva Ducke, na qual foram identificadas 62 espécies e assinaladas características morfológicas diagnósticas para identificação em campo; de Rosário et al. (2004), registrando a ocorrência de U*gni* Turcz., um gênero raro e mal conhecido na Amazônia brasileira; de Rosário et al. (2005), estudando a família nas restingas da APA das Ilhas de Algodoal e Maiandeua, no Pará, considerado o ecossistema de restinga mais representativo do litoral deste estado e de Rosário e Secco (2006), atualizando o conhecimento taxonômico das espécies de M*arlierea*, reconhecendo 11 espécies na região amazônica brasileira.

Myrtaceae destaca-se como a segunda família mais expressiva para um grupo específico de primatas de Caxiuanã, devido apresentar diversas espécies frutíferas importantes à dieta alimentar dos mesmos, sendo C*allithrix argentata* L. um dos saguis com maior hábito preferencial nas espécies do gênero M*yrcia* (VERACINI, 1997).

Sendo assim, considerando-se que as Myrtaceae da Flona Caxiuanã ainda não foram estudadas sob o ponto de vista taxonômico, propõe-se aqui uma primeira contribuição à taxonomia dessa família ocorrente naquela região, visando a contribuir para o conhecimento da flora daquela área de conservação e, por extensão, da diversidade da referida família no estado do Pará.

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA FAMÍLIA

Na Amazônia, as Myrtaceae concentram várias espécies com grande potencial econômico, algumas cultivadas e que apresentam frutos comestíveis, como E*ugenia patrisii* Vahl (ubaia), E. *stipitata* McVaugh (araçá-boi), E. *malaccensis* L. (jambo-vermelho), E. *jambos* L. (jambo-rosa), E. *brasiliensis* Lam. (grumixama), E. *uniflora* L. (pitanga), S*yzygium cumini* (L.) Druce (ameixa-do-pará) e C*alycolpus goetheanus* (DC.) O. Berg (ameixa-da-praia). Dentre as espécies mais frequentemente citadas na literatura e no comércio como medicinais, podemos destacar M*yrcia bracteata* DC. (goiabinha), M*yrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh (caçari ou camu-camu), bem como o grupo conhecido como "pedra-hume-caá" (E*ugenia biflora* (L.) DC., E. *punicifolia* (Kunth) DC., M*yrcia citrifolia* (Aubl.) Urb., M. *guianensis* (Aubl.) DC., M. *multiflora* (L.) DC., M. *salicifolia* DC., M. *speciosa* (Amshoff) McVaugh e M. *uniflora* DC.), as quais são consagradas para o controle da diabetes (YOSHIKAWA et al., 1998; JORGE; AGUIAR; SILVA, 2000; MATSUDA; MORIKAWA; YOSHIKAWA, 2002; YOSHIKAWA; MATSUDA; NISHIDA, 2002; LIMBERGER; SOBRAL; HENRIQUES, 2004; SOUZA FILHO et al., 2006). No que se relaciona à atividade antimicrobiana, diversas espécies, especialmente M*yrcia fallax* (Rich.) DC. e M. *acris* (Sw.) DC., têm sido estudadas com esse objetivo, tendo comprovada alta atividade em seus extratos alcoólicos, embora já existam indícios de que o gênero M*yrcia* DC. ex Guill. apresente um amplo espectro de atividades farmacológicas (JORGE; AGUIAR; SILVA, 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi baseado em coleções herborizadas, provenientes de coletas aleatórias, bem como de inventários florísticos realizados na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), localizada na Flona Caxiuanã. O levantamento da lista de espécies ocorrentes em Caxiuanã foi realizado com o auxílio da plataforma digital BRAHMS. Os inventários florísticos realizados em Caxiuanã têm sido baseados nos procedimentos sugeridos em Almeida, Lisboa e Silva (1993). As coleções estudadas encontram-se depositadas no herbário João Murça Pires, da Coordenação de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG).

Na análise do material botânico, seguiram-se os procedimentos clássicos utilizados em taxonomia vegetal, tais como dissecção, mensuração de folhas e partes reprodutivas, e observação em estereomicroscópio acoplado com câmara clara. A identificação das espécies foi feita com base em literatura especializada, imagens digitalizadas de tipos e em material-testemunha previamente identificado por especialistas em Myrtaceae.

A distribuição geográfica das espécies segue a Lista de espécies da flora do Brasil, a qual foi definida por Sobral et al. (2010), bem como em McVaugh (1969) e Holst, Landrum e Grifo (2003), os quais são referências nos estudos das Myrtaceae da região amazônica.

As abreviações dos nomes dos autores dos gêneros e espécies encontram-se em conformidade com Brummit e Powell (1992). Para as questões de ordem nomenclatural, adotou-se o Código Internacional de Nomenclatura Botânica (McNEILL et al., 2006). No estudo e interpretação das estruturas morfológicas, foram utilizados os conceitos de Radford et al. (1974); na descrição das inflorescências, os de Briggs e Johnson (1979) e Weberling (1988) e na tipificação dos frutos e sementes, os de Barroso et al. (1999). A caracterização das fitofisionomias foi baseada na classificação da vegetação proposta por Pires e Prance (1985). Uma chave de identificação em nível de espécie foi confeccionada para facilitar o reconhecimento dos táxons ocorrentes na ECFPn.

RESULTADOS

No levantamento realizado na plataforma digital do banco de dados do herbário MG, foram encontradas 22 espécies de Myrtaceae procedentes da Flona de Caxiuanã (Tabela 1). Entretanto, os exemplares referentes às espécies *Myrcia sylvatica* (G.Mey.) DC., *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh e *Psidium acutangulum* Mart. ex DC. registrados no banco de dados do Museu Goeldi, não foram localizados na coleção do herbário MG, o que contribuiu para a redução do número total de espécies tratadas neste estudo. Além disso, foram feitas atualizações nas identificações, bem como na nomenclatura de algumas espécies, as quais encontram-se incluídas atualmente como sinônimos de outros táxons. Dessa forma, Myrtaceae está atualmente representada por 19 espécies na ECFPn, sendo que o maior destaque foi *Eugenia* (11 spp), seguindo-se *Myrcia* (quatro spp), *Myrciaria* (duas spp), *Marlierea* (uma sp) e *Psidium* (uma sp).

Chave para identificação das espécies de Myrtaceae da Flona Caxiuanã

1. Inflorescências em panículas.
2. Botão floral com cálice de deiscência valvar, formando lacínias regulares.
3. Folhas com tricomas esparsos; conjunto de mais de 2 pares de brácteas, maiores que as flores..... ***Myrcia bracteata***

3'. Folhas glabras; brácteas sempre aos pares, nunca maiores que as flores.
4. Lâmina foliar com base obtusa ..... ***Myrcia inaequiloba***
4'. Lâmina foliar com base nunca obtusa.
5. Pecíolo cilíndrico, folha com ápice falcado ..... ***Myrcia fallax***
5'. Pecíolo canaliculado; folhas com ápice agudo ..... ***Myrcia guianensis***
2'. Botão floral com cálice deiscente irregularmente,
formando lacínias irregularmente denteadas..... ***Marlierea umbraticola***
1'. Inflorescências nunca em panículas.
6. Embrião com cotilédones carnosos, concrescidos ou distintos e radícula pequena ou inconspícua.
7. Flores pediceladas, reunidas em racemos ou fascículos bem definidos,
com 2 bractéolas lineares na base.
8. Lâmina foliar com ápice obtuso, agudo ou mucronado.
9. Folhas espatuladas .....***Eugenia cupulata***
9'. Folhas ovais a oblongas.
10. Nervação conspícua .....***Eugenia belemitana***
10'. Nervação sutilmente conspícua.
11. Flores em racemos bem definidos ..... ***Eugenia polystachya***
11'. Flores em fascículos ..... ***Eugenia* sp1**
8'. Lâmina foliar com ápice acuminado a falcado.
12. Nervação fortemente conspícua .....***Eugenia feijoi***
12'. Nervação sutilmente conspícua a inconspícua.
13. Folha com ápice falcado .....***Eugenia egensis***
13'. Folha com ápice nunca falcado.
14. Flores em fascículos.
13. Pedicelos curtíssimos (até 2 mm compr.) .....***Eugenia omissa***
13'. Pedicelos maiores que 3 mm compr.
14. Nervuras secundárias formando arcos marginais nítidos .....***Eugenia patrisii***
14'. Nervuras secundárias inconspícuas ..... ***Eugenia flavescens***
14'. Flores em racemos reduzidos.
15. Folhas coriáceas .....***Eugenia patens***
15'. Folhas cartáceas ..... ***Eugenia* sp 2**
7'. Flores sésseis, reunidas em glomérulos bem definidos, com 2 bractéolas ovais, unidas entre si.
16. Folhas elípticas, menores que 3 cm compr.; base cuneada, ápice agudo.....***Myrciaria tenella***
16'. Folhas lanceoladas, maiores que 10 cm compr.;
base cordata, ápice longo-acuminado..... ***Myrciaria vismeifolia***
6'. Embrião com cotilédones bastante reduzidos e radícula longa,
encurvada ou espiralada.....***Psidium guineense***

1. *Eugenia belemitana* McVaugh, Mem. New York Bot. Gard. 18 (2): 166. 1969.

Embora esta espécie apresente grande afinidade com *Eugenia dittocrepis* O. Berg, este táxon é bastante atípico, quando comparado com as demais Myrtaceae amazônicas, por apresentar folhas com nervação conspícua, bem como as folhas do tipo arqueado-contorduplicado (McVAUGH, 1969). Além disso, acreditamos que a referida espécie possa ser enquadrada como rara para as Américas, devido a sua ocorrência restrita à

Amazônia brasileira, sendo atualmente conhecida apenas no estado do Pará, com uma coleta em Belém e outra na ECFPn. Vale lembrar que há também outros dois exemplares desta espécie no herbário MG, porém, sem dados sobre o local de coleta.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, AN4-4-387, inventário florístico, 02-15. II.1991 (est.), A.S.L. *Silva*, S. *Almeida*, N. *Rosa*, C. *Rosário*, M.R. *Santos* & M.C. *Silva* 2.182 (MG).

Tabela 1. Espécies da família Myrtaceae registradas na plataforma digital do banco de dados do Herbário MG, com as respectivas caracterizações de seus habitats na Flona Caxiuanã.

	VPTF	VSTF	Campina	Baixio	Várzea	Igapó
Eugenia belemitana	X					
Eugenia cupulata	X					
Eugenia egensis	X					
Eugenia feijoi	X					
Eugenia flavescens	X					
Eugenia omissa	X					
Eugenia patens	X					
Eugenia patrisii	X					
Eugenia polystachya						X
Eugenia sp 1				X		
Eugenia sp 2	X					
Marlierea umbraticola	X					
Myrcia bracteata		X			X	
Myrcia guianensis		X				
Myrcia fallax		X				
Myrcia inaequiloba	X					
Myrcia sylvatica		X				
Myrciaria dubia	X					
Myrciaria tenella		X				
Myrciaria vismeifolia		X				
Psidium acutangulum					X	
Psidium guineense	X	X				

VPTF = Vegetação primária de terra firme; VSTF =Vegetação secundária de terra firme.

2. *Eugenia cupulata* Amshoff, Recueil Trav. Bot. Néerl. 39: 160. 1942.

Espécie amplamente distribuída na Amazônia brasileira e conhecida também da Amazônia extra-brasileira. Os caracteres vegetativos são bastante úteis para o reconhecimento da espécie, já que as folhas longo-espatuladas (comprimento superior a 15 cm) apresentam nervação fortemente conspícuas, com o ápice agudo.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, AN4-3-313, inventário florístico, 02-15. II.1991 (est.), A.S.L. *Silva*, S. *Almeida*, N. *Rosa*, C. *Rosário*, M.R. *Santos* & M.C. *Silva* 2.273 (MG).

3. *Eugenia egensis* DC., Prodr. 3: 281. 1828.

As folhas, com ápice falcado e inflorescências em racemos curtos, pouco ramificadas (até três nós), são caracteres importantes no diagnóstico deste táxon. Esta espécie é amplamente distribuída em todo o Brasil e também na Amazônia extra-brasileira. Todas as variedades estabelecidas por Berg (1857) na *Flora Brasiliensis* são atualmente consideradas sinônimos da espécie típica (GOVAERTS et al., 2008).
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, Ima 4, subparcela 21, 01°45'13" S e 51°31'15" W, 25.IV.2003 (fl.), M.A. *Freitas*, A.O. *Gomes*, D. *Nascimento* 876 (MG).

4. *Eugenia feijoi* O.Berg, Fl. *bras.* 14(1): 283. 1857.

Esta espécie encontra-se atualmente incluída como sinônimo de *Eugenia moschata* (Aubl.) Nied. *ex* T.Durand & B.D.Jacks. O exemplar analisado encontra-se estéril, o que dificultou uma conclusão sobre a verdadeira identidade do táxon. Os caracteres vegetativos observados também aproximam o material examinado de *Eugenia coffeifolia* DC. Entretanto, acreditamos que a referida espécie necessite de uma revisão à luz dos conceitos da taxonomia moderna, bem como embasada em análise dos tipos para que os limites entre os referidos táxons sejam esclarecidos. Assim, acreditamos que a permanência de *Eugenia feijoi* como táxon válido seja a mais acertada, até que se procedam novas coletas. *Eugenia feijoi* é amplamente distribuída na Amazônia brasileira e extra-brasileira.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, AA3N-499, inventário florístico, 02-15.II.1991 (bot.), A.S.L. *Silva*, S. *Almeida*, N. *Rosa*, C. *Rosário*, M.R. *Santos* & M.C. *Silva* 2.295 (MG).

5. *Eugenia flavescens* DC., Prodr. 3: 272. 1828.

Espécie facilmente reconhecida pelas folhas cartáceas, de ápices acuminados e flores com pedicelos delgados, em fascículos bem definidos. No Brasil, a área de ocorrência abrange todas as regiões, exceto a região Sul.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, 18.V.2002 (fr.), D. *Amaral*, J. *Oliveira*, R. *Secco* & C. *Rosário* 328 (MG); Caxiuanã, AN4-3-349, inventário florístico, 02-15.II.1991 (est.), A.S.L. *Silva*, S. *Almeida*, N. *Rosa*, C. *Rosário*, M.R. *Santos* & M.C. *Silva* 2.276 (MG).

6. *Eugenia omissa* McVaugh, Mem. New York Bot. Gard. 18(2): 197. 1969.

No Brasil, o referido táxon tem sua distribuição restrita à Amazônia brasileira, nos estados de Roraima, Acre e Rondônia. Dessa forma, *Eugenia omissa* está sendo assinalada pela primeira vez para o estado do Pará.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, caminho da torre, 11.XI.1994 (fr.), A.S.L. *Silva*, C. *Rosário* & O. *Gomes* 3009 (MG).

7. *Eugenia patens* Poiret, Encycl., Suppl. 3: 124. 1813.

Esta espécie ocorre em toda a Amazônia brasileira, com exceção de Roraima, Tocantins e Mato Grosso, onde ainda não há registros de coleta.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, BN6-739, inventário florístico, 02-15.II.1991 (est.), A.S.L. *Silva*, S. *Almeida*, N. *Rosa*, C. *Rosário*, M.R. *Santos* & M.C. *da Silva* 2.311 (MG); Caxiuanã, AN3-6-1120, inventário florístico, 02-15.II.1991 (est.), A.S.L. *Silva*, S. *Almeida*, N. *Rosa*, C. *Rosário*, M.R. *Santos* & M.C. *Silva* 2.346 (MG).

8. *Eugenia patrisii* Vahl, Eclog. 2: 35. 1798.

Esta espécie se caracteriza por apresentar as folhas com a base acentuadamente cuneada, e flores com pedicelos muito longos (1,5-3,5 cm compr.). *Eugenia patrisii* não é endêmica do Brasil e sua distribuição abrange a Amazônia brasileira. Entretanto, não há registros para os estados de Roraima, Rondônia, Tocantins e Maranhão.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, CA5N-911, inventário florestal, 02-15.II.1991 (est.), A.S.L. *Silva*, S. *Almeida*, N. *Rosa*, C. *Rosário*, M.R. *Santos* & M.C. *da Silva* 2.330 (MG).

9. *Eugenia polystachya* Rich., Actes Soc. Hist. Nat. Paris 1: 110. 1792. Figura 1A

Não é endêmico do Brasil e sua distribuição abrange a Amazônia brasileira e o estado do Maranhão. Entretanto, não há registros para os estados de Roraima, Rondônia, Mato Grosso e Tocantins.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, 15.I.1993 (est.), L.C. *Lobato*, S. *Almeida*, & M.C. *Silva* 578 (MG).

10. *Eugenia* sp 1

O exemplar analisado apresenta forte afinidade com *Eugenia patrisii* Vahl, porém, o padrão de nervação observado não a enquadra na forma típica de E. *patrisii*. A partir dessa informação, esperamos realizar novas coletas para posicioná-lo adequadamente.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, X.2004 (fl. & fr.), A. S.L. *Silva*, J. *Oliveira* & O.C. *Nascimento* 4.286 (MG).

11. *Eugenia* sp 2

Pecíolo glabro, lâmina foliar cartácea, ápice acuminado, nervação sutilmente conspícua a inconspícua, flores pediceladas, reunidas em racemos reduzidos, com 2 bractéolas na base.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, entre os rios Curuá e Puraquequara, entre as linhas GS7 e HS7, 16.XI.1994 (fr.), A.S.L. *Silva*, C. *Rosário* & A.O. *Gomes* 3.050 (MG).

12. *Marlierea umbraticola* (Kunth) O. Berg, Linnaea 27: 17. 1855. Figura 1F

Marlierea umbraticola mostra afinidade com M. *scytophylla*, mas separa-se por apresentar ampla variação na morfologia das folhas, especialmente em relação ao ápice, com glândulas translúcidas evidentes apenas na face abaxial. No Brasil, ocorre apenas na Amazônia, sendo os estados do Amapá, Tocantins, Rondônia e Mato Grosso as exceções (SOBRAL et al. 2010). Entretanto, Rosário e Secco (2006) citam a ocorrência desse táxon para o estado do Amapá.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, 02.II.1991 (est.), A.S.L. *Silva* & S. *Almeida* 2.280 (MG).

13. *Myrcia bracteata* (Rich.) DC., Prodr. 3: 245. 1828.

Espécie facilmente reconhecível por apresentar tricomas longos nos ramos e conjunto de brácteas na base das flores. *Myrcia bracteata* é facilmente encontrada na Amazônia brasileira, com exceção dos estados de Roraima, Amapá, Maranhão, Tocantins e Rondônia. Além deles, pode ser encontrada também no estado do Mato Grosso.

MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, área da base física da ECFPn, 21.V.2002 (fl.), J. *Oliveira*, D.D. *Amaral*, R.S. *Secco*, R.C.V. *Potiguara*, J.C. *Santos*, S.F. *Santos*, A.S. *Alvarez*, C.S. *Rosário* 405 (MG); ECFPn, heliporto, capoeira, 28.XI.1994 (fl.), A.S.L. *Silva*, C.S. *Rosário* & A.O. *Gomes* 3170 (MG); baía de Caxiuanã, capoeira alta, entre os igarapés Assacú e Laranjal, 16.I.1993 (fl.), L.C.B. *Lobato*, S.S. *Almeida*, & M.C. *da Silva* 612 (MG); ECFPn, na transição não florestal-igapó, IX.2005 (fl.), A.S.L. *Silva*, D. *Costa* & C.S. *Rosário* 4.389 (MG); ECFPn, trilha para a torre do LBA, floresta de baixio, 10.IV.2010 (fr.), E.S. *Leal* & A.K. *Koch* 114 (MG).

14. *Myrcia fallax* (Richard) DC., Prodr. 3: 244. 1828.

Espécie caracterizada por apresentar folhas com brilho suave na face ventral, cartáceas, glabras, pecíolo canaliculado, pubescente, às vezes com galhas; flores pubescentes, com cálice acentuadamente piloso, pétalas ovais, com tricomas simples internamente. Esta espécie encontra-se atualmente incluída como sinônimo de *Myrcia splendens* (Sw.) DC. Entretanto, acreditamos que a referida espécie necessite de uma revisão à luz dos conceitos da taxonomia moderna, bem como com base em análise dos tipos para se esclarecer os limites entre os referidos táxons. Dessa forma, acreditamos que a sua permanência como táxon válido seja a mais acertada.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Caxiuanã, 18.V.2002 (fr.), D.D *Amaral*, J. *Oliveira*, R. *Secco* & C. *Rosário* 289 (MG); ECFPn, heliporto, capoeira, 28.XI.1994 (fl.), A.S.L. *Silva*, C.S. *Rosário* & A.O. *Gomes* 3.174 (MG).

15. *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC., Prod. 3: 245. 1828.

O exemplar referente a esta espécie encontrava-se identificado, inicialmente, como *Myrcia sphaerocarpa* DC. que, segundo McVaugh (1969), e mais recentemente ratificado por Govaerts et al. (2008). É um sinônimo de *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. *Myrcia guianensis*, aproxima-se de *M. multiflora* (Figura 1d) devido à dimensão das folhas, porém, distingue-se por apresentar pecíolo canaliculado, folhas glabras, com ápice agudo, nervação inconspícua, brácteas sempre aos pares, nunca maiores que as flores. Espécie com ampla distribuição na Amazônia brasileira, bem como em todo o Brasil.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Baía de Caxiuanã, capoeira, entre os igarapés Assacú e Laranjal, 16.I.1993 (bot. & fl.), L.C. *Lobato*, S. *Almeida* & M. *Silva* 616 (MG).

16. *Myrcia inaequiloba* (DC.) Lemée, in Fl. Guyane Franç. 3: 150. 1954. Figura 1C

Esta espécie apresenta distribuição disjunta entre a Amazônia e a Mata Atlântica, sendo restrita aos estados de Roraima, Amazonas, Acre e Sergipe. *Myrcia inaequiloba* é uma nova ocorrência para o estado do Pará.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, ECFPn, lado esquerdo da estrada que vai para o trapiche, XI.2000 (fr.), A.S.L. *Silva* & A.O. *Gomes* 4.363 (MG).

17. *Myrciaria tenella* (DC.) O. Berg, Linnaea 27(2-3): 328. 1854[1856]. Figura 1E

Espécie amplamente distribuída em todo o Brasil, porém, na Amazônia brasileira é encontrada apenas nos estados do Pará e Maranhão.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, ECFPn, 1°73'69" S, 51°45'50" W, 08.III.2004 (fl. & fr.), M.A. *Freitas*, A.O. *Gomes* & D. *Nascimento* 1.044 (MG).

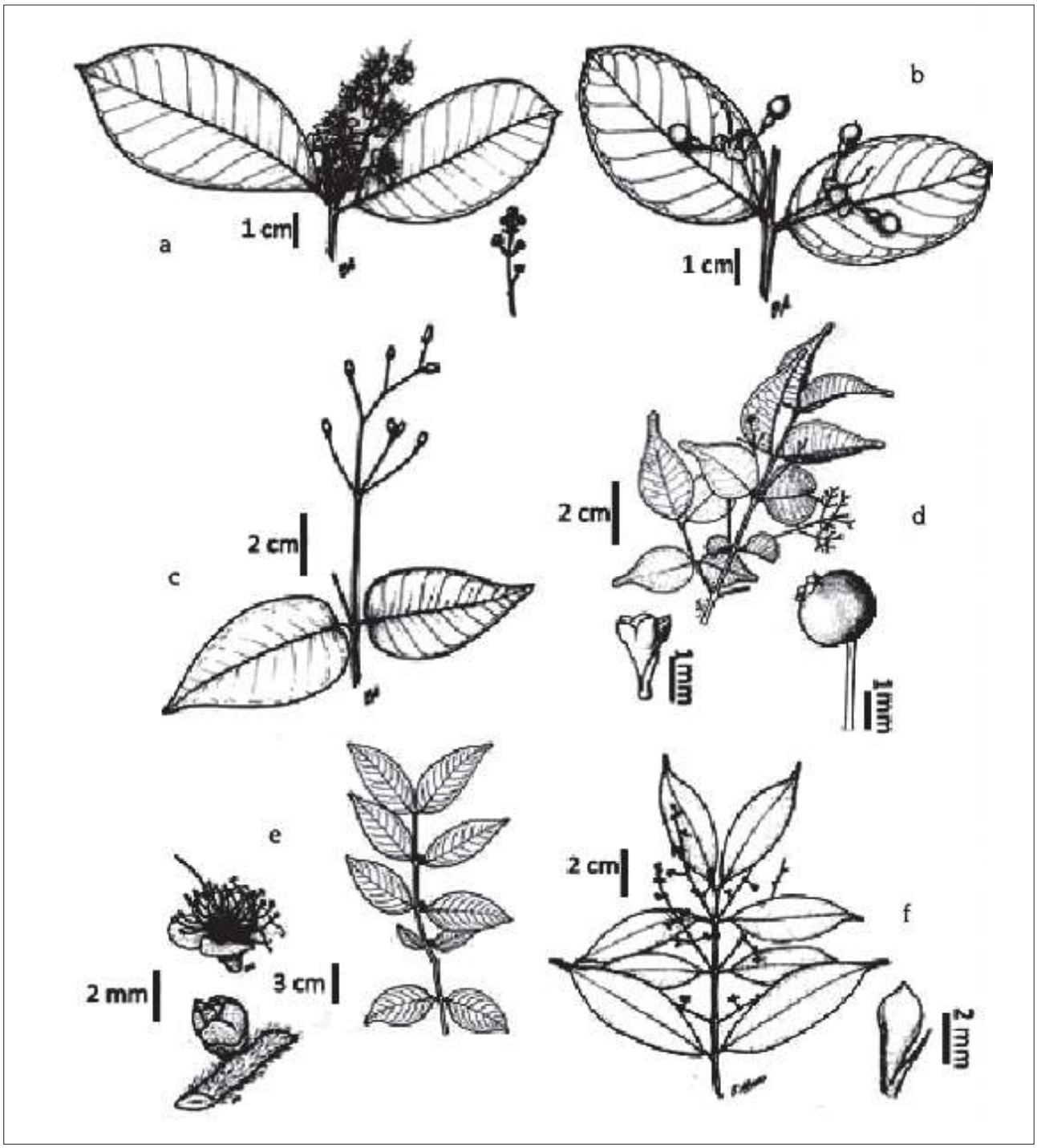


Figura 1a-f. Exemplos de algumas espécies representantes dos gêneros estudados. a) E*ugenia polystachya* (L*obato* et al. 578, MG); b) P*sidium guineense* (C*arreira* et al. 1.147, MG); c) M*yrcia inaequiloba* (S*ilva & Gomes* 4.363, MG); d) M*yrcia multiflora* (Ramo com inflorescência e botão floral (S*ecco* et al. 916, MG); fruto (S*ecco* et al. 925, MG); e) M*yrciaria tenella* (R*osário* 02, MG); f) M*arlierea umbraticola* (Ramo com inflorescência (P*rance* et al. 3617, MG); botão (F*orero & Wrigley* 7119, MG).

18. M*yrciaria vismiifolia* (Benth.) O. Berg, Linnaea 27(2-3): 336-337. 1854[1856].

Separa-se facilmente das demais espécies de M*yrciaria* conhecidas na Amazônia, por apresentar folhas longas (maiores que 10 cm compr.), lanceoladas, base cordata, ápice longo-acuminado. Esta espécie está sendo assinalada pela primeira vez para o estado Pará, portanto, trata-se de uma nova ocorrência para o referido táxon, que ainda não apresenta registros de coleta além dos limites do bioma amazônico.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, Flona Caxiuanã, ECFPn, próximo ao trapiche, 26.XI.2005 (est.), L.M.M. C*arreira*, E. A*ndrade*, F.C. N*ascimento* & A. F*avacho* 2.675 (MG).

19. P*sidium guineense* Sw., Prodr. 77. 1788. Figura 1B

Espécie amplamente distribuída por todo o Brasil, bastante conhecida na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.
MATERIAL EXAMINADO: Brasil. Pará. Melgaço, margem da baía de Caxiuanã, acima da praia do Lisboa, campina, 25.XI.1994 (bot.), L.M. C*arreira*, M*onika*, M*arinaldo* & F*lavia* 1.147 (MG); ECFPn, margem do rio Caxiuanã, baía de Caxiuanã, vegetação savanoide, 1°44'S e 51°23'W, 22.IX.1994 (fr.), D.C. C*osta*, A.S.L. S*ilva* & C.R. R*osário* 13 (MG).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, pela concessão das bolsas DTI-1 e EV-B ao primeiro autor, Processos 385286/2009-0 e 381719/2011-1, respectivamente, e bolsa de produtividade ao segundo autor. Ao desenhista Carlos Alvarez, pela confecção das ilustrações botânicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. S.; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na Estação Científica "Ferreira Penna", em Caxiuanã (Pará). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica, v. 9, n. 1, p. 93-128, 1993.

AMSHOFF, G. J. H. Myrtaceae. In: WOODSON, JR.; SCHERY, R. W. (Eds.). Flora of Panama. **Annals Missouri Botanical Garden**, v. 45, p. 165-201, 1958.

BARROSO, G. M. et al. Myrtaceae. **Sistemática de angiospermas do Brasil**, Viçosa: [s.n.], 1984. p. 114-126. v. 2.

BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes** - morfologia aplicada a sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 443 p. il.

BERG, O. Myrtaceae. In: MARTIUS, C.F.P. (Ed.). **Flora Brasiliensis**. 1857-1859. v. 14, pt. 1, p. 1-656. 1857-1859.

BRIGGS, B. G.; JOHNSON, L. A. S. Evolution in the Myrtaceae – evidence from inflorescence structure. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales**, v. 102, pt. 4, n. 452, p. 157-256, 1979.

BRUMMIT, R. K.; POWELL, C. **Authors of plants names**. Kew: Royal Botanical Garden, 1992.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University, 1981. 1262p.

FUNCH, L. S. et al. Myrtaceae. In: GIULIETTI, A. M. et al. (Eds.). **Plantas raras do Brasil**. Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2009. p. 289-292.

GOVAERTS, R. et al. **World checklist of Myrtaceae**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2008. 455 p.

HOLST, B. K.; LANDRUM, L.; GRIFO, F. Myrtaceae. In: STEYERMARK, J. A. et al. (Eds.). **Flora of the Venezuelan Guayana**, v. 7, p. 1-99, 2003.

JOHNSON, L. A. S.; BRIGGS B. G. Myrtales and Myrtaceae – a phylogenetic analysis. **Annals Missouri Botanical Garden**, v. 71, n. 3, p. 700–756, 1984.

JORGE, L. I. F.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA, M. L. P. Anatomia de pedra-ume-caá (M*yrcia sphaerocarpa*, M*yrcia guianensis*, E*ugenia punicifolia* - Myrtaceae). **Acta Amazonica**, v. 30, n. 1, p. 49-57, 2000.

JUDD, W. S. et al. **Plant systematics**. A phylogenetic aproach. Massachuseths: Sinauer Assoc., 1999. 464p.

LANDRUM, L. R.; KAWASAKI, M. L. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia,** v. 49, p. 508-536, 1997.

LIMBERGER, R. P.; SOBRAL, M.; HENRIQUES, A. T. Óleos voláteis de espécies de M*yrcia* nativas do Rio Grande do Sul. **Quim. Nova**, v. 27, n. 6, p. 916-919, 2004.

LUCAS, E. J. et al. Phylogenetic patterns in the flesh-fruited Myrtaceae – preliminary molecular evidence. **Plant systematics and evolution**, v. 251, p. 35-51, 2005.

LUCAS, E. J. et al. Suprageneric phylogenetics of Myrteae, the generically richest tribe in Myrtaceae (Myrtales). **Taxon**, v. 56, n. 4, p. 1105-1128, 2007.

MATSUDA, H.; MORIKAWA, T.; YOSHIKAWA, M. Antidiabetogenic constituents from several natural medicines. **Pure Appl. Chem.**, v. 74, n. 7, p. 1301-1308, 2002.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas**: Myrtales. Santa Maria: UFSM, 1997. 304 p. il.

McNEILL, J. (Coord.). **Código Internacional de Nomenclatura Botânica** (Código de Viena), adotado pelo XVII Congresso Internacional de Botânica. Tradução de C. E. M. Bicudo & J. Prado. Viena: [s.n.], 2005. 2006.

McVAUGH, R. Myrtaceae. In: MAGUIRE, B. and coll. (Org.). The Botany of the Guayana Highland. Part VIII. **Mem. New York Bot. Gard**, v. 18, p. 55-286, 1969.

NIC LUGHADHA, E. M.; PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 83, p. 480-503, 1996.

NIC LUGHADHA, E. M.; SNOW, N. Biology and evolution of the Myrtaceae: a symposium. **Kew Bulletin**, v. 55, p. 591-592, 2000.

NIEDENZU, F. Myrtaceae. In: ENGLER, A. E.; PRANTL, K. (Eds.). **Die Natürlichen Pflanzenfamilien**. 3. ed. Abteilung: [s.n.], 1893. p. 57-105. v. 7.

PIRES, J. M.; PRANCE, G. T. The vegetation types on the Brazilian Amazon. In: PRANCE; G. T.; LOVEJOY, T. E. (Eds.). **Key environments**: Amazônia. New York; Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 109-145.

RADFORD, A. E. et al. **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row Publishers, 1974.

ROSÁRIO, A. S.; SECCO, R. S.; SILVA, J. B. F. Notas sobre U*gni* Turcz. (Myrtaceae) na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 139-141, 2004.

ROSÁRIO, A. S. et al. Flórula fanerogâmica das restingas do estado do Pará. Ilhas de Algodoal e Maiandeua – 2. Myrtaceae A. L. de Jussieu. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Ciências Naturais, v. 1, n. 3, p. 31-48, 2005.

ROSÁRIO, A. S.; SECCO, R. S. Sinopse das espécies de M*arlierea* Cambess. (Myrtaceae) na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica,** v. 36, n. 1, p. 37-52, 2006.

SCHMID, R. Comparative anatomy and morphology of P*siloxylon* e H*eteropyxis*, and the subfamilial and tribal classification of Myrtaceae. **Taxon**, v. 29, p. 559-595, 1980.

SOBRAL, M. **A família das Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora Unisinos, 2003. 215p.

SOBRAL, M. et al. Myrtaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB000171>. Acesso em: xxxxxxx2010.

SOUZA, M. A. D.; KAWASAKI, M. L.; HOLST, B. K. Myrtaceae. In: **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA, 1999. p. 417-436.

SOUZA FILHO, A. P. S. et al. Potencial alelopático de M*yrcia guianensis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 649-656, 2006.

SYTSMA, K. J. et al. Clades, clocks, and continents: historical and biogeographical analysis of Myrtaceae, Vochysiaceae, and relatives in the southern hemisphere**. International Journal of Plant Sciences**, p. S85-S105, 2004.

VERACINI, C. O comportamento alimentar de C*allithrix argenata* (Linnaeus 1771) (Primata, Callitrichinae). In: LISBOA, P.L.B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 437-446.

WILSON, P. G. et al. Myrtaceae revisited: A reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany**, v. 88, p. 2013-2025, 2001.

WEBERLING, F. The architecture of inflorescences in the Myrtales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 75, n. 1, p. 226-310, 1988.

YOSHIKAWA, M. et al. Antidiabetic principles of natural medicines. II: aldore redutase and á-glucosidase inhibitors from brazilian natural medicines, The leaves of M*yrcia multiflora* DC. (Myrtaceae): Structure of myrciacitrins I and II and myrciphenones A and B. **Chem. Pharm. Bull.**, v. 46, n. 1, p. 113-119, 1998.

YOSHIKAWA, M.; MATSUDA, H.; NISHIDA, N. Antidiabetic principles of natural medicines. V.1) Aldose Reductase inhibitors from M*yrcia multiflora* DC. (2): Structures of Myrciacitrins III, IV, and V. **Chem. Pharm. Bull**., v. 50, n. 3, p. 429-431, 2002.

VOCHYSIACEAE NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Luíza de Sousa Vieira
Antônio Elielson Sousa da Rocha
Maria de Nazaré do Carmo Bastos

INTRODUÇÃO

Vochysiaceae A. St. Hill. pertence à classe Eudicotiledônea, subclasse Rosideae e ordem Myrtales (APG III, 2009). A família inclui duas tribos: *Vochysieae* Dumort., exclusivamente neotropical, caracterizada pelo ovário súpero, trilocular, e E*rismeae* Dumort., de distribuição anfi-atlântica, caracterizada pelo ovário ínfero, unilocular. A família possui oito gêneros: C*allisthene* Mart., E*risma* Rudge, E*rismadelphus* Mildbr., K*orupodendron* Litt & Cheek, Q*ualea* Aubl., R*uizterania* (Stafl.) Marcano-Berti, S*alvertia* A. St.-Hil. e V*ochysia* Aubl.; cerca de 250 espécies, com mais da metade em V*ochysia* (BARBOSA, 1999; SOUZA; LORENZI, 2008).

Sua distribuição é essencialmente neotropical, sem representantes nas regiões temperadas. Apenas os gêneros E*rismadelphus* (duas espécies) e K*orupodendron* (monotípico) ocorrem na África. Os gêneros americanos encontram-se distribuídos essencialmente na região guiano-amazônica e no Planalto Central brasileiro. No Brasil, ocorrem seis gêneros e aproximadamente 150 espécies (SOUZA; LORENZI, 2008; BARROSO et al., 1991).

Esta é uma das principais famílias dos cerrados, onde se destacam espécies de Q*ualea* (pau-terra e mandioqueira), *Vochysia* (pau-de-tucano, cambará), C*allisthene* (itapicuru, pau-de-pilão) e S*alvertia convallariodora* (colher-de-vaqueiro). Na Amazônia, espécies de Vochysiaceae são relativamente comuns, correspondendo a grandes árvores com sapopemas, estando representadas pelos gêneros: C*allisthene*, E*risma*, Q*ualea*, R*uizterania* e V*ochysia* (SOUZA; LORENZI, 2008; TROPICOS, 2010).

Os representantes da família oferecem ao ecossistema recursos adicionais, como casca e exsudatos, que permanecem disponíveis durante todo o ano. Algumas espécies produzem madeiras utilizadas na carpintaria em geral, construção de móveis, caixotes e barcos (BARBOSA, 1999).

A Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) está inserida na Floresta Nacional de Caxiuanã, a maior unidade de conservação no interflúvio Tocantins e Xingu, com 330 mil hectares. De acordo com Silva et al. (2003), a ECFPn apresenta diversidade de espécies vegetais entre 150-160 ha^{-1}, com uma diversidade de indivíduos variando entre 450-550 árvores ha^{-1}. Esta flora vem sendo investigada mais detalhadamente nos últimos anos, com integração e intensificação das atividades de pesquisa através do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), uma vez que o conhecimento desta flora estava restrito a algumas coleções botânicas realizadas esporadicamente e depositadas nos herbários regionais. Este estudo tem como objetivo apresentar o tratamento taxonômico das Vochysiaceae, que ocorrem na Estação Científica Ferreira Penna, fornecendo subsídios para identificação de seus táxons, contribuindo para o conhecimento da flora da região.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área

A região de Caxiuanã está situada na porção inferior do rio Anapu, entre os rios Tocantins e Xingu, Amazônia Oriental, nos municípios de Melgaço e Portel (estado do Pará), onde se situa a Floresta Nacional de Caxiuanã (Figura 1) e, dentro desta, a Estação Científica Ferreira Penna, nas coordenadas 1° 42' 30" S e 51° 31'45" W (LISBOA, 1997).

O clima da região de Caxiuanã é do tipo Am_i (classificação de Köppen). A temperatura média anual situa-se em torno de 26°C. As temperaturas médias mais baixas (22 °C) ocorrem nos meses de janeiro a março, enquanto os meses mais quentes (32°C) são de outubro a dezembro, com temperaturas médias acima de 27°C. A umidade relativa do ar varia entre 79,2 % e 89,4 %. Os meses mais úmidos vão de janeiro a junho e os mais secos de outubro a dezembro (LISBOA, 1997; LISBOA; FERRAZ, 1999).

O relevo da região é plano e ondulado, sem grandes elevações. A rede de drenagem é bastante ramificada. A drenagem da região é feita essencialmente por rios de águas negras (MORAES et al., 1997).

A cobertura vegetal é diversificada. Os ecossistemas mais típicos da floresta amazônica estão ali representados. Há também vegetação residual em sítio de pomares e abundante vegetação aquática. Florestas de terra firme é o ambiente mais extenso e diverso, ocupando aproximadamente 85% da área (LISBOA; FERRAZ, 1999).

Metodologia

Este trabalho seguiu a metodologia clássica utilizada em trabalhos taxonômicos. Foram revisadas todas as exsicatas pertencentes à família Vochysiaceae coletadas na Estação Científica Ferreira Penna, depositadas no herbário do Museu paraense Emílio Goeldi (MG).

Todas as amostras foram hidratadas, dissecadas, descritas e ilustradas. Materiais adicionais coletados em outras regiões do estado do Pará e depositados no herbário MG foram utilizados na complementação das descrições de E*risma uncinatum* Warm., R*uizterania albiflora* (Warm.) Marc.-Berti., *Vochysia obscura* Warm. e V. *vismiifolia* Spruce ex Warm.

A classificação da família está de acordo com Litt e Cheek (2002). A terminologia adotada nas descrições foi baseada em Barroso et al. (1991) e Barbosa (1999).

A identificação das espécies foi baseada nos seguintes autores: Kawasaki (1998), Loureiro, Silva e Alencar (1979), Loureiro e Silva (1968), Marcano-Berti (1969, 2005), Stafleu (1948, 1953) e Warming (1875).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A família *Vochysiaceae* está representada na ECFPn por seis espécies, distribuídas em quatro gêneros: E*risma calcaratum* (Link) Warm, E. *uncinatum* Warm., Q*ualea acuminata* Spruce ex Warm., R*uizterania albiflora* (Warm.) Marc.-Berti., *Vochysia obscura* Warm. e V. *vismiifolia* Spruce ex Warm.

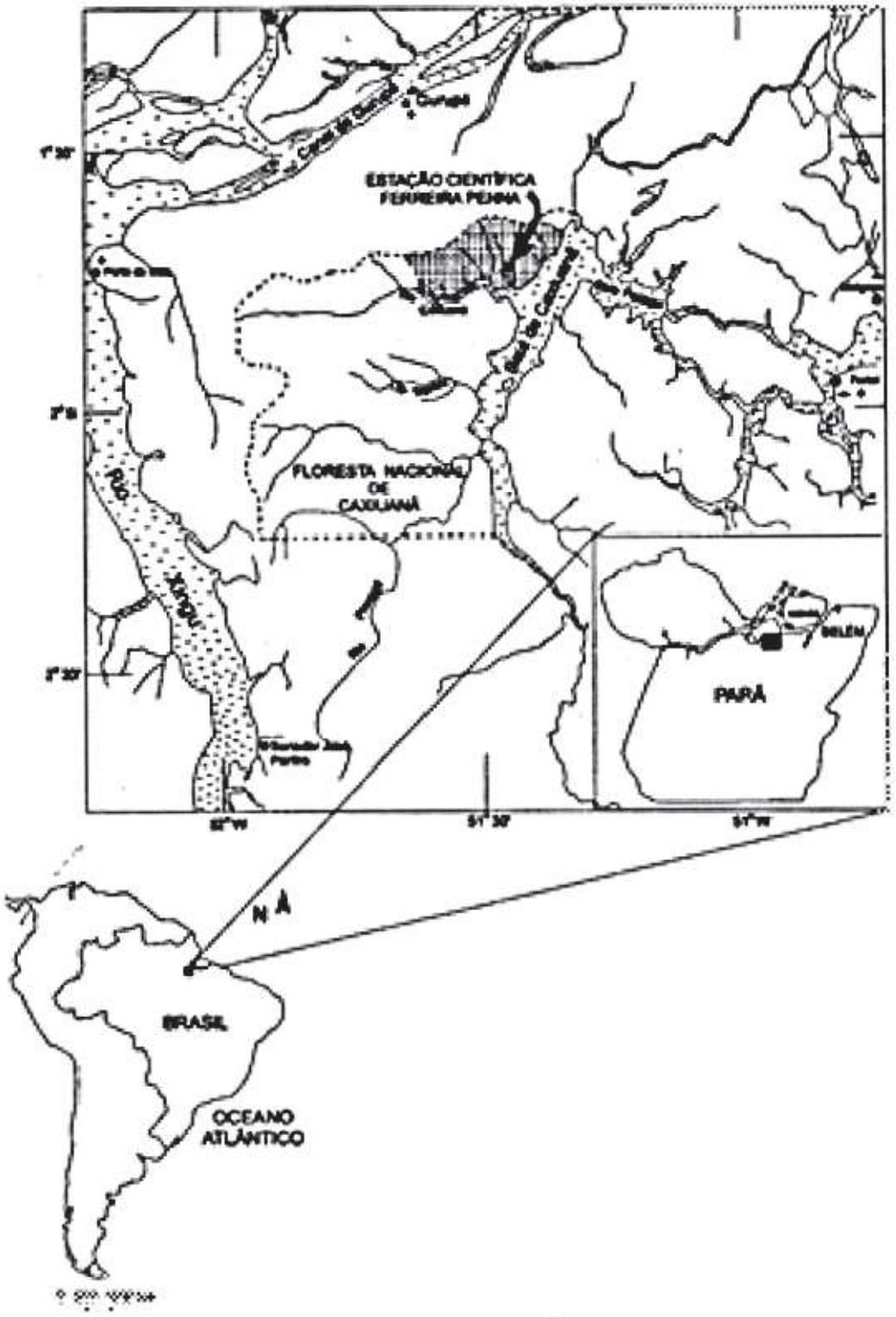


Figura 1. Estação Científica Ferreira Penna, Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará. Fonte: Lisboa (2002).

VOCHYSIACEAE A. St. Hill.

Arbustos, **arvoretas** ou **árvores** de 3-27 m de altura. **Folhas** simples, opostas ou verticiladas, pilosas ou glabras, lanceoladas, obovadas e oblongo-lanceoladas, 4,1-19 x 1,7-9 cm; pecíolo até 1,5 cm de comprimento; margem inteira; nervação secundária de 8-16 pares do tipo C*lusia*, com inúmeras veias; ápice acuminado, acuminado levemente cuspidado a obtuso; presença ou ausência de apículo, ápice de até 10 mm de largura; base cuneada e obtusa. Presença ou ausência de nectários interpeciolares de 1 mm de comprimento. **Inflorescência** em racemo axilar, racemo terminal e panícula terminal. **Flores** perfeitas; hipanto piloso ou pubescente; cálice gamossépalo, pentalobado, lobos desiguais entre si, sendo um maior e calcarado, pilosos, pubescentes ou com indumento aveludado; corola composta de 1-3 pétalas; brácteas 2, amarelas, desiguais, pubescentes; androceu constituído por um único estame, antera biteca; estaminódios 2, ausentes ou presentes. Ovário súpero piloso ou glabro, semi-ínfero piloso, constituído por um único pistilo. **Fruto** alado, indeiscente, glabro ou cápsula loculicida de superfície rugosa ou glabra.

Chave de identificação das espécies de Vochysiaceae na Estação Científica Ferreira Penna

1. Presença de nectários interpeciolares **2**
1. Ausência de nectários interpeciolares **3**
2. Pecíolo 3-10 mm de comprimento, lâmina 7,2-16,9 x 2,5-4,7 cm; oblongo a lanceolada, ápice laminar sem apículo ..... ***Qualea acuminata***
2. Pecíolo até 1mm de comprimento, lâmina 4,1-6,3 x 1,7-2,0 cm, lanceolada, ápice laminar com apículo ..... ***Ruizterania albiflora***
3. Inflorescência em panícula **4**
3. Inflorescência em racemo **5**
4. Lâmina foliar lanceolada, base obtusa, 10-16 pares de nervuras ..... ***Erisma calcaratum***
4. Lâmina foliar obovada, base cuneada, 8-9 pares de nervuras ..... ***Erisma uncinatum***
5. Lâmina foliar de ápice retuso, limbo com parte inferior verde ..... ***Vochysia obscura***
5. Lâmina foliar de ápice acuminado, limbo com parte inferior ferrugínea ..... ***Vochysia vismiifolia***

TRATAMENTO DAS ESPÉCIES

1. *Erisma calcaratum* (Link) Warm. Fl. Bras. 13 (2): 111. 1875. = Q*ualea calcarata* Link. Jahrb. Gewachsk 1 (3): 24. 1820. Tipo: Brasil. S*pruce* 1798 (Holótipo: B). Figura 2.

Árvore de 8-12m de altura, ramos glabros. Folha simples, oposta; pecíolo 4-8 mm de comprimento, glabro; lâmina glabra, lanceolada, 13,3-19 x 5,4-9 cm; ápice acuminado, cume 9 mm de largura; base obtusa; margem inteira; 10-16 pares de nervuras secundárias. Inflorescência em panícula, 9 cm de comprimento, ramos revestidos por tricomas estrelados. Flor aproximadamente 3 cm de comprimento; pedicelo, 1 mm de comprimento, indumento aveludado; hipanto 2 mm de comprimento; 4 lobos menores, 3-7 x 4-5 mm, ovados, acinzentados, indumento aveludado; 1 lobo maior e calcarado, com aparência de uma pétala, 10 x 7 mm, amarelado internamente e acinzentado externamente, face interna com um tufo de tricomas no lado esquerdo e base; face externa com indumento aveludado; calcar 7 mm de comprimento, indumento aveludado; pétala 1, amarelada, obovada, 1,9 x 1,7 cm, glabra; estame 1, antera sagitada, 2 mm de comprimento, abertura lateral, filete 5 mm de comprimento; estaminoides 2, 0,5 mm de comprimento; pistilo 1, estigma 0,2 mm de comprimento, estilete 6-7 mm de comprimento, pubescente na base; ovário semi-ínfero, piloso. Fruto cápsula loculicida, 4,5-5 x 2-2,3cm de comprimento, lanceolado, superfície rugosa, enegrecido.

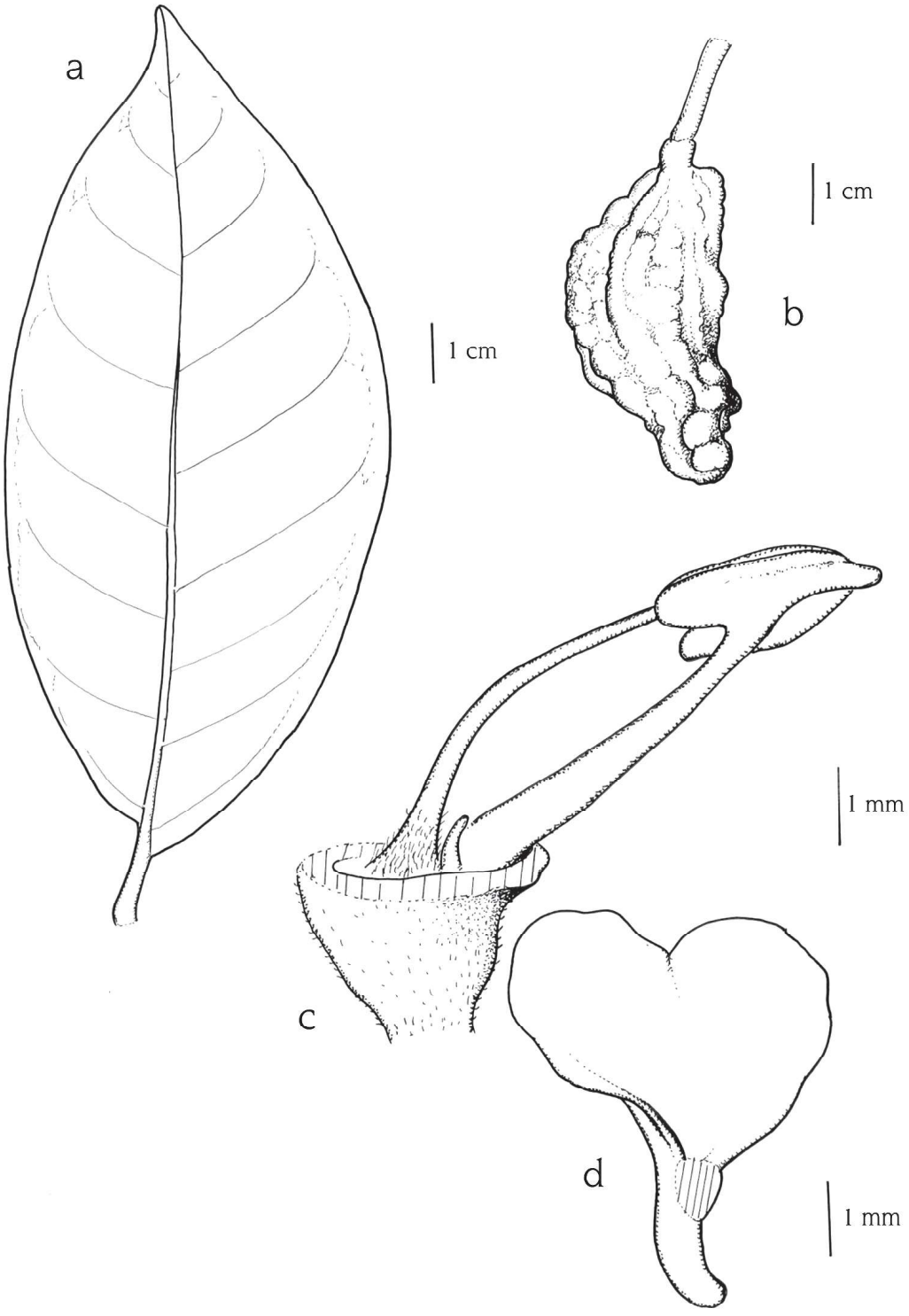


Figura 2a-d. E*risma calcaratum* (Link) Warm: a) Folha; b) Fruto; c) Detalhe do pistilo e estame; d) Sépala calcarada.

Material examinado: **BRASIL, Pará:** Melgaço, Floresta Nacional de Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, 14.X.1991, A.S.L. *da Silva*, M.C. *da Silva* 2412 (MG); idem, 16.XII.1999, A.S.L *da Silva* et al. 3827 (MG).

E*risma calcaratum* encontra-se distribuída na América do Sul, ocorrendo na Bolívia, Brasil (AM; AP; PA; RR), Colômbia, Guiana, Peru e Venezuela (FRANÇA, 2010; KAWASAKI, 1998; TROPICOS, 2010).

Além dos caracteres descritos na chave, E. *calcaratum* se diferencia de E. *uncinatum* pelo fruto não alado e rugoso. É a única espécie do gênero típica de áreas de várzea e igapó (KAWASAKI, 1998; CENTURIÓN, 1993), e a única com fruto não alado, dispersos pela água (KAWASAKI, 1998). Deste fruto se obtém um óleo que, quando industrializado, é utilizado na fabricação de sabões (CENTURIÓN, 1993).

2. E*risma uncinatum* Warm. Fl. Bras. 13 (2): 111. 1875. Tipo: Brasil. R*idel s.n.* (Holótipo: C). Figura 3.

Árvore de 20 m de altura, ramos glabros. Folha simples, oposta; pecíolo 5-7 mm de comprimento, glabro; lâmina glabra, obovada, 13,7-14,7 x 4,8-5,1 cm; ápice acuminado, cume cerca 10 mm de largura; base cuneada; margem inteira; 8-9 pares de nervuras secundárias. Flor 1,3 cm de comprimento; pedicelo, 1 mm de comprimento; hipanto 2 mm de comprimento; 4 lobos menores, 1-5 x 1-3 mm, ovados, acinzentados, indumento aveludado; 1 lobo maior e calcarado, com aparência de pétala, internamente amarelado, ciliado, externamente acinzentado; calcar enrolado, 4-5 mm de comprimento, indumento aveludado; pétala 1, amarelada, obovada, 1 x 7 mm de comprimento, pilosa na margem esquerda; estame 1, antera biteca, ca. 1 mm de comprimento, filete ca. 4 mm de comprimento; pistilo 1, estigma 0,2 mm de comprimento, estilete 5 mm de comprimento, inconspicuamente piloso; ovário semi-ínfero, piloso. Fruto alado, marrom-escuro, indeiscente; ala maior oblongo-lanceolada, 6,0-7,0 x 2,2-2,5 cm, glabra, quatro nervuras paralelas; ala menor oblongo-lanceolada, 3,1 x 1,4 cm, glabra, nervação reticulada.

Material examinado: **BRASIL, Pará:** Melgaço, Estação Científica Ferreira Penna, 02-15.II.1991, A.S.L. *da Silva* et al. 2292 (MG).

Material adicional: **BRASIL, Amazonas:** Rio Madeira, Borba, 08.1936, A. D*ucke* 34679 (MG); **Mato Grosso:** Aripuanã, km 245 da BR 174, 18.I.1979, M.G. S*ilva*, A. P*inheiro* 4320 (MG).

E*risma uncinatum* encontra-se distribuída na América do Sul, ocorrendo na Bolívia, Brasil (AC; AP; AM; MA; MT; PA; RO), Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela (FRANÇA, 2010; KAWASAKI, 1998; TROPICOS, 2010); ocorre em floresta de terra firme e área perturbada (LOUREIRO; SILVA; ALENCAR, 1979; MAINIERI; CHIMELO, 1989). Esta é a espécie mais comum e amplamente distribuída do gênero (KAWASAKI, 1998) e caracteriza-se por apresentar casca fissurada com escamas. Pode ser confundida no campo com E. *calcaratum*, por apresentar pétala roxa e inflorescência acinzentada, características pouco comuns no gênero (KAWASAKI, 1998). Entretanto, diferenciam-se pela forma da lâmina foliar lanceolada com base obtusa, lobos menores 3-7 x 4-5 mm; calcar 7 mm de comprimento e fruto cápsula loculicida em E. *calcaratum*. Lâmina foliar obovada com base cuneada, lobos menores 1-5 x 1-3 mm, calcar 4-5 mm de comprimento e fruto alado em E. *uncinatum*.

A espécie é comercialmente muito importante na produção madeireira (MARCANO-BERTI, 2005). Sua madeira é pesada, de boa aparência e trabalhabilidade, e por ter propriedades mecânicas entre baixa e média, é indicada para o setor moveleiro (LOUREIRO; SILVA; ALENCAR, 1979; MAINIERI; CHIMELO, 1989).

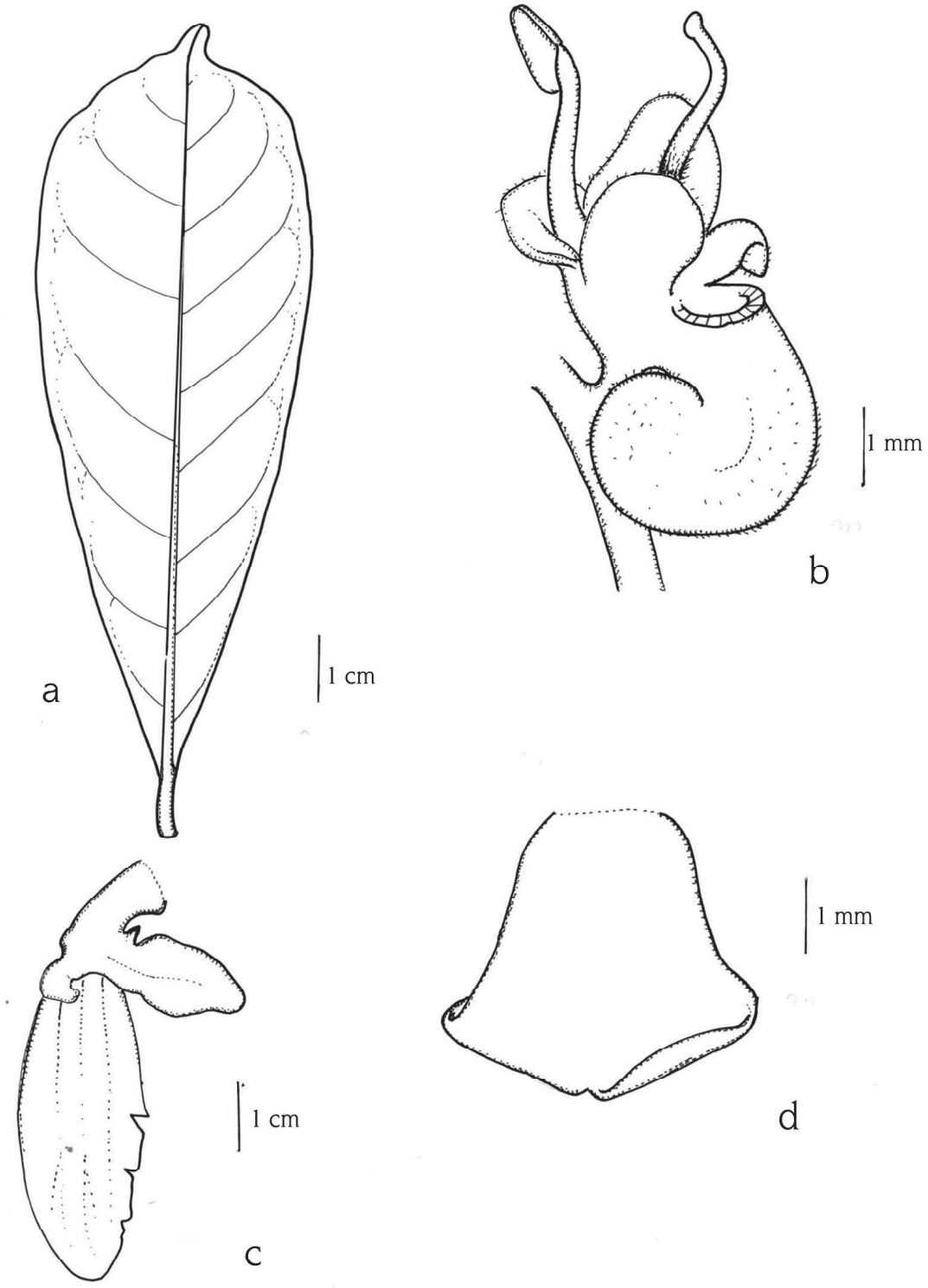


Figura 3a-d. E*risma uncinatum* Warm: a) Folha; b) Detalhe do pistilo, estame e calcar; c) Fruto; d) Sépala.

3. Q*ualea acuminata* Spr. ex Warm. Fl. Bras. 13 (2): 40-41. 1875. Tipo: Brasil. S*pruce* 2612-(Holótipo: B). Figura 4.

Arbustos, arvoretas ou árvores de 3-8 m de altura, ramos glabros a levemente pilosos, revestidos por indumento simples. Folha simples, opostas; pecíolos 3-10 mm de comprimento, pilosos, revestidos por indumento simples; lâmina glabra, oblonga a lanceolada; 7,2-16,9 x 2,5-5,2 cm; ápice acuminado a levemente cuspidado, cume 5-10 mm de largura; base obtusa; margem inteira; venação tipo clusia, com numerosas veias. Inflorescência em racemo, 6,2-10,1 cm de comprimento, axilar. Presença de nectários interpeciolares, 1 mm de comprimento. Flor 2,8-5,3 x 3,2-3,3 cm; pedicelo, 8 mm de comprimento, piloso; hipanto 4 mm de comprimento, piloso; 4 lobos menores soldados na base, 6-10 x 7-10 mm, orbicular-ovados, pilosos externamente; 1 lobo maior, calcarado, 2-2,4 x 1,2-1,3 cm, ovado, densamente pubescente; calcar 9 mm de comprimento, piloso na base; pétala 1, amarela, obovada, 3,5-4,2 x 3,2-3,5 cm, superfície glabra; estame 1, antera biteca, 9-10 mm de comprimento, filete 1,1-1,5 cm de comprimento, glabro; pistilo 1, estigma ca. 1 mm de comprimento, estilete 1,3 cm de comprimento, piloso na base; ovário súpero, 3 mm de comprimento, piloso. Fruto uma cápsula loculicida, 2,2-3,7 cm x 7-11 mm, ovado-lanceolado, superfície rugosa, enegrecido.

Material examinado: **BRASIL, Pará:** Melgaço, Estação Científica Ferreira Penna, 21.III.1994, A.S.L *da Silva* et al. 3191 (MG); idem, 21.III.1994, A.S.L *da Silva* et al. 3218 (MG); idem, 14.X.1991, A.S.L *da Silva*, M.C *da Silva* 2407 (MG); idem19.XI.1994, A.S.L *da Silva* et al. 3093 (MG); idem, 16.V.2002, J. O*liveira* et al. 376 (MG); idem, 21.V.2002, J. O*liveira* et al. 413 (MG); idem, 14.I.1993, L.C.B. L*obato* et al. 552 (MG); idem, 02.II.1991, S. A*lmeida* et al. 00428 (MG); idem, 02.II.1991, S. A*lmeida* et al. 428 (MG).

Q*ualea acuminata* encontra-se distribuída nas Américas Central e do Sul, com registros para o Panamá, onde é bem representada, Bolívia, Brasil (AC; AM; PA; RO), Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru e Venezuela (FRANÇA, 2010; STAFLEU, 1953; TROPICOS, 2010). Ocorre nas margens dos rios, em floresta de várzea e igapó, podendo ocorrer em floresta de terra firme (CENTURIÓN, 1993; LOUREIRO; SILVA, 1968; LOUREIRO; SILVA; ALENCAR, 1979).

Pelo número de amostras herborizadas levantadas, Q*ualea acuminata* parece ser a espécie de Vochysiaceae mais abundante na área de estudo. Sua madeira pode ser utilizada para fabricação de esquadrias, compensado, carpintaria, canoas, caixas e em construções em geral. Além disso, seus frutos doces são comestíveis (CENTURIÓN, 1993; LOUREIRO; SILVA, 1968; LOUREIRO; SILVA; ALENCAR, 1979).

4. R*uizterania albiflora* (Warm.) Marcano Berti. Pittieria 2: 9. 1969. = Q*ualea albiflora* Warm. Fl. Bras. 13 (2): 36.1875. Tipo: Suriname, K*appler* 2037, s.d. (Holótipo: W; Isótipos: BM, F, G, P, US). Figura 5.

Árvore de 12 m de altura, ramos glabros. Folha simples, oposta, pecíolo 1 mm de comprimento, glabro; lâmina glabra, lanceolada; 4,1-6,3 x 1,7-2,0 cm; ápice acuminado apresentando apículo, cume 6-7 mm de comprimento; base cuneada; margem inteira; venação tipo clusia, com numerosas veias, nervura principal apresenta fileira de tricomas na face superior. Presença de nectários interpeciolares, 1 mm de comprimento. Flor e fruto não observados. Flores perfeitas, pedicelo 6-7 mm comprimento, subpubérulo a pubescente; 4 lobos menores 2 x 1-2 mm, ovalados, subpubérulos a pubérulos, ciliados; lobo maior calcarado 10-15 x 4-8 mm, oblongo, subpubérulo, pubescente, ciliado; calcar 6-8 de comprimento, clavado, subpubérulo a pubescente; pétala 1, branca com base amarelo-alaranjada, orbicular-ovada, ovada, rotunda, 2,9 x 1,7-2,0 cm, superfície glabra; estame 1, antera unilateralmente barbada 5-7 mm comprimento, filete 6-10 mm de comprimento, glabro; pistilo 1, estigma 0,5-1 mm de comprimento, glabro, estilete 1,3-1,5 cm de comprimento, piloso na base, enrolado; ovário súpero, piloso. Botão floral 13-15 x 3-4 mm, oblongo, ápice levemente agudo ou obtuso, pubérulo.

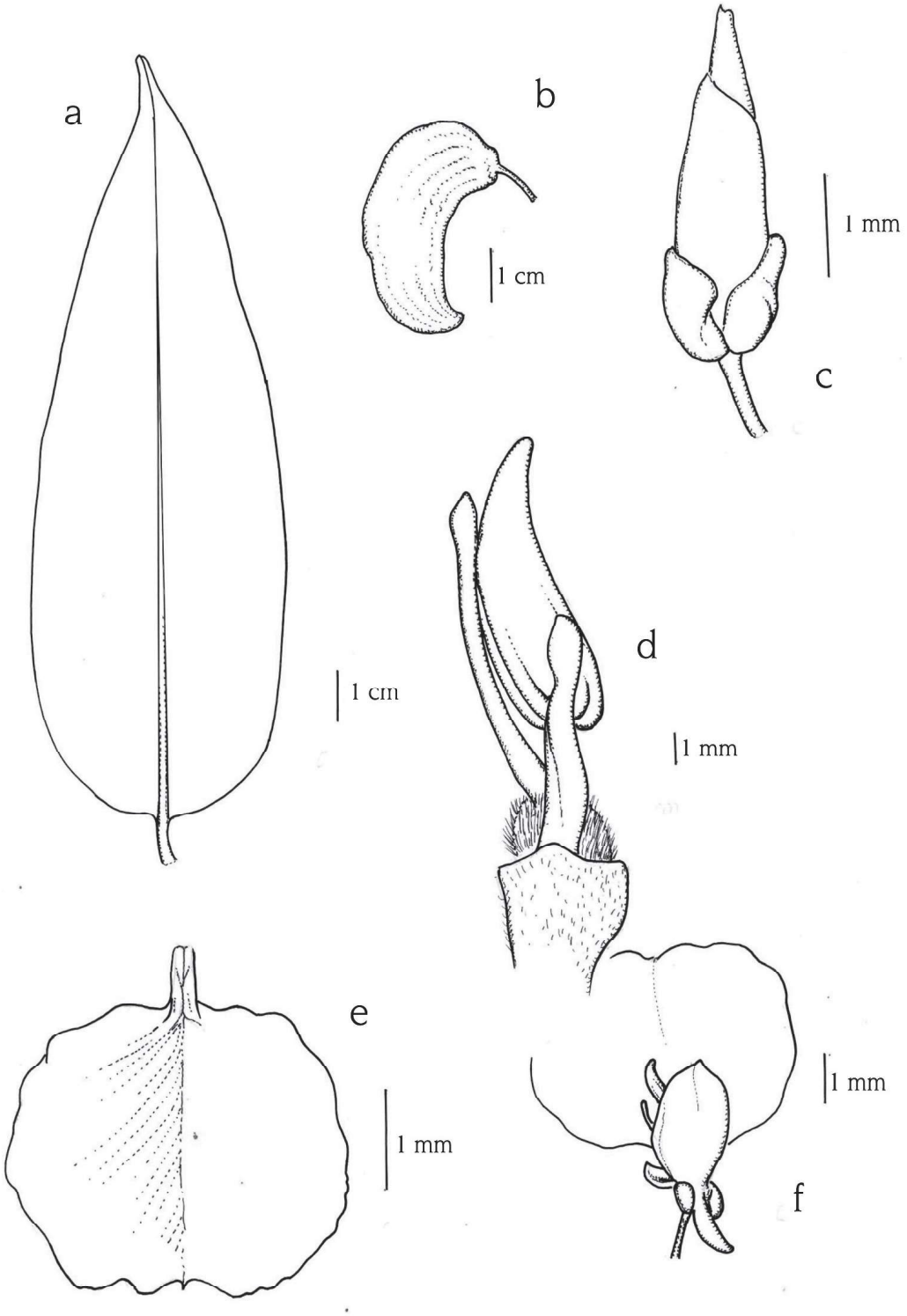


Figura 4a-f. *Qualea acuminata* Spruce ex Warm: a) Folha; b) Fruto; c) Botão floral; d) Detalhe do pistilo, estame e ovário; e) Pétala; f) Flor.

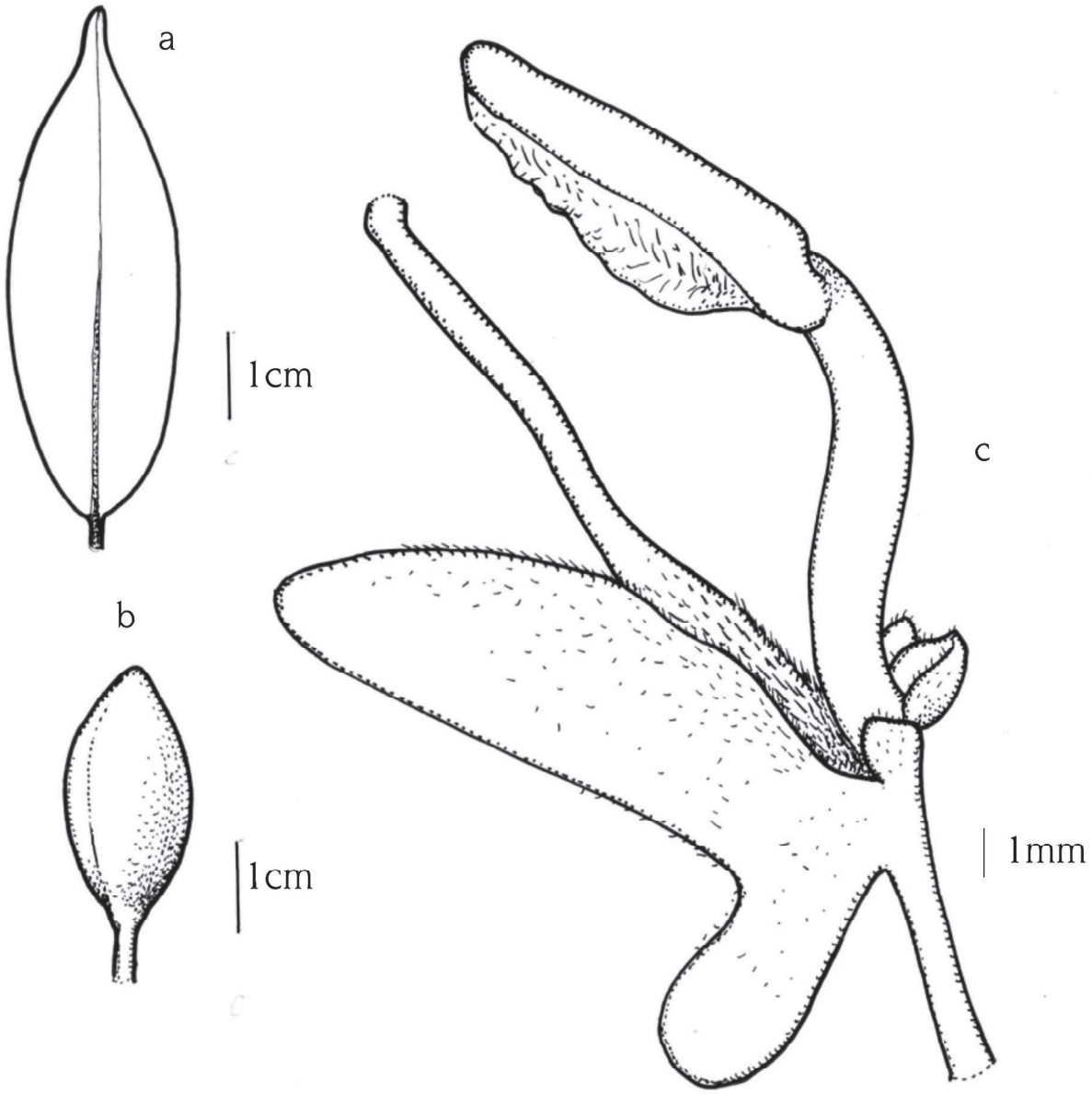


Figura 5a-c. R*uizterania albiflora* (Warm.) Marcano Berti: a) Folha; b) Fruto; c) Flor sem pétala.

Material examinado: BRASIL, Pará: Melgaço, Estação Científica Ferreira Penna, 02-15.II.1991, A.S.L. *da Silva* et al. 2296 (MG).

Material adicional: **BRASIL, Amazonas:** Manaus-Itacoatiara, km 26, 02°53'S 59°58'W. Reserva Florestal Ducke, 18.XI.1994, J.E.L.S. *Ribeiro*, P.A.C.L. *Assunção*, E. *da* C. *Pereira*, 1498 (MG).

Ruizterania albiflora ocorre na Bolívia, Brasil (AC; AP; AM; PA, RR), Guiana, Guiana Francesa e Suriname (FRANÇA, 2010; MARCANO-BERTI, 1969; STAFLEU, 1953; TROPICOS, 2010).

O gênero *Ruizterania* diferencia-se de *Qualea* por apresentar, dentre outras características, anteras pilosas.

A única amostra de R. *albiflora* levantada encontra-se estéril e determinada como *Qualea albiflora*. A descrição das partes reprodutivas foi baseada na coleção *Ribeiro et al*. 1498 (MG).

Na área de estudo, a espécie ocorre em floresta de terra firme e capoeira. Sua madeira é utilizada na marcenaria, construção interna, canoas, tacos, coronhas de armas, caibros e como pasta para celulose (LOUREIRO; SILVA; ALENCAR, 1979; RODRIGUES, 1962).

5. *Vochysia obscura* Warm. Fl. Bras. 13 (2): 73, pl. 13. 1875. Tipo: Brasil. Spruce 1286; 1851. (Holótipo: C). Figura 6; Figura 7d-f.

Árvore até 25 m de altura, ramos glabros. Folha simples, verticiladas ou opostas; pecíolo 1,2-1,5 cm de comprimento, glabro; lâmina glabra, obovada; 9,9-11,9 x 2,6-3,6 cm; ápice retuso; base cuneada; margem inteira; nervação secundária, com muitas nervuras. Inflorescência terminal em racemo, flores pareadas, 5,9 cm de comprimento, revestida com indumento simples. Apresenta duas brácteas no eixo da inflorescência. Flor com 1,7 cm de comprimento, pedicelo, 5,2 mm, piloso; hipanto 2 mm de comprimento, piloso; 4 lobos menores 1-2 x 1-2 mm, ovados, pilosos externamente; 1 lobo maior e calcarado 11 mm x 4 mm, oblongo, pubescente, ápice agudo; calcar: 8-9 mm de comprimento, inconspicuamente piloso; pétalas 3, côncavas, amarelas, oblongas, 3-5 x 2 mm, glabras; bráctea 2, amareladas, pubescentes, maior 6 x 1 mm, menor 1-1,2 x 0,5 mm de comprimento; estame 1, antera 6 mm de comprimento, glabra, filete 1,2 cm de comprimento, glabro; pistilo 1, estilete 12 mm de comprimento, estigma 1 mm de comprimento, glabro; ovário súpero. Fruto uma cápsula loculicida, 2,7-1,5 cm de comprimento, oblongo, superfície glabra, enegrecido.

Material examinado: **BRASIL, Pará:** Melgaço, Estação Científica Ferreira Penna, 23.VI.2004, J. *Oliveira* et al. 846 (MG).

Material adicional: **BRASIL, Rondônia:** Pimenta Bueno, 23.VI.1998, I. *Miranda* 1953 (MG); **Pará:** Gurupá, 07.II.1979, N.T. *Silva*, C. *Rosário* 5051 (MG).

Vochysia obscura encontra-se distribuída na América do Sul, ocorrendo no Brasil (AM, MA, PA, RO), Colômbia, Peru e Venezuela (FRANÇA, 2010; TROPICOS, 2010).

Na área de estudo, a espécie foi coletada apenas em floresta de terra firme. No entanto, Stafleu (1948) registrou sua ocorrência em áreas de savana, campo seco e especialmente em floresta secundária e florestas montanhosas acima de 1100 m (Peru). Segundo Ducke (1922), esta era uma das espécies mais frequentes da família no estado do Pará.

As duas espécies do gênero *Vochysia*, coletadas na ECFPn diferenciam-se, além dos caracteres apresentados na chave, pela filotaxia: verticilida ou oposta em V. *obscura* e sempre oposta em V. *vismiifolia*.



Figura 6. *Vochysia obscura* Warm.

6. *Vochysia vismiifolia* Warm. Fl. Bras. 13 (2): 99. 1875. Tipo: Brasil. S*pruce* 1223; 1850-51 (Holótipo: B). Figura 7a-c; Figura 8.

Árvore de 10-27 m de altura, ramos glabros. Folha simples, sempre opostas; pecíolo com 8 mm de comprimento, glabro; lâmina com a parte inferior ferrugínea, lanceolada; 11,7-17,2 x 3,3-5,5 cm; ápice acuminado, cume 5-10 mm de largura; base cuneada; margem inteira; 13-16 pares de nervuras secundárias. Inflorescência em racemo terminal. Flor 1,2 cm de comprimento, pedicelo, 3-5 mm de comprimento, pubescente; hipanto 2-3 mm de comprimento, indumento aveludado; 4 lobos menores 1-2 x 1-2 mm, ovados, interna e externamente pubescente; 1 lobo maior, calcarado, 8-11 mm x 5 mm, oblongo, externamente pubescente; calcar 4-8 mm de comprimento, pubescente; pétalas 3, desiguais, 4-6 x 4-1 mm, amarelas, oblongas, pilosas externamente; estaminódios 2, desiguais em tamanho, 0,5-1 x 0,3-0,5 mm, amarelados, ciliados; estame 1, antera 6-7 mm de comprimento, pubescente, filete 2-3 mm de comprimento, pubescente; pistilo 1, estilete 7 mm de comprimento, estigma 0,5 mm de comprimento, glabro; ovário súpero, glabro. Fruto uma cápsula loculicida, com alas subsulcadas, 22-30 x 9-12 mm, oblongo, superfície verrugosa, amarelado.

Material examinado: **BRASIL, Pará:** Melgaço, Estação Científica Ferreira Penna, 02-15.II.1991, A.S.L. *da* S*ilva* et al. 2181 (MG); idem, 02.XI.2004, M.A. F*reitas* et al. 1172 (MG).

Material adicional: **BRASIL, Mato Grosso:** Aripuanã, 15.I.79, M.G. S*ilva*, A. P*inheiro* 4258 (MG).

Vochysia vismiifolia encontra-se distribuída na América do Sul, ocorrendo na Bolívia, Brasil (AM, PA, GO, MA, RO), Colômbia, Equador, Peru e Venezuela (FRANÇA, 2010; TROPICOS, 2010). Ocorre em floresta de terra firme e igapó.

Foram analisadas amostras de V. *vismiifolia* determinadas erroneamente como V. *pyramidalis* Mart. no acervo do herbário MG. Todavia, estas espécies diferenciam-se pelo botão e calcar retos ou pouco recurvados em V. *pyramidalis* e curvados em V. *vismiifolia*. Além disso, a lâmina foliar em V. *pyramidalis* apresenta ápice longamente acuminado e base arredondada ou cordada, com nervura marginal eucampdródoma, enquanto em V. *vismiifolia* a sua lâmina apresenta ápice agudo, base cuneada, nervura marginal broquidródoma (STAFLEU, 1948).

A madeira desta espécie é utilizada na marcenaria, caixotaria, carpintaria, pasta para papel, construção de pontes etc. Suas folhas e frutos em decocção são utilizados contra dor de estômago e os frutos maduros como alimento (CENTURIÓN, 1993; LOUREIRO; SILVA, 1968).

CONCLUSÕES

A família Vochysiaceae apresenta baixa riqueza na ECFPn, porém, suas espécies têm grande importância na caracterização fitofisionômica do ambiente.

As espécies encontradas na ECFPn são exclusivas da América do Sul, com apenas Q*ualea acuminata* estendendo sua distribuição até o Panamá.

Na ECFPn, as espécies de Vochysiaceae ocorrem tipicamente nas margens de rios, em florestas de várzea e igapó, podendo ocorrer também em floresta de terra firme.

Dados da Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Pará (2008) sobre extração e movimentação de toras de madeiras nativas, mostram que todas as espécies de Vochysiaceae levantadas são exploráveis e apresentam alto valor econômico, com exceção de R. *albiflora*, que possui valor relativamente baixo. A madeira da maioria destas espécies é empregada especialmente em construção naval, civil, movelaria, carpintaria, caixotaria e na indústria de papel.

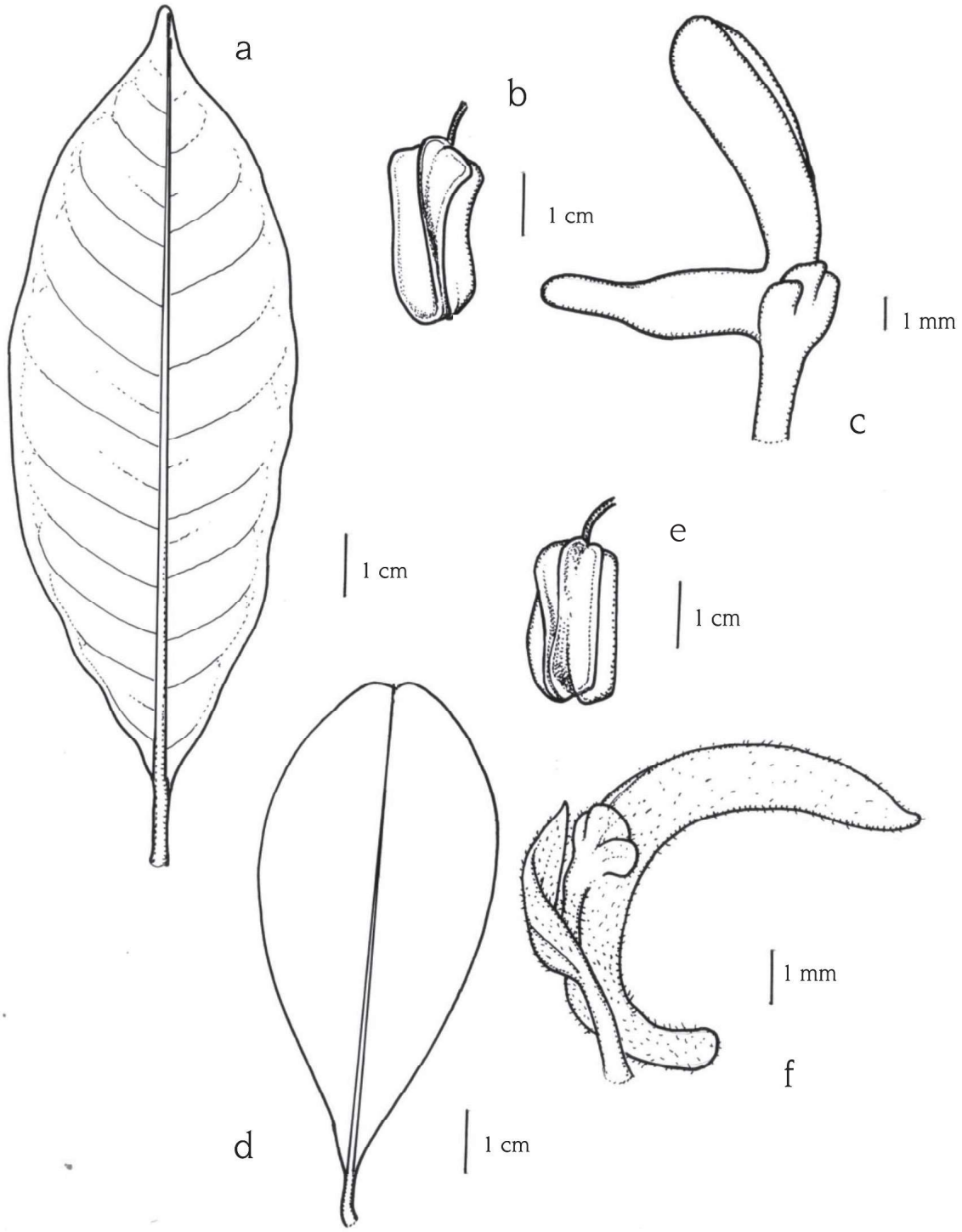


Figura 7a-f. *Vochysia vismiifolia* Warm.: a) Folha; b) Fruto; c) Sépala calcarada e sépalas menores; *Vochysia obscura* Warm.; d) Folha; e) Fruto; f) Sépala calcarada, sépalas menores e bráctea.



Figura 8. *Vochysia vismiifolia* Warm.

REFERÊNCIAS

APG III. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.

BARBOSA, A. R. **As espécies do gênero Vochysia Albl. (Vochysiaceae) ocorrentes no estado de São Paulo**. 1999, 196f. il. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; PEIXOTO, A. L.; LIMA, H. C. Família Vochysiaceae. A. St. Hil. In: BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; PEIXOTO, A. L.; LIMA, H. C. (Eds.). **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. p. 343-345, il. v.2.

CENTURIÓN, T. R. Vochysiaceae A. Saint-Hilaire. In: KILLEEN, T. J.; ESTIGARRIBIA, E. G.; BECK, S. G. (Eds.). **Guía de arboles de bolivia**. La Paz: Herbario Nacional de Bolivia; Missouri Botanical Garden, 1993. p. 817-823. il.

DUCKE, A. Plantes nouvelles ou peu connues de la région amazonienne. **Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro**, v.3, p. 193-194, 1922.

FRANÇA, F. Vochysiaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <ttp://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB025042>. Acesso em: jun. 2011.

KAWASAKI, M. L. Systematics of E*risma* (Vochysiaceae). **Memoirs of The New York Botanical Garden**, v. 81, p. 1-40, 1998.

LISBOA, P. L. B. A Estação Científica Ferreira Penna/ECFPn. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 25-40. il.

LISBOA, P. L. B.; FERRAZ, M. G. **Estação Científica Ferreira Penna**: ciência e desenvolvimento sustentável na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1999. 151 p. il.

LITT, A.; CHEEK, M. Kuropodendron songwcanum, a new genus and species of Vochysiaceae from Wets-Central Africa. **Brittonia**, New York, v. 54, n. 1, p. 13-17, 2002.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. **Catálogo das madeiras da Amazônia**, v. 2. Belém: SUDAM, 1968. p. 347-352; 377-382.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. ; ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia**, Manaus, v. 2. p. 22-25; p. 33-36; 104-107, 1979.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológica/Divisão de Madeiras, 1989. p. 281; 357. n. 1791.

MARCANO-BERTI, L. Un nuevo gênero de las Vochysiaceae. **Pittieria**, n. 2, 1969.

MARCANO-BERTI, L. Vochysiaceae. In: BERRY, P. E.; HOLST, B. K.; YATSKIEVYCH, K. (Eds.). **Flora of the venezuelan Guayana - Rutaceae-Zygophyllaceae**. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2005. p. 500-524. v. 9.

MORAES, J. C.; COSTA, J. P. R.; ROCHA, E. J. P.; SILVA, I. M.O. Estudos hidrometeorológicos na bacia do rio Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 85-95.

RODRIGUES, W. A. Contribuição ao estudo da flora manauense. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica, Belém, n. 16, p. 5-6, 1962.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. VOCHYSYACEAE. In: SOUZA, V. C.; LORENZI, H. (Eds.). **Botânica e sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. p. 304-305.

STAFLEU, F.A. A monograph of the Vochysiaceae. I. S*alvertia* and *Vochysia*. **Recueil des Travaux Botanique Néerlandaise**, v. 41, p. 397-540, 1948.

STAFLEU, F. A. A monograph of the Vochysiaceae III. *Qualea*. **Acta Botanica Neerlandica**, The Netherlands, v. 2, n. 2, p. 114-217, 1953.

SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S. S.; ROSÁRIO, C. S. Flórula fanerogâmica da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn): caracterização dos ecossistemas e lista preliminar de espécies. In: SEMINÁRIO DE 10 ANOS DE ATIVIDADES DA ESTAÇÃO CIENTÍFICA FERREIRA PENNA, CAXIUANÃ, PARÁ. 2003. Belém. **Trabalho Apresentado**. Belém: MPEG, 2003.

TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em: <http://www.tropicos.org/ >. Acesso em: 5 dez. 2010.

WARMING E. Vochysiaceae et Trigoniaceae. In: WARMING, E. (Ed.). **Flora Brasiliensis**. Oldenburg: [s.n.], 1875. p. 16-116. v. 13.

CONTRIBUIÇÃO À FLORA EPIFÍTICA DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ: BROMELIACEAE E ORCHIDACEAE

Ana Kelly Koch
João Ubiratan Moreira dos Santos
Anna Luiza Ilkiu-Borges

INTRODUÇÃO

A flora epifítica é composta por plantas que, em algum estágio de sua vida, utilizam suporte (forófito) para se estabelecerem (MADISON, 1977), promovendo, apesar disso, uma relação harmônica.

Com aproximadamente 25.000 espécies, distribuídas em 84 famílias, as epífitas constituem cerca de 10% de todas as espécies vasculares (KRESS, 1986). São típicas de florestas tropicais e subtropicais úmidas, tendo a abundância e a diversidade fortemente influenciadas pela mudança de condições ecológicas ao longo de gradientes altitudinais, latitudinais e continentais (GENTRY; DODSON, 1987; GENTRY, 1988). Segundo Waechter (1992), este grupo de plantas proporciona recursos alimentares como frutos, néctar, pólen e água, além de microambientes especializados para a fauna, constituída por vários organismos voadores e arborícolas.

De acordo com Kersten e Silva (2006), dentre as famílias mais representativas em números de espécies epífitas no Brasil, a maioria é de monocotiledôneas, representadas principalmente por Orchidaceae (50 %), Bromeliaceae (12 %) e Araceae (4 %), sendo as duas primeiras normalmente dominantes na região neotropical (RIBEIRO et al., 1994; BENZING, 1995).

As espécies de Bromeliaceae são caracterizadas por apresentarem uma roseta séssil, de folhas parcialmente sobrepostas em sua base, dispostas em espiral; as margens foliares podem ser lisas ou aculeadas; a absorção de água e nutrientes é feita através de tricomas absorventes, que revestem a superfície foliar dessas plantas (RIBEIRO et al., 1999). Esta família é composta por cerca de 3.270 espécies, distribuídas em 56 gêneros, sendo tradicionalmente dividida em três subfamílias: Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae (LUTHER, 2004). Está posicionada na ordem Poales, segundo APG III (2009). Possui distribuição quase que exclusiva na região neotropical, com exceção de uma espécie que é encontrada na costa ocidental da África (KRESS, 1986). No Brasil, suas espécies podem ser encontradas em diferentes tipos de habitat, e juntas somam, aproximadamente, 1.207 espécies, distribuídas em 42 gêneros (FORZZA et al., 2010), com a maioria delas ocorrendo na Mata Atlântica.

Os membros de Orchidaceae são caracterizados principalmente por possuírem várias adaptações especiais, como a presença de velame nas raízes, que ajuda na absorção de água e nutrientes; pseudobulbos, que armazenam água e reduzem a dissecação; folhas carnosas em algumas espécies, além de outras estruturas adaptativas (RIBEIRO et al., 1999). Segundo Souza e Lorenzi (2008), é constituída por cerca de 20.000 espécies, distribuídas em 850 gêneros. Tradicionalmente, essa família é dividida em cinco subfamílias:

Apostasioideae, Vanilloideae, Cypripedioideae, Orchidoideae e Epidendroideae, estando posicionada, segundo APG III (2009), na ordem Asparagales. Apresenta distribuição cosmopolita. No Brasil, ocorrem 2.424 espécies, distribuídas em 234 gêneros, por todos os domínios fitogeográficos do país (BARROS et al., 2010).

Na Amazônia brasileira, estudos relacionados à flora epifítica vascular de Bromeliaceae e Orchidaceae são quase inexistentes, constando apenas o de Gottsberg e Morawetz (1993), que incluíram, ainda, em seu trabalho, liquens e briófitas, desenvolvendo-o em uma área de savana.

Dentre as unidades de conservação da Amazônia brasileira, a Floresta Nacional de Caxiuanã é uma das mais bem preservadas e concentra uma das mais ricas diversidades de plantas da Amazônia (LISBOA; FERRAZ, 1999). Um dos grupos de plantas mais bem estudados em Caxiuanã foram as briófitas, abordadas em cerca de 10 trabalhos. Não obstante, Ilkiu-Borges et al. (2009), avaliando o avanço do conhecimento da brioflora, afirmam que, mesmo após vários e extensos estudos, a diversidade local ainda não está completamente conhecida e que os trabalhos recentes continuam registrando novas ocorrências para a área, para o estado e até novas espécies para a ciência.

Trabalhos de inventários florísticos totais não ocorreram até o presente, e mesmo os inventários de grupos específicos na área são insuficientes, levando em consideração o tamanho e a diversiadade de ambientes formados pela sua cobertura vegetal. A maioria dos estudos já realizados contempla principalmente parte do componente arbóreo e confirma a grande riqueza de espécies (ILKIU-BORGES et al., 2009).

Até recentemente, estudos sobre as epífitas vasculares eram praticamente inexistentes, constando apenas um prévio conhecimento sobre as Orchidaceae e Samambaias, de acordo com um relatório técnico de atividades realizadas na Flona, apresentado por Lisboa (1996). Os primeiros trabalhos que incluíram o componente de copa foram os de Oliveira (2010), que estudou briófitas, e o de Pos e Sleeger (2010), que realizaram um estudo sobre a distribuição vertical e ecologia das epífitas vasculares na Estação Científica Ferreira Penna, listando espécies pertencentes a 19 famílias, entre elas Araceae, Orchidaceae e Samambaias.

A realização de estudos florísticos é muito importante para as áreas de conservação, pois, com a lista de espécies é possível conhecer a composição da vegetação e se há espécies úteis para o extrativismo das comunidades tradicionais. Para tanto, o objetivo deste estudo foi complementar a lista de espécies que se conhece para a Floresta Nacional de Caxiuanã, ampliando as informações relacionadas à flora com potencial ornamental do estado do Pará e, consequentemente, da região amazônica, além de investigar a ecologia das espécies de Bromeliaceae e Orchidaceae epífitas, relacionando-as aos seus ambientes e substratos de ocorrência, contribuindo com o plano de manejo da Flona.

MATERIAL E MÉTODOS

A Floresta Nacional de Caxiuanã localiza-se geograficamente entre as coordenadas 01°42'30"S e 51°31'45"W e abrange uma área de 323.717,7 ha. A vegetação é densa, fechada, com árvores em torno de 30-40 m de altura. O relevo é plano e ondulado, sem grandes elevações. O solo das áreas de terra firme é do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, com textura média a argilosa e, nos terrenos inundáveis, apresentam a associação de solos hidromórficos (LISBOA et al., 1997).

O clima é do tipo Am_i tropical úmido, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica mais intensa de dezembro a maio e menos intensa de agosto a novembro (COSTA; MORAES, 2002). A

temperatura média anual varia entre 26° a 27° C e a drenagem principal é composta pelo rio Anapu e pela bacia de Caxiuanã que, segundo a classificação das águas da Amazônia, elaborada por Sioli (1984), corresponde aos rios de águas pretas (LISBOA; FERRAZ, 1999).

Foram realizadas quatro excursões para a Flona, entre os meses de abril de 2009 e novembro de 2010, cada uma com duração média de 20 dias, contemplando florestas de terra firme, igapó e várzea, nas áreas da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) e sítio amostral do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio-Amazônia Oriental). Além disso, foram analisadas algumas exsicatas depositadas no herbário MG. A metodologia utilizada foi aplicada de acordo com as exigências de cada local amostrado, segundo Fidalgo e Bononi (1984), coletando-se apenas material fértil (com flor ou fruto). O material herborizado foi incorporado às coleções dos herbários João Murça Pires (MG), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e Embrapa Amazônia Oriental (IAN), da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA-Amazônia Oriental). As abreviaturas dos nomes dos autores seguiram Holmgren et al. (1990).

Para a identificação das espécies foi utilzada bibliografia específica; para as Bromeliceae: Mez (1891-1894) e Smith e Downs (1974, 1977; 1979); para as Orchidaceae: Cogniaux (1898-1902), Hoehne (1949), Pabst e Dungs (1975; 1977), Dunsterville e Garay (1959), Werkhoven (1986) e Silva e Silva (1998, 2004; 2010), Carnevali et al. (2003), além de comparação com os acervos dos herbários IAN e MG e ajuda de especialistas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho foram coletadas 38 espécies de epífitas, pertencentes às famílias estudadas (Tabela 1). As Bromeliaceae estão representadas por cinco espécies, distribuídas em quatro gêneros, sendo A*echmea* Ruiz & Pav. o mais represenativo, com duas espécies. As Orchidaceae estão representadas por 33 espécies, distribuídas em 28 gêneros, sendo os mais representativos E*pidendrum* L., S*caphyglottis* Poepp. & Endl., C*atasetum* Rich. ex Kunth, E*ncyclia* Hook., P*olystachya* Hook. e V*anilla* Plum. ex Mill., sendo os demais com apenas uma espécie cada (Figura 2A a-h; Figura2B i-p; Figura 2C q-x). Ressalte-se que durante uma das excursões foi encontrada uma nova espécie de orquídea do gênero V*anilla*, que está sendo descrita.

Em estudo sobre a distribuição vertical das epífitas vasculares da Flona, Pos e Sleeger (2010) encontraram 11 espécies de Orchidaceae, sendo que L*ockhartia imbricata* (Lam) Hoehne, M*axillaria amazonica* Schlt., C*hrystensonella uncata* Szlach. *et al*., D*imerandra emarginata* (G. Mey.) Hoehne, E*pidendrum carpophorum* Barb. Rodr. e S*caphyglottis bolivensis* (Rolfe) B. R. Adams (Tabela 1) também foram registradas no presente trabalho, e as demais espécies tratadas pelos autores supracitados não foram recoletadas nas excursões realizadas, bem como a identificação das mesmas não pôde ser confirmada, pois estas apresentavam-se estéreis.

Em relação às fitofisionomias amostradas, a maioria das espécies (17) ocorreu exclusivamente em floresta de igapó, oito em floresta de terra firme e sete em floresta de várzea (Figura 1). Algumas espécies ocorreram em mais de uma fitofisionomia, e apenas duas, C*hrystensonella uncata* e P*olystachya foliosa* (Hook.) Rchb. f., ocorreram nas três fitofisionomias. Estas duas espécies, de fato, foram comuns em todos os ambientes estudados na Flona, tendo sido observadas sobre troncos vivos ou mortos e também em locais de vegetação aberta ou interior de floresta com pouca luminosidade, demonstrando uma grande amplitude ecológica (Tabela 1).

É importante ressaltar que as coletas foram direcionadas apenas a material botânico fértil e que outras espécies observadas em campo não puderem ser coletadas, por não se apresentarem com flores ou frutos. Contudo, se futuros estudos ou excursões de coletas forem realizados mensalmente, a quantidade de espécies de Bromeliaceae e Orchidaceae epífitas aumentará consideravelmente.

Tabela 1. Lista das espécies de Bromeliaceae e Orchidaceae levantadas na Floresta Nacional de Caxiuanã e ocorrência nas fitofisionomias amostradas. FI: floresta de igapó; FTF: floresta de terra firme; FV: floresta de várzea.

Família/Espécie	FI	FTF	FV
Bromeliaceae			
Aechmea bromeliifolia (Rudge) Baker		x	
Aechmea mertensii (G. Mey.) Schult. f.		x	x
Araeococcus micranthus Brongn.		x	
Guzmania lingulata (L.) Mez	x		
Tillandsia bulbosa Hook.			x
Orchidaceae			
Anathallis barbaulata (Lindl.) Pridgeon & M.W. Chase	x	x	
Aspasia variegata Lindl.	x		
Brassavola martiana Lindl.	x		x
Catasetum aff. *barbatum* (Lindl.) Lindl.	x		
Catasetum longifolium Lindl.			x
Chrystensonella uncata Szlach *et al*.	x	x	x
Coryanthes speciosa (Hook.) Hook.			x
Dichaea picta Rchb. f.	x		x
Dimerandra emarginata (G. Mey.) Hoehne		x	
Encyclia aff.*yauaperiensis* (Barb. Rodr.) Porto & Brade	x		
Encyclia paraensis V. P. Castro e A. Cardoso.			x
Epidendrum carpophorum Barb. Rodr.	x		
Epidendrum macrocarpum Rich.	x		
Epidendrum nocturnum Jacq.	x		x
Epidendrum rigidum Jacq.	x		
Heterotaxis villosa (Barb. Rodr.) F. Barros	x		
Lockhartia imbricata (Lam.) Hoehne	x		
Maxillaria amazônica Schlt.		x	
Maxilariella alba (Hook.) M. A. Blanco & Carnevali	x		
Notylia yauaperyensis Barb. Rodr.	x		
Paphinia cristata (Lindl.) Lindl.	x		
Platystele ovalifolia (H. Focke) Garay & Dunst.		x	
Plectrophora cultrifolia (Barb. Rodr.) Cogn.		x	
Pleurothallis pruinosa Lindl.	x		
Polystachya foliosa (Hook) Rchb. f.	x	x	x
Polystachya stenophylla Schltr.	x		

Tabela 1. (cont.) Lista das espécies de Bromeliaceae e Orchidaceae levantadas na Floresta Nacional de Caxiuanã e ocorrência nas fitofisionomias amostradas. FI: floresta de igapó; FTF: floresta de terra firme; FV: floresta de várzea.

Família/Espécie	FI	FTF	FV
Scaphyglottis boliviensis (Rolfe) B. R. Adams		x	
Scaphyglottis prolifera (Sw.) Cogn.	x	x	
Scaphyglottis reflexa Lindl.		x	
Specklinia spiculifera (Lindl.) Pridgeon & M. W. Chase	x		
Vanilla sp nv.			x
Vanilla palmarum (Salzm. ex Lindl.) Lindl.			x
Zygosepalum labiosum (Rich.) Garay	x		

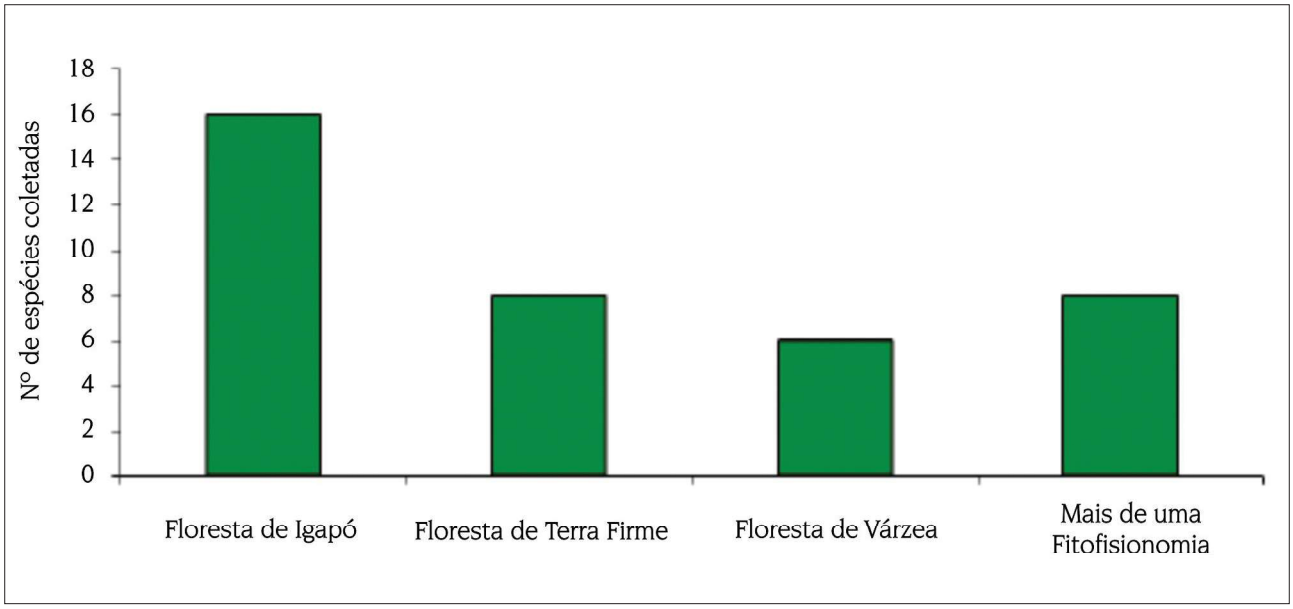


Figura 1. Ocorrência das espécies nas três fitofisionomias amostradas na Floresta Nacional de Caxiuanã.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade – Amazônia Oriental (PPBio), pelo apoio financeiro e logístico; à CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado à primeira autora; ao CNPq, pela concessão de bolsa ao segundo autor e ao referee pela leitura crítica do manuscrito.

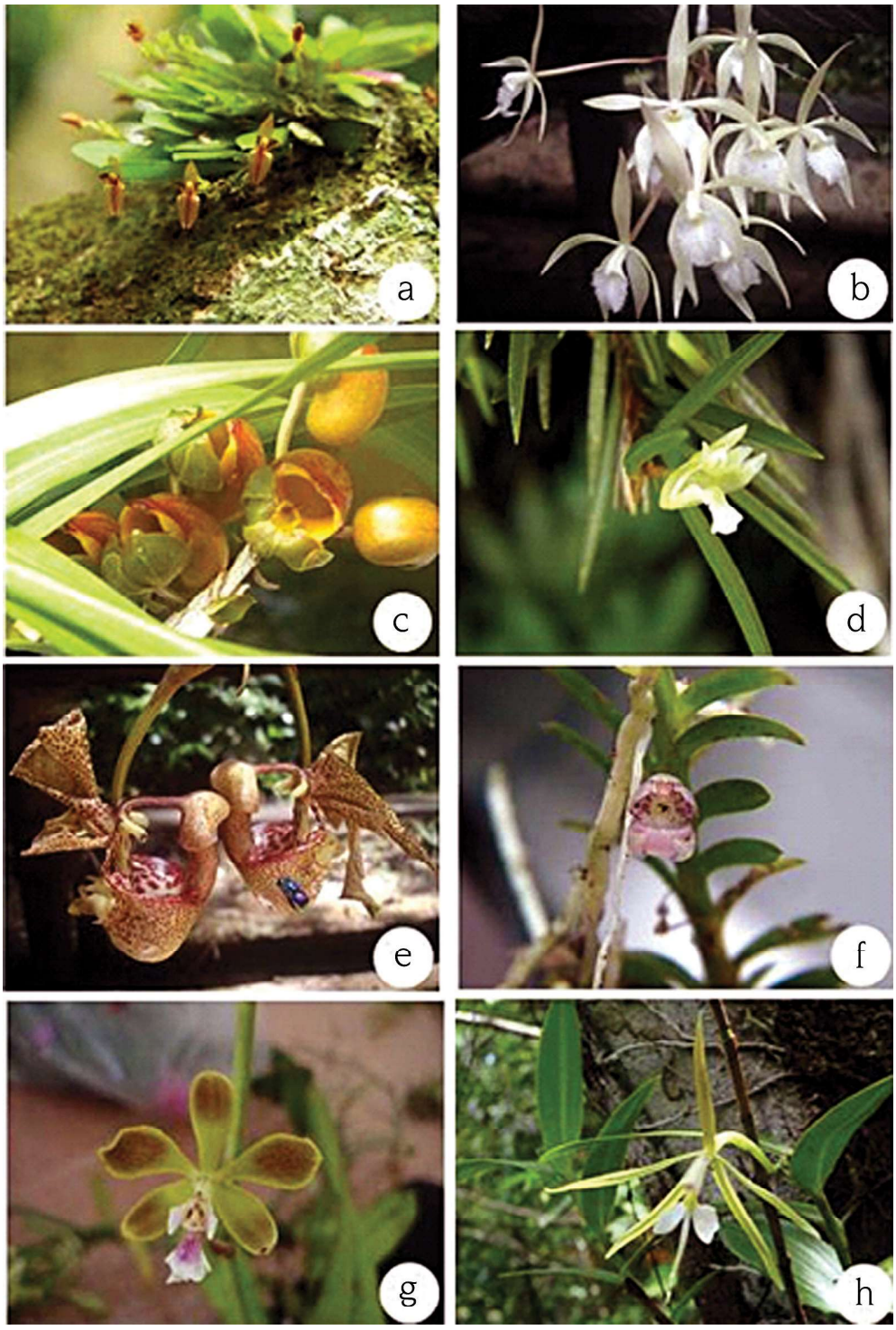


Figura 2A (a-h). Algumas espécies de orquídeas e bromélias epífitas da Floresta Nacional de Caxiuanã: a. A*nathallis barbulata*; b. B*rassavola martiana*; c. C*atasetum longifolium*; d. C*hrystensonella uncata*; e. C*oryanthes speciosa*; f. D*ichaea picta*; g. E*ncyclia paraensis*; h. E*pidendrum nocturnum*.

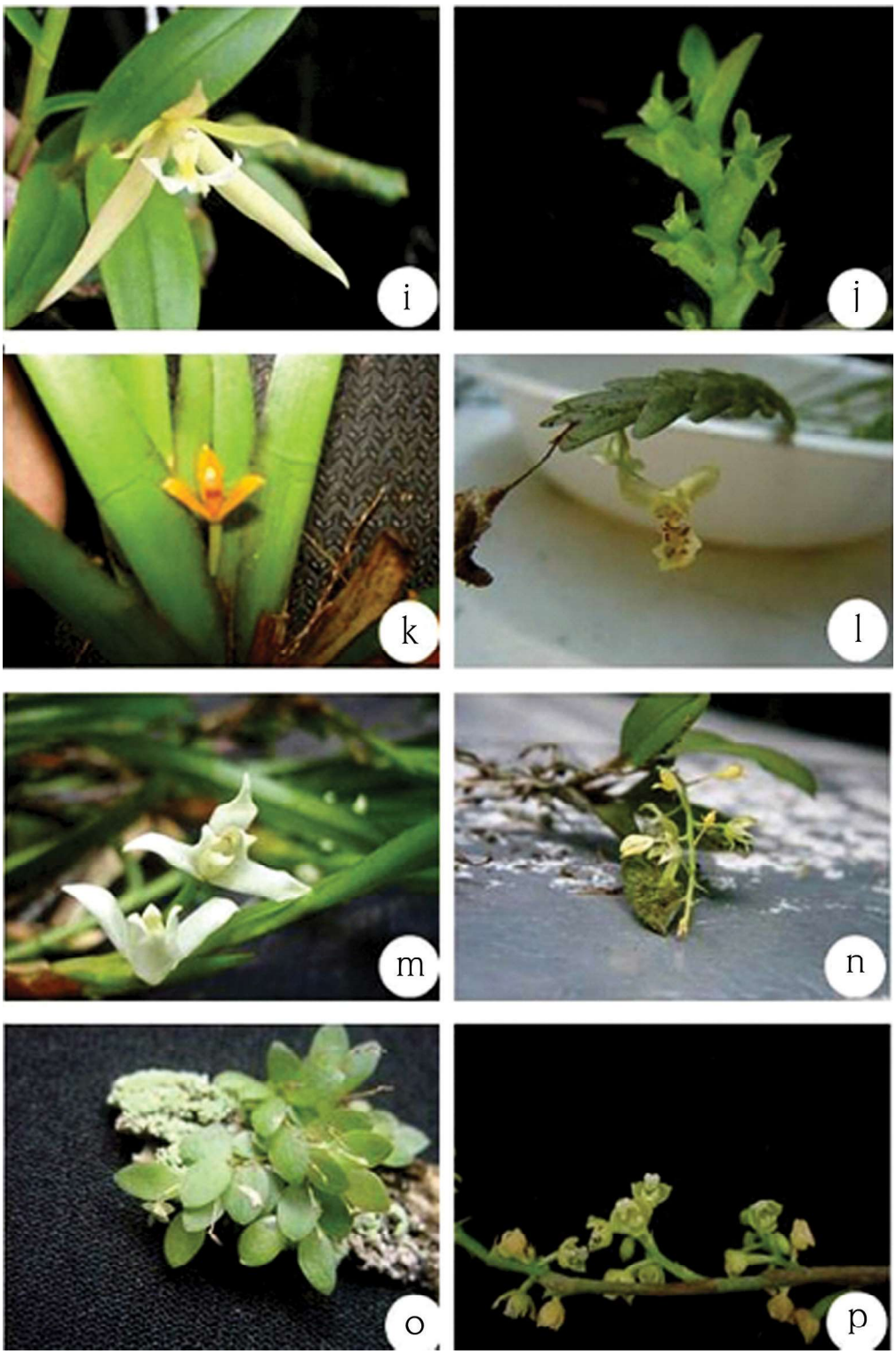


Figura 2B (i-p). i. E*pidendrum carpophorum*; j. E*pidendrum rigidum*; k. H*eterotaxis villosa*; l. L*ockhartia imbricata*; m. M*axilariella alba*; n. N*otylia yauaperiensis*; o. P*latystele ovalifolia*; p. P*olystachya foliosa*.

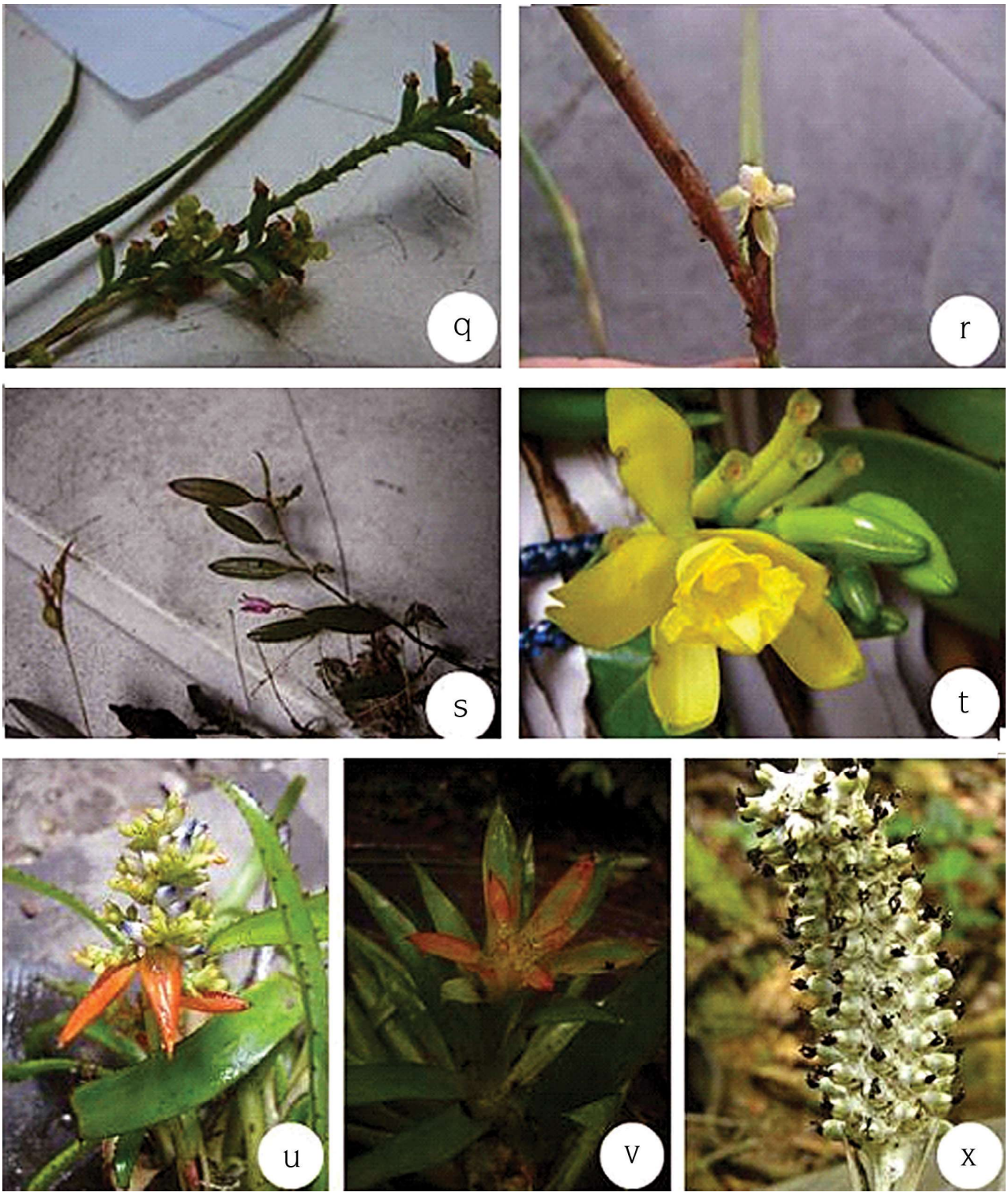


Figura 2C (q-x). q. *Polystachya stenophylla*; r. *Scaphyglottis reflexa*; s. *Specklinia spiculifera*; t. *Vanilla palmarum*; u. *Aechmea mertensii*; v. *Guzmania lingulata*; x. *Aechmea bromeliifolia*.

REFERÊNCIAS

APG III. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of the flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.

BARROS, F.; VINHOS, F.; RODRIGUES, V. T.; BARBERENA, F. F. V. A.; FRAGA, C. N. Orchidaceae. In: FORZZA, R. C. et al. (Org.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 2. p. 1344-1426.

BENZING, D. H. Vascular epiphytes. In: LOWMAN, M.D.; NADKARNI, N.M. (Eds.). **Forest canopies**, 1st. San Diego: Academic Press, 1995. p. 225-254.

CARNEVALI, G.; RAMÍREZ-MORILLO, I. M.; ROMERO-GONZALES, G. A.; VARGAS, C. A; FOLDATS, E. Orchidaceae. In: STEYERMARK, J. A. et al. (Ed.). **Flora of the venezuelan Guayana**: Myrtaceae - Plumbaginaceae. Kew: Missouri Botanical Garden Press, 2003. v. 7. 743 p.

COGNIAUX, A. Orchidaceae. In: MARTIUS, C. F. P., EICHLER, A. G; Urban, I. (Eds.). **Flora Brasiliensis**. [s.l.]: Typographia Regia, Monochii, 1898-1902. v. 3. pt. 5. t. 1-119. p. 1-663.

COSTA, J. P. R.; MORAES, J. C. Médias mensais de variáveis metereológicas (1996-1999). In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã.** Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi. 2002. p. 225-232.

DUNSTERVILLE, G. C. K.; GARAY, L. A. **Venezuelan orchids illustrated**, 1959. v. I. 448 p. il.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico.** São Paulo: Instituto de Botânica, 1984. 62 p. (Manual, n. 4).

FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; MARTINELLI, G. Bromeliaceae. In: FORZZA, R. C. et al. (Org.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 1, 871 p.

GENTRY, A. H.; DODSON, C.H. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 74, p. 205-233, 1987.

GENTRY, A.H. Changes in plant community diversity and foristic composition on environment and geographical gradients. **Annals of the Missouri Garden**, v. 75, p. 1-34, 1988.

GOTTSBERGER, G.; MORAWETZ, W. Development and distribution of the epiphytic flora in an Amazonian savanna in Brazil. **Flora**, v. 1, p. 145-151, 1993.

KERSTEN, R.A; SILVA, S. M. The floristic compositions of vascular epiphytes of a seasonally inundated forest on the coastal plain of ilha do Mel Island, Brazil. **Revista de Biología Tropical**, v. 54, n. 3, p. 935-942, 2006.

HOEHNE, F. C. **Iconografia de orchidaceas do Brasil.** São Paulo: Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio, 1949. 601 p. il.

HOLMGREN, P. K., HOLMGREN, N. H.; BARNET, L. C. **Index herbariorum**. The herbaria of the world. New York: New York Botanical Garden, 1990. Part. I.

ILKIU-BORGES, A. L., LISBOA, R. C. L.; MORAES, E. N. R. Avanços no conhecimento da brioflora. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã:** desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. 671 p.

KRESS, W. J. A Symposium: the biology of tropical epiphytes. **Selbyana**. v. 9, p. 1-22, 1986.

LISBOA, P. L. B. **Relatório técnico do projeto:** diversidade florística da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn). Belém: MPEG, 1996.

LISBOA, P. L. B.; ALMEIDA, S. S.; SILVA, A. S. L. Florística e estrutura dos ambientes. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 163-193.

LISBOA, P. L.; FERRAZ, M. G. **Estação Científica Ferreira Penna:** ciência & desenvolvimento sustentável na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1999. 151 p.

LUTHER, H. E. **An alphabetic list of bromeliad binomials**. The Marie Selby Botanical Gardens. 9 ed. Sarasota: Bromeliad Society International, 2004.

MADISON, M. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana**, v. 2, p. 1-13, 1977.

MEZ, C. Bromeliaceae. In: MARTIUS, C. F. P.; EICHLER, A. G.; URBAN, I. (Eds.). **Flora Brasiliensis.** Lipsiae. Rio de Janeiro: Typographia Regia, 1891-1894. v. 3. parte 3.

OLIVEIRA, S. M. **Diversity epiphytic bryophytes across the Amazon.** Utrecht: Utrecht University, 2010. 152 p.

PABST, G. F. J.; DUNGS, F. **Orchidaceae Brasilienses.** Band. I. Hildesheim: Kurt Schmersow, 1975. 408 p. il.

PABST, G. F. J.; DUNGS, F. **Orchidaceae Brasilienses.** Band. II. Hildesheim: Kurt Schmersow, 1977. 418 p. il.

POS, E. T.; SLEEGER, A. D. M. Vertical distribution and ecology of vascular epiphytes in a lowland tropical rain forest of Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Série Ciências Naturais, v. 5, n. 3, p. 335-344, 2010.

RIBEIRO, J. E. L. D.; GARCIA, J. P. M.; MONTEIRO, R. Distribution of the orchid species in the coastal plains of the fazenda Beach, municipality of Ubatuba, state of São Paulo, Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 37, n. 3, p. 515-526, 1994.

RIBEIRO, J. E. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1999. 816 p. il.

SILVA, J. B. F.; SILVA, M. F. F. **Orquídeas nativas da Amazônia brasileira (Gênero *Catasetum* L.C. Rich. ex Kunth)**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998. 121 p. il.

SILVA, J. B. F.; SILVA, M. F. F. **Orquídeas nativas da Amazônia brasileira II.** Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2004. 540 p. il.

SILVA, J. B. F.; SILVA, M .F. F. **Orquídeas nativas da Amazônia brasilleira II.** 2. ed. revta. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2010. 526 p. il.

SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types, p. 127-175. In: SIOLI, H. (Ed.). **Monographie Biologicae**. The Amazon Limnology and Landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. [s.l.]: The Hague, 1984.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotropica**, v. 14, n. 1, p. 1-658, 1974.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Tillandsioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotropica**, v. 14, n. 2, p. 659-1942, 1977.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromelioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotropica**, v. 14, n. 3, p. 1493-2141, 1979.

SOUZA, V. C., LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: In

stituto Plantarum, 2008. 640 p.

WAECHTER, J. L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. 1992. Tese (Doutorado) Universidade de São Carlos, São Carlos, 1992.

WERKHOVEN, M. C. M. **Orchids of Suriname**. VACO N.V. Uitgeversmaatschappij, Postbus 1841. Paramaribo: [s.n.], 1986. 256 p.

FARMACOPEIA VEGETAL DA COMUNIDADE CAXIUANÃ, NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Silvana de Fátima Rodrigues Rocha
Márlia R. Coelho Ferreira
Maria das Graças Pires Sablayrolles

INTRODUÇÃO

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) foi instituído através da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000) e abrange as Unidades de Conservação (UC) federais, estaduais e municipais. Tem por objetivos contribuir para a manutenção da diversidade biológica do país; proteger os recursos naturais necessários à subsistência das populações tradicionais, respeitando e valorizando seus conhecimentos; levar em consideração as condições e necessidades das populações locais no desenvolvimento e adaptação de métodos e técnicas de uso sustentável desses recursos, entre outros.

Em consonância com o argumento de que os povos tradicionais possuem uma vasta experiência na utilização e conservação da biodiversidade, aspectos intrinsecamente associados à preservação de sua cultura, a inclusão das populações tradicionais na perspectiva da conservação é essencial (POSEY, 1987; GUARIM-NETO et al. 2000; FONSECA-KRUEL; PEIXOTO, 2004).

A Amazônia possui uma incalculável diversidade biológica formada pelos ambientes naturais e apresenta uma enorme riqueza cultural proveniente do conhecimento das populações locais que residem na região. Esta biodiversidade desempenha um papel fundamental no contexto econômico, social e cultural das populações locais, muitas vezes constituindo a única fonte de recursos para a sua sobrevivência (SANTANA; LISBOA et al. 2002). Se considerarmos estes aspectos biológicos e culturais da região, existe um vasto campo a ser pesquisado, sobretudo no que tange aos conhecimentos das populações que usufruem dos recursos naturais disponíveis no interior de unidades de conservação onde vivem. Na Floresta Nacional de Caxiuanã, por exemplo, embora já existam alguns estudos sobre aspectos socioeconômicos dos ribeirinhos e usos de recursos biológicos, dentre estes as plantas medicinais (ANDRADE et al. 2002; SANTANA; LISBOA, 2002; LISBOA et al, 2002; VALENTE, 2002), ainda há muito a se conhecer.

A etnobotânica, que compreende o estudo das sociedades humanas, passadas e presentes, e suas interações ecológicas, genéticas, evolutivas, simbólicas e culturais com as plantas (FONSECA-KRUEL; PEIXOTO, 2004), apresenta-se como um instrumento importante na integração dos conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade vegetal e aos modelos de desenvolvimento sustentável mais adaptados às condições locais (MINNIS, 2000; HANAZAKI et al., 2006).

Neste cenário, e no intuito de contribuir para a valorização do conhecimento local, conservação e ao uso sustentável da Floresta Nacional de Caxiuanã, um estudo etnobotânico foi conduzido na comunidade homônima, enfocando as plantas medicinais utilizadas pelos moradores locais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na comunidade de Caxiuanã, situada no entorno da Estação Cientifica Ferreira Penna (ECFPn) (Figura 1).

O clima é do tipo Am, ou seja, tropical úmido. A precipitação pluviométrica é excessiva entre os meses de janeiro a março, e inferior a 60 mm nos meses de outubro e novembro (LISBOA, 2002). A precipitação pluviométrica média anual é de 2.000 mm e 2.500 mm, e a temperatura média anual em torno dos 26°C, com valores médios de temperatura mínima e máxima variando de 22°C a 32°C, respectivamente, e umidade relativa de 85% (MACIEL et al. 2000; LISBOA, 2002).

As formações vegetais encontradas na área da ECFPn podem ser enquadradas em cinco tipologias de vegetação natural: (1) floresta ombrófila densa de terra firme; (2) floresta inundável de várzea; (3) vegetação inundável de igapó; (4) vegetação campestre não florestal ou campos naturais; e (5) vegetação aquática (matupá) (ALMEIDA; THALES, 2003). O tipo de vegetação mais comum é a floresta de terra firme, que ocupa 80-85% de toda área da Flona Caxiuanã (ALMEIDA et al., 1993).

As atividades econômicas praticadas na comunidade de Caxiuanã são a agricultura de subsistência, o extrativismo vegetal, a caça e a pesca. O principal produto extraído da floresta é a castanha-do-pará, por constituir um importante complemento do regime alimentar e do orçamento familiar.

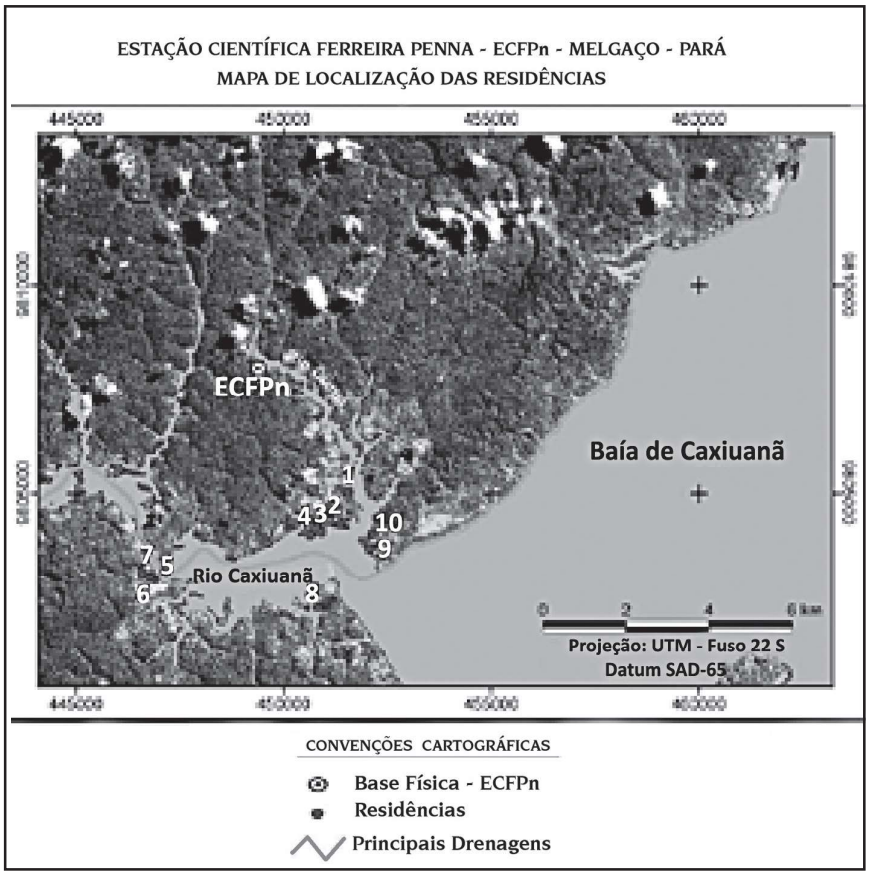


Figura 1. Localização das residências dos moradores da comunidade Caxiuanã, Melgaço, Pará. Fonte: Elaboração e adaptação: UAS/MPEG.

Coleta de dados

Neste estudo foram respeitados e tomados todos os procedimentos legais para acessar o conhecimento tradicional dos moradores da comunidade.

O trabalho de campo ocorreu no período de julho a dezembro de 2005, totalizando 90 dias, distribuídos em três períodos de 30 dias cada. Vinte residências foram visitadas e 40 informantes entrevistados, correspondentes a 20 casais. Entre os entrevistados foram selecionados oito informantes-chave (4 homens e 4 mulheres) indicados pelos moradores como detentores de conhecimentos sobre a flora local. Levaram-se em conta, também, a disposição e a disponibilidade dos moradores em contribuir para a pesquisa.

A coleta de dados foi conduzida por meio de técnicas complementares entre si. Primeiramente, entrevistas estruturadas (ALBUQUERQUE; LUCENA, 2004) foram aplicadas aos 40 informantes, para a obtenção de dados socioeconômicos; em seguida, foi utilizada a técnica de "listagem livre" (MARTIN, 1995; ALEXIADES, 1996; COTTON, 1996), onde cada informante mencionou as 10 plantas utilizadas com maior frequência. Tendo em mãos a lista resultante desta técnica, foi realizada uma "turnê guiada" (ALBUQUERQUE; LUCENA, 2004), em companhia dos informantes-chave, durante a qual foram anotadas informações sobre usos terapêuticos e locais de ocorrência das plantas, bem como coletado o material botânico. Posteriormente, entrevistas semiestruturadas (MARTIN, 1995; ALEXIADES, 1996) foram conduzidas junto aos 40 informantes, para obter informações mais detalhadas do uso de cada planta. Neste momento, fez-se uso do "checklist", com apoio do "herbário móvel" (ALEXIADES, 1996), confeccionado com as amostras coletadas, sobretudo para confirmar a correspondência dos nomes vernaculares às amostras vegetais.

O material botânico coletado foi identificado através de literaturas especializadas e por comparação com exsicatas do Herbário João Murça Pires (MG), onde foi depositado. Os nomes das espécies e seus autores foram confirmados e atualizados por meio do *site* do Missouri Botanical Garden (MOBOT, 2011). O sistema de classificação adotado foi o APG III (APG, 2009).

Os dados obtidos foram tabulados e representados posteriormente, em tabelas e gráficos, utilizando o software Excel. As espécies identificadas foram agrupadas em suas respectivas famílias e analisadas segundo a frequência do hábito, habitat e a sua disponibilidade. As espécies que não puderam ser coletadas, não foram, por conseguinte, identificadas, mas apenas citadas pelo nome popular. Foram comentadas, no entanto, quando compunham receitas, estando incluídas, porém, nas análises quantitativas.

Os modos de preparo foram contados, levando em conta o seu número de citações para cada espécie. As doenças e os sintomas tratados foram categorizados de acordo com Classificação Internacional de Doenças - CID-10 (OMS, 2008). As doenças e sintomas que não se enquadraram nestas categorias foram considerados como "doenças culturais".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os entrevistados

No período da pesquisa, a comunidade era composta por 23 famílias, representando uma população de 133 pessoas, entre crianças e adultos, habitando 20 residências, distribuídas às margens do rio Caxiuanã e da baía de mesmo nome. A amostra corresponde a 87 % das famílias da comunidade.

A faixa etária dos entrevistados variou de 16 a 82 anos, com destaque para a faixa entre 36 e 45 anos, que abrangeu 35 % do total de entrevistados (Figura 2).

Aproximadamente 58 % entre os entrevistados têm na agricultura sua principal ocupação econômica. As mulheres se dizem donas de casas e agricultoras (75 %) ou apenas donas de casas (20%). As demais (5 %) continuam assumindo serem donas de casas, gozando, porém, do benefício da aposentadoria.

Todos os homens se consideram agricultores, embora esta não seja a principal atividade para alguns deles; são também prestadores de serviços (50 %), auxiliares de campo (25 %), auxiliar de serviços gerais (15 %), auxiliar de cozinha (5 %) e aposentados (5 %). Desde o estabelecimento da base da ECFPn, as atividades acima citadas tornaram-se realidade. A renda mensal dos entrevistados é de um a dois salários mínimos. Outros recursos financeiros são obtidos através da aposentadoria, do Programa de Bolsa Família, do governo federal, de trabalhos realizados na roça, venda de excedentes de farinha e da extração de frutos da floresta.

Os indivíduos nascidos em Caxiuanã representam 78 % da amostra, e os demais 22 % nasceram em outras cidades e localidades próximas. A média de tempo de residência dos moradores é de 10 anos. A religião de 60 % dos moradores ainda é a católica, enquanto 40 % é evangélico. Ao comparar estes dados com os obtidos por Silveira et al. (1997) na mesma comunidade, onde naquela ocasião havia apenas um morador adepto da religião evangélica, constatou-se no presente estudo a expansão deste último segmento religioso.

O grau de escolaridade dos entrevistados vai até a 4ª série do Ensino Fundamental. Pouco mais da metade (53 %) são iletrados ou possuem pouco estudo, sabendo escrever apenas o nome e ler quase nada. De acordo com os moradores entrevistados, a baixa escolaridade se deve ao fato de que as crianças ajudavam os pais em sua lida diária, tal como nas tarefas do roçado, não havendo tempo para se dedicarem aos estudos. Atualmente, a situação mudou, em função dos programas governamentais, a exemplo da Bolsa Família, que oferecem aos mais jovens maiores oportunidades de educação.

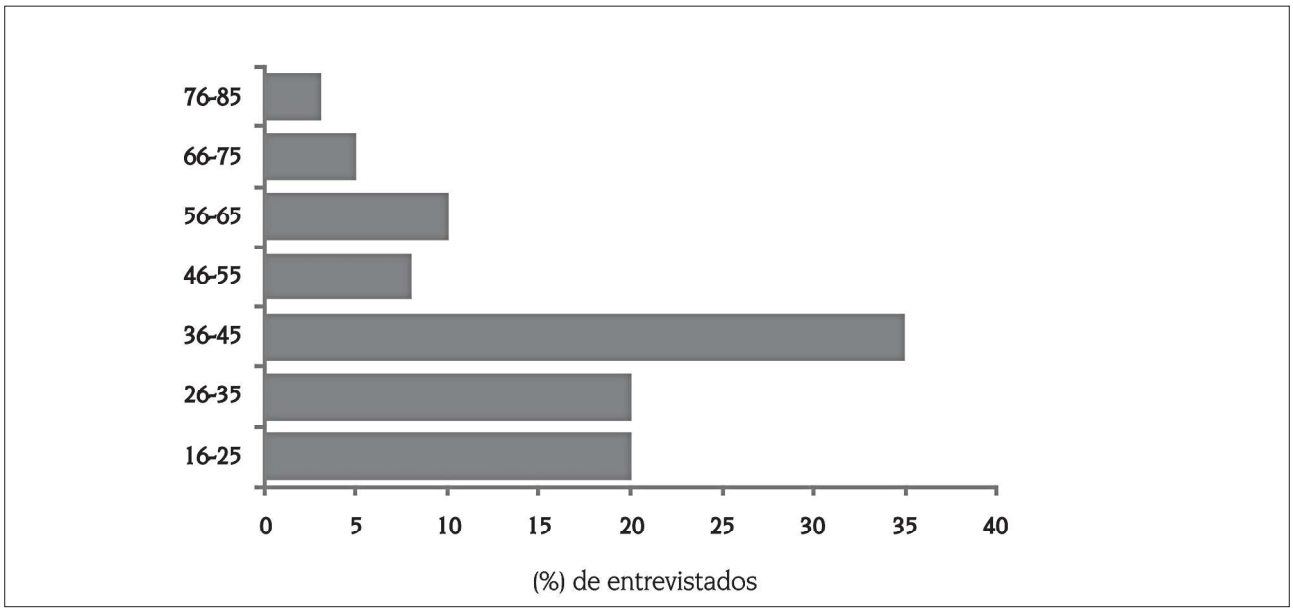


Figura 2. Número de moradores entrevistados por faixa etária na comunidade Caxiuanã, Melgaço, PA.

A origem do conhecimento sobre plantas medicinais é atribuída a diferentes fontes. A maioria dos moradores (N=36) relatou ter aprendido esta prática com os pais, avós, cunhadas, vizinhos e especialistas da medicina tradicionalmente praticada; os demais (N=4), além de citarem seus parentes, relataram ter adquirido mais conhecimentos por meio de livros, recursos audiovisuais ou por pessoas que visitaram o local. No que diz respeito à aquisição das plantas cultivadas em suas hortas ou quintais, é comum haver troca entre parentes e vizinhos, realizada principalmente pelas mulheres, que relataram dificilmente adquirí-las através de compra. As mulheres exercem um papel importante na disseminação do conhecimento, por também serem as responsáveis pelos cuidados da saúde no âmbito doméstico. Em outros locais da Amazônia ou do país, o importante papel das mulheres neste contexto foi relatado (COELHO-FERREIRA, 2009; FONSECA-KRUEL; PEIXOTO, 2004; OLIVEIRA et al., 2010).

Riqueza florística

Cento e vinte plantas de uso medicinal foram citadas. E, destas, 114 identificadas, cinco até gênero e 109 em nível de espécie (Anexos 1-2). Estão reunidas em 54 famílias, das quais se destacam Apocynaceae (8 espécies), Asteraceae e Lamiaceae (7 espécies cada), Caesalpiniaceae e Rubiaceae (5 espécies cada). As demais 49 famílias tiveram uma representatividade menor ou igual a quatro espécies (Figura 3). Os gêneros mais representativos em número de espécies foram *Citrus* e *Vernonia* (3 espécies cada) e *Anacardium*, *Ayapana*, *Jatropha*, *Ocimum*, *Manilkara*, *Vismia* e *Xylopia* (2 cada). As famílias representadas acima são quase sempre as mesmas encontradas em trabalhos sobre plantas medicinais, embora não na mesma ordem de importância. Scudeller et al. (2009), por exemplo, em comunidades ribeirinhas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé (AM), registraram 102 etnoespécies distribuídas em 52 famílias botânicas, sendo as famílias Lamiaceae (19,23 %), Fabaceae (17,30 %) e Asteraceae (9,61 %) as que contribuíram com o maior número de espécies.

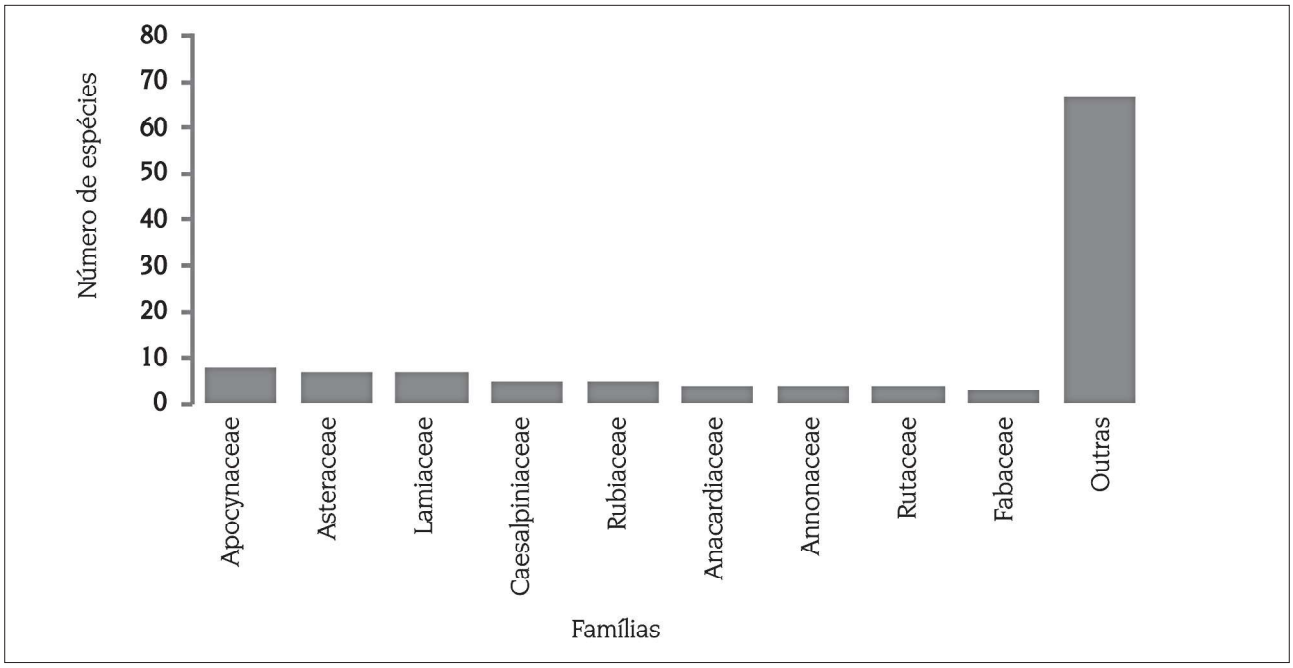


Figura 3. Famílias por número de espécies usadas na comunidade Caxiuanã, município de Melgaço, Pará.

As dez espécies mais representativas, em ordem decrescente de citação, foram: *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba), com 100 % de citações; *Hymenaea intermedia* Ducke (jatobá/jutaí), com 85 % citações; *Copaifera reticulata* Ducke (copaíba) e *Anacardium occidentale* L. (cajueiro/caju), com 80 % citações cada; *Dalbergia monetaria* L. (verônica) e *Bacopa* sp (peixinho), com 78 % citações cada; *Citrus arantifolia* (Chritm.) Swingle. (limão), com 75 % citações; *Allantoma lineata* Miers. (ceru), com 73 %, *Cedrela odorata* L. (cedro) e *Bertholletia excelsa* H. & B. (castanha-do-pará), com 70 % de citação cada.

Cinco espécies, entre as 114 identificadas, estão incluídas na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção (IBAMA, 2011). São elas: *Bertholletia excelsa* H. & B. (castanha-do-brasil), *Vouacapoua americana* Aubl. (acapu), *Virola surinamensis* Warb. (ucuuba), *Ptychopetalum olacoides* Benth. (muirapuama) e *Manilkara huberi* (Ducke) Standl. (maçaranduba). No entanto, faz-se necessário salientar que nessa comunidade já foram ministradas palestras sobre manejo, conscientização e prevenção dos produtos provenientes da vegetação da floresta nativa, cujo intuito foi o de sensibilizar os moradores, no que diz respeito à preservação destes recursos. Presume-se que este objetivo tenha de fato sido alcançado, pois não foi observada durante o trabalho de campo a prática de atividades que pudessem ameaçar as espécies em questão. Ademais, deduz-se que a proibição da exploração dessas madeiras pelo IBAMA e a presença de pesquisadores e técnicos do Museu Goeldi na ECFPn, cujo contato com os moradores da área é constante, contribuem neste sentido.

A maioria das espécies medicinais levantadas possui hábito arbóreo (49%), seguido do herbáceo (31%), arbustivo (9 %), trepador (8 %), rasteiro (2 %) e epifítico (1 % cada). Quanto aos ambientes de coleta, grande parte das espécies levantadas encontra-se nos quintais (40 %), seguidos da floresta de terra firme (38 %), floresta de várzea (13 %), capoeira (4 %), ambiente ruderal (3 %), roça (2 %) e campo natural (1 %) (Figura 4).

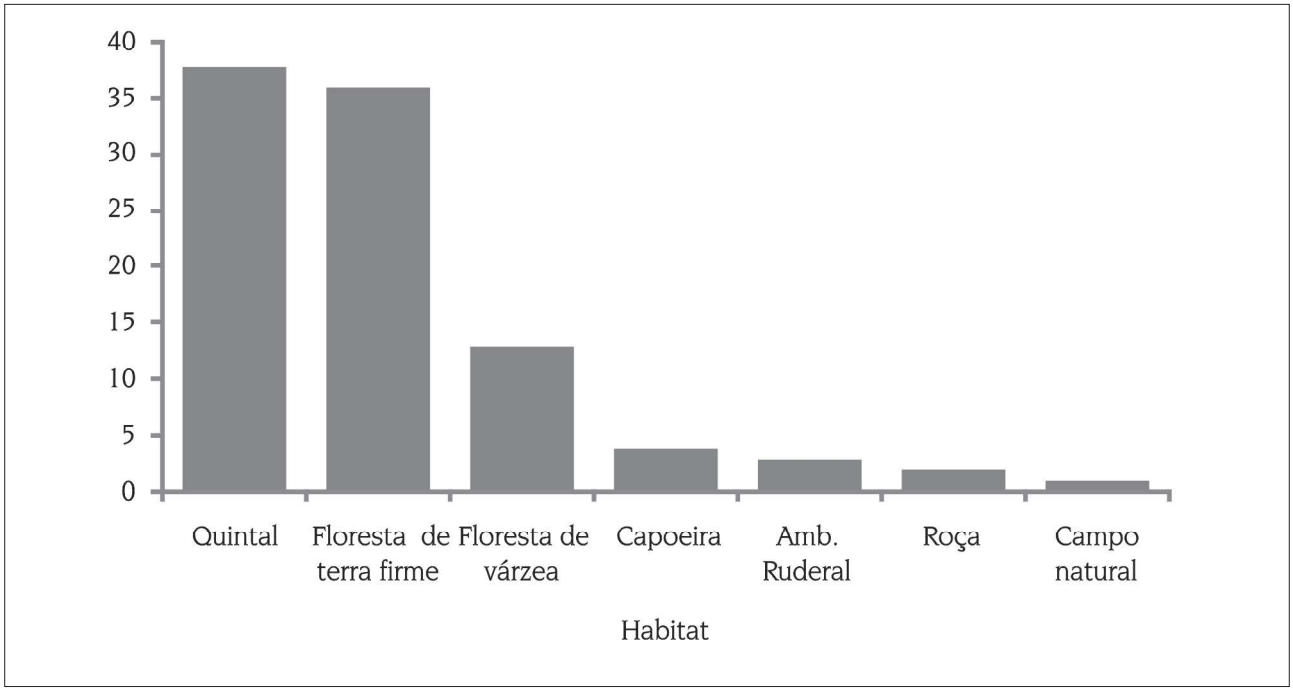


Figura 4. Habitat onde ocorrem as plantas medicinais usadas pelos moradores da Comunidade Caxiuanã, Melgaço (PA).

Contribuíram para a predominância do hábito arbóreo as espécies da floresta nativa, onde este hábito é maioria, e de frutíferas cultivadas nos quintais, que integram também a categoria de interesse neste estudo. A importância do hábito herbáceo está associada à relevância dos quintais, onde as ervas são cultivadas e mais acessíveis. Observa-se na Figura 5 algumas dessas espécies arbóreas nativas utilizadas pelos moradores da comunidade Caxiuanã.

Em se tratando da disponibilidade dessas plantas, 60 % crescem espontaneamente em ambientes naturais ou antropicamente modificados, e 40 % são cultivadas em quintais e roça (Figura 6).

Aspectos etnofarmacológicos

Todas as partes da planta são utilizadas no preparo dos remédios, mas as folhas e as cascas ainda são os órgãos mais explorados para este fim. Resultados similares foram obtidos em outros estudos (MING, 1995; PINTO et al., 2006; SANTOS et al., 2008; ALVES et al., 2008), em diferentes regiões do país. Este último autor argumenta que a preferência pelas folhas provavelmente seja atribuída à facilidade de coleta e à disponibilidade deste órgão durante a maior parte do ano.

Trezentas e dezesseis receitas foram documentadas e correspondem a diversos modos de preparo, dentre os quais chás, banhos, sumos, *in natura*, maceração aquosa e xarope são os de maior representatividade numérica (Figura 7). O chá é preparado principalmente por decocção (89 %); o processo de infusão foi mencionado por apenas um informante (11 %). As folhas de espécies como *Vernonia condensata* Baker (boldo), *Costus arabicus* L. (canarana/canafístula), *Piperomia pellucida* (L.) H. B. K. (erva-de-jabuti), *Mentha pulegium* L. (hortelãzinho), *Conobea scoparioides* Benth.(pataqueira), *Bacopa* sp. (peixinho) e *Phyllanthus niruri* L. (quebra-pedra) são preparadas por este último método.

Cinco tipos de banhos foram indicados, segundo a parte do corpo à qual se propõe atingir: banho de cabeça, banho de tronco, banho no corpo todo, banho de escalda-pés e banho de assento. O processo utilizado para prepará-los também varia de acordo com os órgãos vegetais empregados e a indicação terapêutica. Geralmente, quando são utilizadas as folhas ou os ramos foliares, os banhos são preparados por maceração, em temperatura ambiente ou cozidos ao sol; se a planta em questão é aromática, tais como *Bacopa* sp (peixinho), *Conobea scoparioides* Benth. (pataqueira) e *Citrus arantifolia* (Chritm.) Swingle. (limão), o banho é preparado no dia anterior, deixado ao sereno e tomado logo pela manhã. Geralmente são destinados a combater problemas respiratórios, como gripe, constipação na cabeça e para "afastar mau espírito em criança". No caso das partes mais duras, como casca, entrecasca e casca do cipó, os banhos são preparados através de cozimentos ou decocção. Ilustra este caso o banho de assento com casca de *Dalbergia monetaria* L. (verônica), indicado para problemas geniturinários.

Os macerados podem ser aquosos e alcoólicos. Os primeiros, normalmente contêm espécies tidas como amargas, a exemplo *Quassia amara* L. (quina), *Geissospermum sericeum* Benth & Hook. f. ex Miers. (quinarana/traquarirana), *Aspidosperma markgravianum* Woodson (carapanã preto/carapanaúba), *Hyptis crenata* Pohl. ex Benth. (salva do Marajó) e boldo; ou "travosas", como *Allantoma lineata* Miers (ceru), *Anacardium giganteum* Honcock ex Engl. (caju-açu), *A. occidentale* L. (cajueiro/caju) e *Spondias mombin* L. (taperebá), sendo usadas para diversos fins. As macerações alcoólicas, cujos veículos são álcool, vinho ou cachaça são aplicadas em fricções e massagens (*Faramea anisocalyx* Poepp. & Endl. - coré pretinho) ou simplesmente inaladas (*Ruta graveolens* L. - arruda) ou, ainda, tomados (*Brosimum acutifolium* Huber - mururé).



Figura 5a-e. Algumas plantas arbóreas utilizadas pelos moradores na Comunidade Caxiuanã, Melgaço (PA): a. Andiroba; b. Açaí; c. Ceru; d. Castanha-do-pará; e. Sucuúba.

A diversidade de preparações às quais são submetidos os órgãos vegetais foram registrados também por Coelho-Ferreira (2009) numa comunidade de pescadores artesanais situada no litoral do estado do Pará, onde todos os aspectos relacionados aos banhos e macerados, sobretudo a escolha da maneira pela qual serão preparados, em função das partes vegetais empregadas e das indicações terapêuticas, foram constatados.

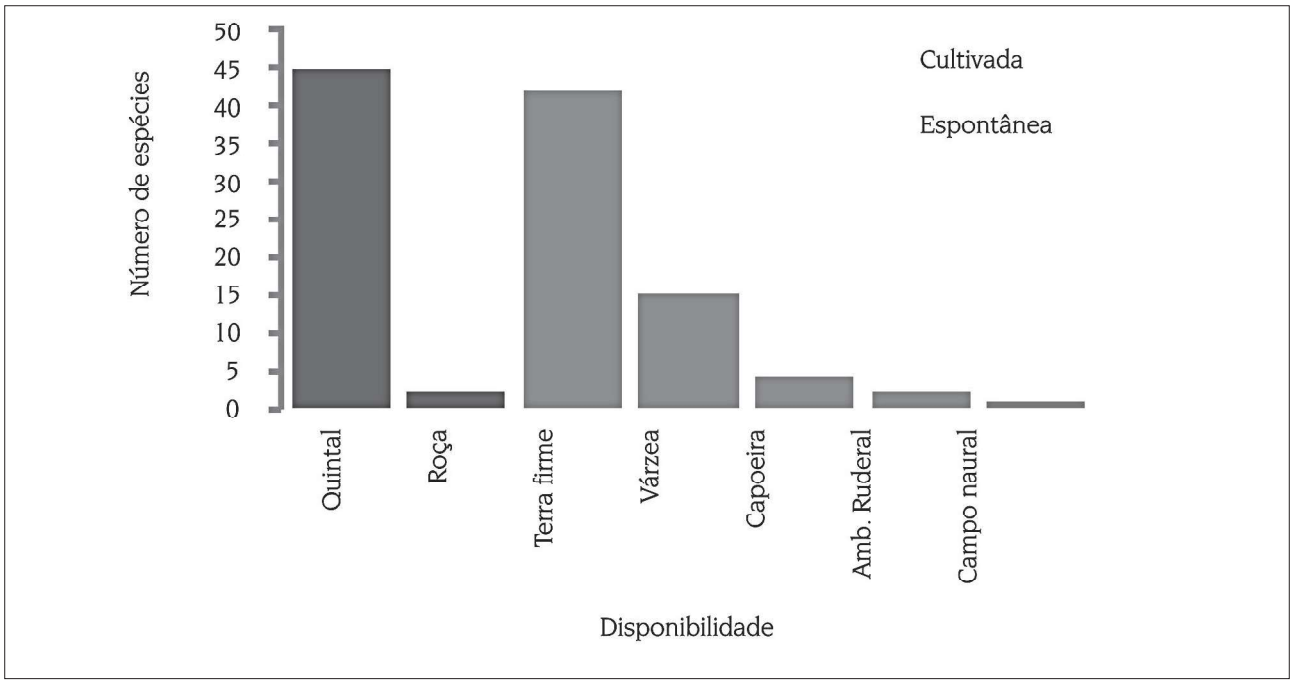


Figura 6. Disponibilidade das espécies medicinais em diferentes locais de coleta na comunidade Caxiuanã.

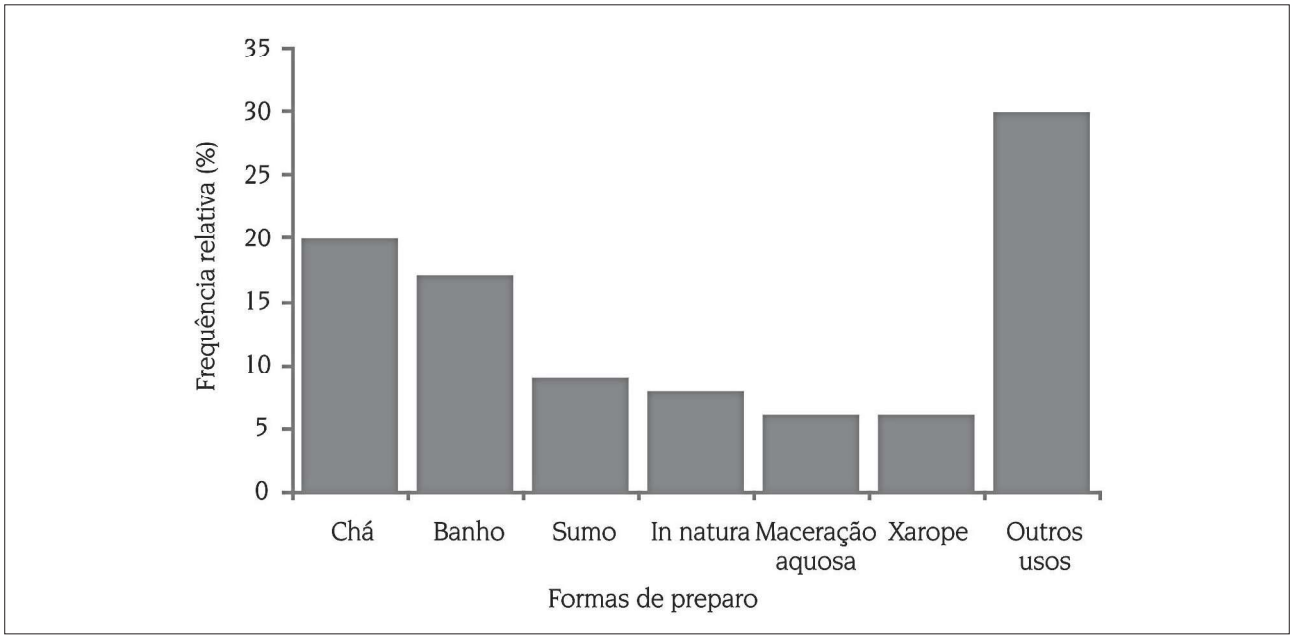


Figura 7. Os modos de preparo dos remédios mais frequentes indicados pelos moradores da comunidade Caxiuanã.

A via de administração externa é levemente superior (52 %) à via de administração interna (45 %). Enquanto uns são representados por banhos, emplastros, unguentos e lavagens, outros abrangem chás, tinturas, macerações aquosas e misturas.

As plantas medicinais citadas pelos moradores da comunidade de Caxiuanã são utilizadas para tratar ou curar doenças e sintomas reconhecidos pela medicina oficial, assim como doenças e estados de desconfortos reconhecidos apenas pela população local. As doenças e sintomas reconhecidos pela medicina oficial estão distribuídos em 15 categorias nosológicas da CID-10, cujas cinco categorias de maior representatividade, em termos de número de indicações, foram: doenças do aparelho digestivo; sintomas, sinais e achados anormais; doenças do aparelho geniturinário; lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas e doenças respiratórias. Quanto ao número de espécies mencionadas, citam-se as doenças infecciosas e parasitárias (46 spp); os sintomas, sinais e achados anormais (45 spp); as doenças do aparelho respiratório (42 spp); as doenças do aparelho digestivo (37 spp); lesões; envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas (28 spp) e as doenças do aparelho geniturinário (24 spp). A alta diversidade de espécies indicadas para o tratamento de problemas incluídos nas categorias em destaque tem sido relatada em outros estudos realizados tanto na Amazônia, quanto em outras regiões do país (AMOROZO, 2002; COELHO-FERREIRA; SILVA, 2005; FRANCO; BARROSO, 2006; MONTELES; PINHEIRO, 2007).

As doenças reconhecidas apenas pela população local, tais como "panema", "quebranto", "mau-olhado" e "susto-de-criança" são referidas na literatura como "doenças culturais" (AMOROZO, 2002).

Os tratamentos registrados na comunidade de Caxiuanã não se restringem aos humanos, sendo também utilizados para os cachorros que protegem as casas e auxiliam na caça de animais silvestres. De acordo com o diagnóstico dos moradores, quando o animal tem dificuldade para caçar, ele está "panema". Assim, aplicam-lhes remédios no focinho para melhorar o olfato ou são administrados em forma de banho, preparado com uma ou várias plantas. Dados similares ao uso de plantas para tratar animais domésticos, como os cachorros, foram observados em Ming e Amaral-Júnior (2010), entre os seringueiros na Resex Chico Mendes, no Acre. Na comunidade de Caxiuanã, as espécies utilizadas para este fim são: o M*aquira sclerophylla* (Ducke) C.C. Berg (mundurucu) e o P*iper ottonoides* Yunck (jambu-do-mato/jambu-açu) usados sozinhos ou consorciados com O*rmosia coutinhoi* Ducke (buiuçu), A*llium sativum* L. (alho), álcool e cachaça.

CONCLUSÕES

É notável a importância das plantas de uso medicinal para os moradores da comunidade de Caxiuanã. A aquisição de conhecimentos sobre elas por diferentes vias, assim como a permuta de algumas espécies entre os moradores, foi constatado nesta comunidade, favorecendo a permanência deste traço cultural. Os moradores de Caxiuanã compartilham seus conhecimentos com outros usuários da medicina tradicional na Amazônia, sobretudo no que diz respeito às plantas introduzidas, cultivadas em quintais. Embora estes sejam isoladamente os ambientes de maior riqueza medicinal, as florestas de terra firme e de várzea têm também uma expressiva participação na farmacopeia local, revelando a relação de dependência entre o bem-estar físico e social desta comunidade e a conservação da diversidade vegetal.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica.** In: ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P. (Orgs.). Recife: Livro Rápido/NUPEA, 2004. 189 p.

ALEXIADES, M. N. Collecting ethnobotanical data: an introduction to basic concepts and techiniques. In: ALEXIADES, M. N.; MIGUE, O. N.; SHELDON, J. M. (Eds.). **Selected guidelines for ethnobotanical research**: a field manual. New York: New York Botanical Garden Press, 1996. 306 p. (Advances in Economic Botany).

ALMEIDA, S. S.; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na Estação Científica "Ferreira Penna", em Caxiuanã (Pará). **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica, v. 9, n. 1, p. 93-128, 1993.

ALMEIDA, S. S.; THALES, M. C. Tipos de vegetação da ECFPn, Caxiuanã, município de Melgaço, Pará. Uma primeira aproximação. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/institucional/relatorio_gestao_2003.pdf>. Acesso em: 2010.

ALVES, E. O; MOTA, J. H.; SOARES, T. S.; VIEIRA, M. C.; SILVA, C. B. Levantamento etnobotânico e caracterização de plantas medicinais em fragmentos florestais de Dourados-MS. **Cienc. Agrotec**., Lavras, v. 32, n. 2, p. 651-658, 2008.

AMOROZO, M. C. M. Uso e diversidade de plantas medicinais em Santo Antonio do Leverger, MT, Brasil. **Act. Bot. Bras**., v. 16, n. 2, p. 189-203, 2002.

ANDRADE, H. H. A.; RIBEIRO, A. F.; SILVA, M., H. L.; ZOGHBT, M. B.; MAIA, J. G. S. Plantas medicinais aromáticas usadas pela população ribeirinha. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2002. p. 421-444.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP-APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.

BRASIL. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação–SNUC**. Disponível em: <http://www.ibama.br/licenciamento/lei9985julho2000.php>. Acesso em: 23 out. 2005.

COELHO-FERREIRA, F. M. R. Medicinal knowledge and plant utilization in an Amazonian coastal community of Marudá, Pará State (Brazil). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 126, n. 1, p. 159-175, 2009.

COELHO-FERREIRA, F. M. R.; SILVA, M. F. F. A fitofarmacopeia da comunidade pesqueira de Marudá, litoral paraense. **Bol. Mus. Para Emílio Goeldi**, Serie Botânica, v. 1, n. 2, p. 31-43, 2005.

COTTON, C. M. **Etnobotany**: principles and applications. New YorK: J. Wiley, 1996. 320 p.

FONSECA-KRUEL, V. S.; PEITOXO, A. L. Etnobotânica na Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo, RJ, Brasil. **Acta Bot. Bras**., v. 18, n. 1, p. 177-190, 2004.

FRANCO, E. A. P.; BARROSO, R. F. M. Uso e diversidade de plantas medicinais no quilombo Olho D' água dos Pires, Esperatina, Piaui. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 78-88, 2006.

GUARIM- NETO, G.; SANTANA, S. R.; SILVA, J. V. B. Notas etnobotânicas de espécies de *Sapiendaceae jussieu*. **Acta Bot. Bras**., v. 14, n. 3, 2000.

HANAZAKI, N.; SOUZA, V. C.; RODRIGUES, R. R. Ethnobotany of rural people from the boundaries of Carlos Botelho State Park, São Paulo State, Brazil. **Act. Bot. Bras**., v. 20, p. 899-909, 2006.

IBAMA. **Espécies em extinção**. Disponível em: <http:www.ibama.gov.br/flora/extinção.htm>. Acesso em: 29 abr. 2011.

LISBOA, P. L. B. A. Floresta Nacional de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: natureza, homem e manejo de recursos naturais na região de Caxiuanã, Melgaço, Pará. Belém, Museu Paraense Emilio Goeldi. 2002. p. 13-21.

LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S. S. Florística e estrutura dos ambientes. In: LISBOA, P. L B. (Org.) **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1997. p. 163-193.

LISBOA, P. L. B.; GOMES, I. A.; LISBOA, R. C. L.; URBINATI, C. V. O estilo amazônico de sobreviver: manejo dos recursos naturais. In: lisboa, p. l. b. (Org.). **Natureza, homem e manejo de recursos naturais da região de Caxiuanã, Melgaço, Pará**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2002. p. 113-168.

LISBOA, R. C. L; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ILKIU-BORGES, A. Floresta de terra firme das bacias dos rios juruá (AM) e Caxiuanã (PA). In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio fisico e diversidade biologica. Belém, Museu Paraense Emilio Goeldi. 2002. p. 289-319.

MACIEL, M. N. M.; QUEIROZ, W. T.; OLIVEIRA, F. A. Parametros fitossociologicos de uma floresta tropical de terra firme na Floresta Nacional de Caxiuanã (PA). **Rev. Cienc. Agra.**, Belém, v. 34, p. 85-106, 2000.

MARTIN, G. J. **Ethobotany**: a method manual. New York: Chapman & Hall, 1995.

MING, L. C. **Levantamento das plantas medicinais da Reserva Extrativista "Chico Mendes" – Acre**. 1995. 175f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) **–** Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1995.

MING, L. C.; AMARAL JÚNIOR, A. **Aspectos etnobotânicos de plantas medicinais na Reserva Extrativista "Chico Mendes"**. Disponível em: <http:www.herbario.com.br/cie/universi/ teoria/1027nybg.htm>. Acesso em: 13 jan. 2010.

MINNIS, P. E. Introduction. In: MINNIS, P. E. (Ed.). **Ethnobotany:** a reader. Norman: University of Oklahoma Press. 2000. p. 3-10.

MOBOT. DisponIvel em: <http://www.tropicos.org>. Acesso em: 2011.

MONTELES, R.; PINHEIRO, C. U. B. Plantas medicinais em um quilombo maranhense: uma perspectiva etnobotânica. **Rev. Bio Ciên. Ter**., v. 7, n. 2, p. 1-11, 2007.

OLIVEIRA, G. L.; OLIVEIRA, A. F. M.; ANDRADE, L. H. C. Plantas medicinais utilizadas na comunidade urbana de Muribeca, nordeste do Brasil. **Act. Bot. Bras**., v. 24, n.2, p. 571-577, 2010.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, **Classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados à saúde.** 10. rev. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. v. 1. 1191 p.

PINTO, E. P. P.; AMOROZO, M. C. M.; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata Atlântica – Itacaré, BA, Brasil. **Acta Bot. Bras**., v. 20, n. 4, p. 751-762, 2006.

POSEY, D. A. Etnobiologia: teoria e prática. In: RIBEIRO. D. (Ed.). **Suma Etnológica Brasileira**. Petrópolis: Vozes, 1987. v. 1. p. 15-28.

SANTANA, M. R. A.; LISBOA, P. L. B. Estratégia de sobrevivência. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 95-125.

SANTOS, M. R.; LIMA, M. R.; FERREIRA, M. G. Uso de plantas medicinais pela população de Ariquemes, Rondônia. **Hortic. Bras.**, v. 26, n. 2, p. 244-250, 2008.

SCUDELLER, V. V.; VEIGA, J. B.; ARAÚJO-JORGE, L. H. Etnoconhecimento de plantas de uso medicinais nas comunidades São João do Tupé e Central (Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé). In: SANTOS-SILVA, E. N.; SCUDELLER, V. V. (Orgs.). **Biotupé**: meio físico, diversidade biológica e sociocultural do baixo rio Negro, Amazonas Central. Manaus: UEA Edições, 2009. v. 12. p. 186-199.

SILVEIRA, I. M.; QUARESMA, H. D. B.; GUAPINDAIA, V. L., MACHADO, A. L. As populações pré-históricas atuais. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 53-81.

VALENTE, R. M. As palmeiras e as comunidades. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 165-175.

Anexo 1. Dados botânicos e ecológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família, nome popular e científico	H.	Hab.	Dis.
1- Acanthaceae			
Eucalipto - *Justicia* sp	Her.	Q	C
2- Amaranthaceae			
Cuia-mansa - *Alternanthera ficoidea* (L.) R. Br. ex R. & S.	Her.	Q	C
3- Anacardiaceae			
Caju-açu - *Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl.	Arb.	TF	E
Cajueiro/caju - *Anacardium occidentale* L.	Arb	Q	C
Mangueira - *Mangifera indica* L	Arb	Q	C
Taperebá - *Spondias mombim* L.	Arb	Q	C
4- Annonaceae			
Biribá - *Rollinia mucosa* (jacq.) Baill.	Arb	Q	C
Envira preta - *Guatteria poeppigiana* Mart.	Arb	TF	E
Ioi-da-terra-firme - *Xylopia cayennensis* Maas.	Arb	TF	E
Ioi-da-várzea - *Xylopia emarginata* Mart.	Arb	V	E
5- Apiaceae			
Chicória - *Eryngium foetidum* L.	Her	Q	C
6- Apocynaceae			
Amapá-amargoso - *Parahancornia amapa* (Huber.) Ducke	Arb	TF	E
Carapanã-preto/carapanaúba - *Aspidosperma carapanauba Pichon.*	Arb	TF	E
Erva-de-santa-maria - *Allamanda cathartica* L	Her	Q	C
Jupará - *Forsteronia* sp.	Tre	TF	E
Pau-pereira - *Rauwolfia palawanensis* Elmer	Arb	TF	E
Quinarana/Traquarirana - *Geissospermum sericeum* Benth & Hook. f. ex Miers.	Arb	TF	E
Sorva - *Couma guianensis* Aubl.	Arb	TF	E
Sucuúba - *Himatanthus sucuuba* (Spruce ex Mull. Arg.) Wood.	Arb	TF	E
7- Arecaceae			
Açaizeiro - *Euterpe oleracea* Mart.	Arb	V	E
8- Asteraceae			
Boldo - *Vernonia condensata* Baker	Her	Q	C
Jambu/jambu-do-rego - *Spilanthes oleracea* L	Her	Q	C
Japana-branca – *Ayapana triplinervis* (Vahl) R. M. Kink & H. Rob. f. branca	Her	Q	C
Japana-roxa - *Ayapana triplinervis* (Vahl) R. M. Kink & H. Rob .f. roxa	Her	Q	C
Língua-de-vaca - *Elephantopus scaber* L.	Her	Q	E
Pau-de-muquém - *Vernonia brasiliana* (L.) Druce	Abt	Q	C
Pau-de-muquém - *Vernonia scabra* Pers.			
9-Bignoniaceae			
Cipó-curimbó - *Tanaecium nocturnum* (B. Rodr.) Bur. & K. Schum.	Tre	TF	E
Cipó-d'alho - *Adenocalymna aliiaceum* Miers	Tre	Q	C
Pau-d'arco/ipê-amarelo - *Tabebuia serratifolia* G. Nichols.	Arb	TF	E
10- Bixaceae			
Urucum - *Bixa orellana* L.	Arb	Q	C
11- Burseraceae			
Breu-sucuruba - *Trattinnickia burserifolia* (Mart.) Willd.	Arb	TF	E

Anexo 1. (cont.) Dados botânicos e ecológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família, nome popular e científico	H.	Hab.	Dis.
12- Caesalpiniaceae			
Acapú - *Vouacapoua americana* Aubl.	Arb	TF	E
Acupurana - *Campsiandra angustifolia* Spruce ex Benth.	Arb	V	E
Copaíba - *Copaifera reticulata* Ducke	Arb	TF	E
Escada-de-jabuti - *Bauhinia guianensis* Aubl.	Tre	TF	E
Jatobá/jutaí - *Hymenaea intermedia* Ducke	Arb	TF	E
13- Calophyllaceae			
Jacareubá - *Calophyllum brasiliensis* Camb.	Arb	V	E
14- Capparaceae			
Mucurão - *Capparis amazonica* H. H. Iltis.	Abt	TF	E
15- Chenopodiaceae			
Mastruz - *Chenopodium ambrosioides* L.	Her	Q	C
16- Chrysobalanaceae			
Ajirú - *Chrysobalanus icaco* L.	Abt	V	E
Anoera - *Licania macrophylla* Benth.	Arb	TF	E
17- Clusiaceae			
Anani - *Symphonia globulifera* L.f.	Arb	V	E
18- Crassulaceae			
Pirarucu-caá - *Bryophyllum calycinum* Salisb.	Her	Q	C
19- Curcubitaceae			
Cuieira/cuia - *Crescentia cujete* L.	Arb	Q	C
20- Euphorbiaceae			
Pião-branco - *Jatropha curcas* L.	Arb	Q	C
Pião-roxo - *Jatropha gossypifolia* L.	Abt	Q	C
Quebra-pedra - *Phyllanthus niruri* L.	Her	Ru	E
Buiuçu - *Ormosia coutinhoi* Ducke	Arb	V	E
21- Fabaceae			
Feijão-guandu - *Cajanus indicus* Sprenq.	Her	Q	C
Juquiri - *Machaerium Floribundum* Benth	Arb	Cap	E
Verônica - *Dalbergia monetaria* L.	Tre	V	E
22- Heliconiaceae			
Pariri-do-mato - *Heliconia psittacorum* L. f.	Her	TF	E
23- Hypericaceae			
Lacre - *Vismia guianensis* DC.	Abt	Cap	E
Lacre - *Vismia latifolia* Choisy	Arb	Cap	E
24- Lamiaceae			
Alfavaca - *Ocimum micranthum* Willd.	Her	Q	C
Hortelãzinho - *Mentha pulegium* L.	Her	Q	C
Manjericão - *Ocimum minimum* L	Her	Q	C
Manjerona-d'angola - *Origanum majorana* L.	Her	Q	C
Salva-do-marajó - *Hyptis crenata* Pohl ex Benth.	Her	Ca	E
Trevo-roxo - *Scutellaria* sp	Her	Q	C
Urtiga-mansa - *Coleus amboinicus* Lour.	Her	Q	C

Anexo 1. (cont.) Dados botânicos e ecológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família, nome popular e científico	H.	Hab.	Dis.
25- Lauraceae			
Abacate - *Persea americana* Mill.	Arb	Q	C
26- Lecythidaceae			
Castanha-do-pará - *Bertholletia Ecelsa* H. & B.	Arb	TF	E
Ceru - *Allantoma lineata* (Mart. & O. Berg) Miers.	Abt	V	E
27- Liliaceae			
Alho - *Allium sativum* L.	Her	Q	C
28- Malvaceae			
Mamorana - *Pachyra aquatica* Aubl.	Arb	TF	E
Cupuaçu - *Theobroma grandiflorum* Schum.	Arb.	Q.	C.
29- Malpighiaceae			
Muruci - *Byrsonima Crassifolia* Steud.	Arb	Q	C
30- Meliaceae			
Andiroba - *Carapa guianensis* Aubl.			
Cedro - *Cedrela odorata* L.	Arb	TF	E
31- Menispermaceae			
Abuta - *Abuta grandifolia* (Mart.) Sandwith	Tre	TF	E
32- Mimosaceae			
Angico/paricá - *Piptadenia peregrina* (L.) Benth.	Arb	TF	E
Fava-coré/bajá-core - *Parkia oppositifolia* Spruce ex Benth.	Arb	TF	E
Pracaxi - *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze	Arb	V	E
33- Monimiaceae			
Capitiú - *Siparuna guianensis* Aubl.	Arb	TF	E
34- Moracaeae			
Caxinguba - *Ficus anthelminthica* Mart.	Arb	TF	E
Mundurucu - *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C. Berg	Arb	TF	E
Mururé - *Brosimum acutifolium* Huber	Arb	TF	E
35- Musaceae			
Bananeira - *Musa* sp	Arb	Ro	C
36- Myristicacaeae			
Ucuúba/virola - *Virola surinamensis* (Rol ex Rottb.) Warb.	Arb	V	E
37- Myrtaceae			
Ameixeira - *Syzygium cumini* (L.) Skeels	Arb	Q	C
Goiabeira - *Psidium guajava* L.	Arb	Q	C
38- Olacaceae			
Muirapuama - *Ptychopetalum olacoides* Benth.	Arb	TF	E
39- Phytolacaceae			
Mucura-caá - *Petiveria alliacea* L.	Her	Q	C
40- Piperaceae			
Erva-de-jabuti - *Piperomia pellucida* (L.) Kunth.	Her	Ru	E
Jambu-do-mato/Jambu-açu/jamburana - *Piper ottonoides* Yunck.	Her	TF	E

Anexo 1. (cont.) Dados botânicos e ecológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família, nome popular e científico	H.	Hab.	Dis.
41- Poaceae			
Capim-santo/marinho - *Cymbopogon citratus* Stapf	Her	Q	C
Milho - *Zea mays* L.	Her	Ro	C
42- Polypodiaceae			
Tajá-vermelho/quati - *Polypodium decumanum* Willd.	Epi	TF	E
43- Portulacaeae			
Amor-crecido - *Portulaca pilosa* L.	Her	Q	C
44- Rubiaceae			
Coré-pretinho/Benguê - *Faramea anisocalyx* Poepp. & Endl.	Arb	TF	E
Jenipapo - *Genipa americana* L.	Arb	Q	C
Pimenta-de-urubu - *Geophila repens* (L.) I. M. Johnst.	Rast	TF	E
Purui - *Alibertia edulis* A. Rich. E DC.	Abt	TF	E
Unha-de-gato/jupindá - *Uncaria guianensis* (Aubl.) J. F. Gmel.	Tre	TF	E
45- Rutaceae			
Arruda - *Ruta graveolens* L.	Her	Q	C
Laranja - *Citrus sinensis* (L.) Osbeck	Abt	Q	C
Laranja-da-terra - *Citrus aurantium* L.	Arb	Q	C
Limão - *Citrus arantifolia* (Chritm.) Swingle	Arb	Q	C
46- Sapotaceae			
Maçaranduba - *Manilkara huberi* (Ducke) Standl.	Arb	TF	E
Maparajuba - *Manilkara amazonica* (Huber) Standl.	Arb	TF	E
47- Scrophulariaceae			
Pataqueira - *Conobea scoparioides* Benth.	Her	V	E
Peixinho - *Bacopa* sp	Her	V.	E.
Vassourinha - *Scoparia dulcis* L.	Her	Q.	E
48- Selaginellaceae			
Samambaia - *Selaginella stellata* Spring.	Rast.	TF	E
49- Simaroubaceae			
Marupá - *Simaruba amara* Aubl.	Arb.	TF	E
Quina - *Quassia amara* L.	Abt.	TF	E
50- Thymeliaceae			
Cipó-cumacaí - *Lophostoma calophylloides* Meisn.	Tre.	TF	E
51- Tiliaceae			
Açoita-cavalo - *Luehea divaricata* Mart. & Zucc.	Arb.	TF	E
52- Urticaceae			
Urtiga-brava - *Fleurya aestuans* L.	Her.	Ru	E
53- Vitaceae			
Cipó-pucá - *Cissus sicyoides* L.	Her.	Q	C
54- Zingiberaceae			
Canarana/canafístula - *Costus arabicus* L.	Her.	TF	E
Gengibre - *Zingiber officinale* Rosc.	Her.	Q	C

Legenda: Hábito = H: Arbóreo = Arb, Herbáceo = Her, Arbustivo = Abt, Trepador = Tre, Rasteiro = Rast, Epífita = Epi; Habitat (Hab) = Floresta de terra firme = TF, Floresta de várzea = V, Campo natural = Ca, Capoeira = Cap, Ruderal = Ru, Quintal = Q e Roça = Ro; Disponibilidade = Dis: Cultivada = C e Espontânea = E.

Anexo 2. Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
1- Acanthaceae					
Eucalipto	Gripe, asma, tosse	F	1,6	I	9
Justicia sp					
2- Amaranthaceae					
Cuia-mansa	"Amansar criança"	F	2	E	8
Alternanthera ficoidea					
3- Anacardiaceae					
Caju-açu	Pós-parto (resguardo)	Ca	2,14	E	15
Anacardium giganteum	Inflamação do útero		1,2	E/I	
	Cicatrizar ferimento, golpe		3,9	E	
	Dor de barriga de comida que fez mal		1,5	I	
	Amebíase, diarreia		5	I	
	Diabetes		1	I	
Cajueiro/caju	Diarreia, amebíase	Ca	1,5	I	32
Anacardium occidentale	Cicatrizar ferimento, golpe		9	E	
	Reumatismo		4,8	E	
Mangueira	Tosse de guariba (coqueluche)	Fr	6	I	20
Mangifera indica	Diarreia	Ec	5	I	
	Cicatrizar ferimento, estancar sangue, golpe, assadura		3,9	E	
	Verme	Se	1	I	
	Gripe, tosse	F	2	E	
	Tosse de guariba (coqueluche)	Fr	6	I	
Taperebá	Curar umbigo de criança	Br	10	E	12
Spondias mombim	Vomitório	Ca	1	I	
	Cicatrizar ferimento		15	E	
4- Annonaceae					
Biribá	Gripe, tosse, rouquidão,				
Rollinia mucosa	Inflamação na garganta	Ec	3,9,7	E/I	15
	Sapinho na boca de criança		7	E	
	Facilitar o trabalho de parto		1,3	I	
Envira-preta	"Panemice em pessoa"	Ec	2	E	4
Guatteria poeppigiana	Impigem		4	E	
Envira-preta	Sair a placenta após o parto,		1,3	I	
Guatteria poeppigiana	facilitar o trabalho de parto				

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
Ioi-da-terra-firme	Tonteira, dor de cabeça	Ca	1,2	E/I	10
Xylopia cayennensis	Câimbra				
			1	I	
Ioi-da-várzea	Tonteira, dor de cabeça	Ca	2	E/I	5
Xylopia emarginata					
5- Apiaceae					
Chicória	Dor de cabeça	F	2, 3	E	20
Eryngium foetidum	Dor de estômago, diarréia, amebíase	R	1	I	
	Gripe, tosse, asma		6,7	E	
	Verme		1,3	E/I	
6- Apocynaceae					
Amapá-amargoso	Asma, pneumonia, dor no peito, tosse, fortalecer o				
Parahancornia amapa	pulmão, fortificante, asma, tuberculose,				
	problema de fígado	L	4, 18	I	19
	Rasgadura		10	E	
	Dor de barriga de comida que fez mal,				
	dor de estômago, amebíase		1	I	
Carapanã-preto/carapanaúba	Evitar filho (contraceptivo)	Ca	1, 5, 9	E/I	14
Aspidosperma carapanauba	Febre, malária		1, 2, 5	E/I	
	Dor de cabeça, curuba, coceira		2	E	
	Diarreia, problema do fígado		5	I	
Erva-de-santa-maria	Tirar cisco (areia) do olho	L	13	E	3
Allamanda cathartica					
Jupará	Reumatismo	L	4	E	7
Forsteronia sp					
Pau pereira	Curuba, coceira	Ca	2	E	21
Rauwolfia palawanensis					
Quinarana/Traquarirana	Problema do fígado, diarréia, malária	Ca	1,5	I	16
Geissospermum sericeum	Malária, febre brava		1,2	E/I	
	Curuba, coceira		2	E	
	Evitar filho (contraceptivo)		1,9	E/I	
Sorva	Diarreia, verme, amebíase	L	18	I	24
Couma guianensis	Dor de estômago		1	I	
Sucuúba	Pneumonia, fortalecer o pulmão, engravidar,				
Himatanthus sucuuba	tuberculose, engordar, fortificante, verme,				
	dor no estômago	L	18	I	25

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
	Baque, contusão, desmentidura		10	E	
	Reumatismo, dor muscular		4,18	E/I	
	Rasgadura		10,18	E/I	
	Inflamação do útero, gastrite	Ca	1	I	
7- Arecaceae					
Açaizeiro	Estancar sangue, golpe, erisipela (esipla)	P	3	E	25
Euterpe oleracea	Diarreia		3,18	I	
	Dor de dente		12	E	
	Mãe-do-corpo, bexiga baixa, estancar hemorragia pós-parto	Fr	2	E	
	Infecção urinária		1	I	
	Amebíase, verme, anemia	R	5	I	
8- Asteraceae					
Boldo *Vernonia condensata*	Dor de barriga de comida que fez mal, dor de estômago, estômago empachado, gastrite, má digestão, prisão de ventre, problema do fígado, regular menstruação	F	1	I	25
Jambu/jambu-do-rego	Inflamação do útero, mãe-do-corpo,				
Spilanthes oleracea	problema do fígado,	F	1	I	17
	dor de estômago, azia	Se	3,12	E/I	
	Dor de dente				
Japana-branca	"Susto de criança", febre, gripe	F	2	E	19
Ayapana triplinervis	"Quebranto"		2,3	E/I	
	Diarreia		3	I	
Japana-roxa *Ayapana triplinervis*	Gripe, "quebranto"	F	2	E	10
Língua-de-vaca	Asma, gripe, tosse,				
Elephantopus scaber	Inflamação na garganta, rouquidão	F	1,6	I	6
Pau-de-muquém	Gripe, tosse, asma	F	1	I	13
Vernonia brasiliana	Dor de cabeça		2	E	
	Doença que entorta criança		8	E	
Pau-de-muquém	Dor de cabeça		2	E	7
Vernonia scabra	Doença que entorta criança		8	E	
9- Bignoniaceae					
Cipó-curimbó	"Afastar mau espírito",				
Tanaecium nocturnum	"caruará", "mau olhado", "	F	2	E	26

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
	panemice em pessoa", quebranto", "susto de criança", dor no corpo, constipação na cabeça, gripe, febre, reumatismo, dor de cabeça, dor no corpo				
Cipó-d'alho	"Susto de criança", "mau olhado",				
Adenocalymna aliiaceum	"caruará", "afastar	F	2	E	13
	mau espírito", descarrego, dor no corpo,				
	gripe, tosse		2,8	E	
	Dor no corpo, reumatismo, dor de cabeça				7
Pau-d'-arco/ipê amarelo	Diarreia, Amebíase	Ca	1,5	I	
Tabebuia serratifolia	Gripe, tosse		6	I	
10- Bixaceae					
Urucum	Falta de menstruação, anemia	R	1	I	7
Bixa orellana	Corrimento vaginal		11	E	
11- Burseraceae					
Breu-sucuruba	Verme	Ca	3	E	5
Trattinnickia burserifolia	"Atrair boa sorte", "mau olhado"	Re	18	E	
12- Caesalpiniaceae					
Acapu	Inchaço no corpo, dor no corpo, coceira,				
Vouacapoua americana	curuba, reumatismo	Ca	2	E	8
	Inflamação do útero, hemorroidas		1	I	
	Diarreia		5	I	
Acupurana	Cicatrizar ferimento	Ca	15	E	1
Campsiandra angustifolia					
Copaíba	Contusão, baque,				
Copaifera reticulata	cicatrizar ferimento, reumatismo	O	4	E	32
	Gripe, Inflamação na garganta,				
	tosse, rouquidão		4, 7	E/I	
	Doença que entorta criança		1,4	E/I	
	Pós-parto (resguardo)	Ca	2	E	
	Gastrite, dor de estômago, inflamação do útero,				
	anti-inflamatório em geral	Ca, O	1	I	
Escada-de-jabuti	Dor de barriga de comida que fez mal,				
Bauhinia guianensis	hemorróidas,				
	diarreia, amebíase	R, Ci	1,5	I	23
	Vômito		1	I	

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
Jatobá/jutaí	Fortificante, bronquite,				
Hymenaea intermedia	tuberculose, pneumonia	S	4	I	34
	Gripe, Inflamação na garganta, rouquidão, tosse, tosse				
	de guariba (coqueluche), asma	Ca	6	I	
13- Calophyllaceae					
Jacareubá	Diabete	Ca	1	I	8
Calophyllum brasiliensis	Gripe, tosse		6	I	
	Dor de dente		4	E	
14- Capparaceae					
Mucurão	Inflamação do útero				
Capparis amazonica	"Caruará", dor de cabeça, febre	Ca	2	E	4
Reumatismo		8	E		
15- Chenopodiaceae					
Mastruz	Gripe, tosse, verme	F, Rf	3,7	I	9
Chenopodium ambrosioides					
16- Chrysobalanaceae					
Ajirú	Diarreia	Fr	4	I	7
Chrysobalanus icaco	Diabete, hemorroidas	F, R	1	I	
Anoera	Amebíase, diarreia, hemorroidas	Ca	1	I	7
Licania macrophylla					
17- Clusiaceae					
Anani	Dor de dente, maturar nascida (furúnculo)	L	4	E/I	17
Symphonia globulifera	Engravidar, pós-parto (resguardo)		1	I	
	Cicatrizar ferimento	Ca	15	E	
	Ferrada de arraia		8	E	
	Limpar o útero da mulher pós-parto,				
	Pós-parto (resguardo)		18	I	
	Dor de cabeça, dor no corpo		2	E	
18- Crassulaceae					
Pirarucu-caá	Queda de cabelo	F	18	E	23
Bryophyllum calycinum	Tosse, gripe, asma, úlcera no estômago		3	I	
	Erisipela (esipla)		8, 18	E	
	Picada de cobra, contusões, baque		10, 18	E	
19- Curcubitaceae					
Cuieira/cuia	Caxumba (papeira recaída)	Fl	8	E	10
Crescentia cujete	Dor de ouvido		7	E	

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
20- Euphorbiaceae					
Pião-branco	Golpe, cicatrizar ferimento,				
Jatropha curcas	Dor de dente, ferida no dente	L	4	E	27
	Corrimento vaginal,				
	coceira nos órgãos genitais	C	11	E	
	Constipação na cabeça, dor de cabeça,				
	"afastar mau espírito"	F			
	Gripe	Fr, F	2, 4, 18	E/I	17
Pião-roxo	"Panemice em pessoa", "mau olhado"	Rf	3	E	
Jatropha gossypifolia	Golpe, cicatrizar ferimento, dor de dente	L	4	E	
Quebra-pedra	Infecção urinária, inflamação nos rins,				
Phyllanthus niruri	pedra nos rins	F, Pi	1	I	8
Buiuçu	"Afastar mau espírito", "caruará", "mau olhado",				
Ormosia coutinhoi	"panemice em pessoa, "panemice em pessoa",				
	dor de cabeça, reumatismo	Ca	2	E	18
	Limpar vista para caçar do cachorro	Se	13	E	
	Piolho e lêndeas		3	E	
21- Fabaceae	**Asma, gripe, tosse, febre,**				
Feijão-guandu	Inflamação na garganta	F	1,6	I	19
Cajanus indicus	Febre		1	I	
Juquiri	Afta, ferida na boca,				
Machaerium floribundum	ferida no dente (gengiva), dor de dente	L	4, 12	E	13
	Cicatrizar ferimento		15	E	
Verônica	Pós-parto (resguardo), mãe-do-corpo	Ca, C	1, 2	E/I	31
Dalbergia monetaria	Cicatrizar ferimento		9	E	
	Cólica menstrual, regular menstruação,				
	dor de barriga, diarreia,				
	problema de fígado, anemia		1, 5	I	
	Coceira nos órgãos genitais, inflamação do útero,				
	corrimento vaginal, evitar filho (contraceptivo)			1,11	E/I
22- Heliconiaceae					
Pariri-do-mato	Diarreia, dor de estômago, verme	Ha	2,11	E	3
Heliconia psittacorum					
23- Hypericaceae					
Lacre	Impingem	L	4	E	24
Vismia guianensis					

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
Lacre *Vismia latifolia*	Impingem	L	4	E	9
24- Lamiaceae					
Alfavaca	Diarreia, dor de estômago, verme	F, R	1	I	19
Ocimum micranthum	Dor no corpo, dor de cabeça		2, 4	E	
	Gripe, tosse		2, 7	E	
	Pano branco, impingem		3	E	
	Tirar cisco do olho	Se	18	E	
Hortelãzinho *Mentha pulegium*	Dor de barriga de comida que fez mal, diarreia, dor de estômago, gases, prisão de ventre, febre	F	1	I	22
	Cólica em recém-nascido		1, 3	I	
Manjericão *Ocimum minimum*	"Afastar mau espírito", "amansar criança", "felicidade de criança", "mau olhado", dor de cabeça, febre, dor no corpo, gripe	F	2	E	20
	Dor de ouvido		3	E	
	Verme		1	I	
	Tosse de guariba (coqueluche)		6	I	
	Tonteira		3, 4	E	
Manjerona-d'-angola *Origanum majorana*	"Afastar mau espírito", "caruara", dor de cabeça	Rf	2	E	6
	Aumentar contração no parto	F	1	I	
Salva-do-marajó *Hyptis crenata*	Azia, dor de estômago, gases, prisão de ventre, problema do fígado	F	1	I	21
Trevo roxo *Scutellaria*	Dor de ouvido	F	3	E	10
Urtiga-mansa *Coleus amboinicus*	Asma, gripe, tosse	F	6	I	7
25- Lauraceae					
Abacate	Anemia, infecção urinária, vômito	F	1	I	18
Persea americana	Problema do fígado	Se	5	I	
26- Lecythidaceae					
Castanha-do-pará	Anemia	U	1, 4, 5	I	28
Bertholletia excelsa	Assadura	Se	3	E	
	Frieira (mijacão), cicatrizar ferimento, golpe	Ou	9	E	
	Ferrada de arraia	Ca	8	E	

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
Ceru	Diarreia	Fi	18	I	29
Allantoma lineata	Dor de barriga de comida que fez mal		5	I	
27 - Liliaceae					
Alho	Verme	B	3	E	9
Allium sativum	Gripe, tosse, rouquidão,				
	Inflamação na garganta		1, 6, 7	I	
	Febre		1	I	
28 - Malvaceae					
Mamorana	Dor d'olho, vista embaçada	Ca	13	E	3
Pachyra aquatica					
Cupuaçu	Amebíase, diarreia	Ec	1, 5	I	8
Theobroma grandiflorum	Estancar sangue, cicatrizar ferimento		3,9	E	
	Ferrada de tucandeira		8	E	
	Picada de cobra		10	E	
	Facilitar o trabalho de parto		18	E	
29 - Malpighiaceae					
Muruci	Dor de dente, cicatrizar ferimento	Ca	3,9	E	16
Byrsonima crassifolia					
30 - Meliaceae					
Andiroba	Dor muscular, baque, contusão,				
Carapa guianensis	desmentidura, rasgadura,				
	puxar a barriga da gestante,				
	reumatismo, cicatrizar ferimento,				
	picadas de insetos (profiláticos)	O	4	E	40
	Frieira (mijacão)		4, 9	E	
	Inflamação na garganta,gripe,				
	tosse, rouquidão		4,7	E/I	
	Curuba, coceira, febre	Ca	2	E	
Cedro	Gripe, tosse	Ca	2, 6	E/I	28
Cedrela odorata	"Afastar mau espírito",				
	"susto de criança, febre, febre brava,				
	dor de cabeça, inchaço no corpo,				
	coceira, curuba		2	E	
	Dor no corpo		8	E	
	Diarreia		1	I	
31 - Menispermaceae					
Abuta	Cicatrizar ferimento	Ca, C	9	E	25
Abuta grandifolia	Dor de cabeça		2	E	

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
	Baque no olho (hemorragia), dor d'olho, conjuntivite		3	E	
	Baque		18	E	
32 - Mimosaceae					
Angico/paricá *Piptadenia peregrina*	Asma, gripe, tosse	Ec	1, 6	I	13
Fava-coré/bajá-core *Parkia oppositifolia*	Tosse, gripe, febre, coceira, "felicidade de criança", "panemice em pessoa"	Ca	2	E	17
	Dor de cabeça		2, 17	E	
	Reumatismo		17	E	
Pracaxi *Pentaclethra macroloba*	Queimadura, cicatrizar ferimento, desmentidura, baque	O	4	E	14
	Inflamação na garganta, rouquidão		7	E/I	
	Vomitório	Ca	1	I	
	Erisipela (esipla)		9	E	
	Coceira	Fr	2	E	
33 - Monimiaceae					
Capitiú *Siparuna guianensis*	Reumatismo, dor de cabeça, febre	Ca, F, Rf	2	E	5
34 - Moracaeae					
Caxinguba *Ficus anthelminthica*	Amebíase, diarreia	Ca	1	I	24
Mundurucu *Maquira sclerophylla*	Dor de dente	L	4	E	10
	"Panemice em cachorro"	Fr	3	E	
	"Limpar vista para caçar"		13	E	
Mururé *Brosimum acutifolium*	Reumatismo	Ca, L	14	I	12
	Dor no corpo		17	E	
35 - Musaceae					
Bananeira *Musa* sp	Diarreia	Fr	4	I	5
	Inchaço no corpo		2	E	
36 - Myristicacaeae					
Ucuúba/virola *Virola surinamensis*	Anemia	Ca	1	I	14
	Dor de dente, ferida no dente, cicatrizar ferimento	L	4	E	

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
37 - Myrtaceae					
Ameixeira	Amebíase, diarreia, hemorroidas	Ca	1, 5	I	22
Syzygium cumini					
Goiabeira	Gripe, febre, vômito, tosse	F	2	E	27
Psidium guajava	Diarreia	Br, Fr, Ca	1, 4, 5	I	
	Má digestão, dor de barriga de uma comida que fez mal	Br	1	I	
38 - Olacaceae					
Muirapuama	Reumatismo	R	1, 17	I	9
Ptychopetalum olacoides	Impotência sexual	Ca	14	I	
39 - Phytolacaceae					
Mucura-caá	"Caruará, "mau olhado",				
Petiveria alliacea	"panemice em pessoa"	F	2	E	16
	Dor de dente	Rf	3	E	
	Reumatismo, baque		8	E	
	Dor de cabeça		2, 18	E	
40 - Piperaceae					
Erva-de-jabuti	Infecção urinária, inflamação nos rins,				
Piperomia pellucida	pedra nos rins	R, Pi	1	I	5
Jambu-açu/J. mato/jamburana	"Panemice em cachorro"	R	2	E	13
Piper ottonoides	Dor de dente		3, 12	E	
41 - Poaceae					
Capim-santo/marinho	Diarreia, estômago, empachado,				
Cymbopogon citratus	gases, má digestão, prisão de ventre, vômito, suar febre	F	1	I	24
	Queda de cabelo		9	E	
	Inchaço no corpo de mulher grávida, frialdade na barriga da gestante		2	E	
Milho	Infecção urinária, inflamação nos rins,				
Zea mays	pedra nos rins	Es	1	I	5
42 - Polypodiaceae					
Tajá-vermelho/quati	Tosse de guariba (coqueluche), asma,				
Polypodium decumanum	impotência sexual	Ri	6	I	13
43 - Portulacaeae					
Amor-crecido	Queda de cabelo	Rf, F	3	E	10
Portulaca pilosa	Estancar sangue		10	E	

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
44 - Rubiaceae					
Coré-pretinho/Benguê	Inchaço no corpo		8	E	
Faramea anisocalyx	"Amansar criança", "mau olhado", "panemice em cachorro", "susto de criança",				
	dor de cabeça, gripe, tosse, febre	Ca, F, Fr	2	E	25
	Reumatismo, dor muscular		14, 17	I	
	Amortecimento depois de uma picada de caba		4	E	
Jenipapo	Anemia, amebíase	Fr	16	I	6
Genipa americana					
Pimenta-de-urubu	Pano branco	Fr	4	E	10
Geophila repens					
Purui	Diarreia	Br	4	E	4
Alibertia edulis	Curar umbigo de criança	Fr	10	E	
Unha-de-gato/jupindá	Diabetes, inflamação do útero	F	1	I	12
Uncaria guianensis	Sinusite		18	E	
	Constipação na cabeça		2	E	
45 - Rutaceae					
Arruda	Dor de estômago	F	1	I	9
Ruta graveolens	Dor de cabeça		14	E	
	"Quebranto", "mau olhado", "caruará"		2	I	
Laranja	Dor de estômago	Ca do Fr	1	I	7
Citrus sinensis	Constipação na cabeça, febre	F	2	E	
	Gripe	Fr, F	2, 16	E/I	
Laranja-da-terra	Febre, constipação na cabeça, dor de	F	2	E	27
Citrus aurantium	cabeça, gripe, inflamação na garganta,				
	tosse, rouquidão, asma	F, Fr	2, 6, 7, 16	E/I	
		Fr	6, 7, 16	I	
Limão	Inflamação na garganta, tosse, rouquidão	Fr	6, 7	I	30
Citrus arantifolia	Dor d'olho		9	E	
	Baque		10, 8	E	
	Estancar sangue, golpe		3	E	
	Dor de cabeça	F	2	E	
	Gripe	F, Fr	2, 6, 7, 16	E/I	

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
46 - Sapotaceae					
Maçaranduba *Manilkara huberi*	Diarreia	L, Ca	4, 5	I	5
Maparajuba *Manilkara amazonica*	Diarreia	L, Ca	4, 5	I	4
47 - Scrophulariaceae					
Pataqueira *Conobea scoparioides*	Suar febre	F	1, 18	I	22
	"Afastar mau espírito", "amansar criança", "atrair boa sorte", "felicidade de criança", "mau olhado", "susto de criança", tosse, gripe, dor de cabeça	Rf	2	E	
	Febre		1, 2	E/I	
Peixinho *Bacopa* sp	"Afastar mau espírito", amansar criança, atrair boa sorte, felicidade de criança, mau olhado, susto de criança, tosse, gripe, dor de cabeça	Rf	2	E	31
	Febre	F	1, 2	E/I	
Vassourinha *Scoparia dulcis*	Coceira, brotoeja	Pi	2, 3	E	9
	Infecção urinária	R	1	I	
48 - Selaginellaceae					
Samambaia *Selaginella stellata*	Dor no corpo, inchaço no corpo	F	2	E	2
49 - Simaroubaceae					
Marupá *Simaruba amara*	Amebíase	C.	1	I	1
Quina *Quassia amara*	Problema do fígado, diarreia	Ca	1, 5	I	10
	Febre brava, febre, malária	F	1, 2, 5	E/I	
	Estancar sangue, cicatrizar ferimento		3, 9	E	
	Ferrada de tucandeira		8	E	
	Picada de cobra		10	E	
	Facilitar o trabalho de parto		18	E	
50 - Thymeliaceae					
Cipó-cumacaí *Lophostoma calophylloides*	"Afastar mau espírito", caruará", "panemice em cachorro", "susto de criança", gripe, tosse , dor no corpo, reumatismo, dor muscular, febre, inchaço no corpo.	Ca, C	2	E	20

Anexo 2. (cont.) Dados botânicos e etnofarmacológicos relativos às espécies medicinais utilizadas pela comunidade Caxiuanã.

Família/espécie	Indicação terapêutica	Parte usada	Modo de preparo	Uso	Fce
51 - Tiliaceae					
Açoita-cavalo	Diabete, baixar colesterol	Ca	1	I	1
Luehea divaricata					
52 - Urticaceae					
Urtiga-brava	Frieira (mijacão)	F	3	E	4
Fleurya aestuans	Inchaço no corpo	Pi	2	E	
	Estancar hemorragia pós-parto		2	E	
53 - Vitaceae					
Cipó-pucá	Derrame, palpitação, dor no corpo	F	1	I	13
Cissus sicyoides	Dor de cabeça		2	E	
	Ataque epilético		1, 8	E/I	
	Doença que entorta criança		8	E	
	Asma, falta de ar		1, 6	I	
54 - Zingiberaceae					
Canarana/canafístula	Coceira nos órgão genital,				
Costus arabicus	corrimento vaginal	Ha	2, 11	E	5
	Dor de ouvido		3	E	
	Infecção urinária, inflamação nos rins,				
	pedra nos rins	F	1	I	
Gengibre	Ferrada de arraia, reumatismo,				
Zingiber officinale	frialdade nas pernas, câimbra	Ri	8	E	23
	Gripe, febre, tosse, rouquidão,				
	inflamação na garganta		1, 6, 7	I	
	Aumentar contração no parto		1	I	
	Dor de dente		3	E	
	Albumina, frialdade na barriga da gestante	F	2	E	

Legenda: Parte usada: Folha = F, Casca = Ca, Broto = Br, Fruto = Fr, Entrecasca = Ec, Raiz = R, Látex (leite) = L, Palmito = P, Óleo = O, Resina = Re, Cipó = Ci, Seiva = S, Ramos foliares = Rf, Flor = Fl, Caule = C, Planta inteira = Pi, haste = Ha, "Umbigo" = U, "Ouriço" = O, Envira = E, Estigma = Es, Bulbo = Bu, Rizoma = Ri; Modo de preparo: 1 - chá, 2 - banho, 3 - sumo, 4 - *in natura*, 5 - maceração aquosa, 6 - xarope, 7 - mistura, 8 - unguento, 9 - lavagem, 10 - emplastro, 11 - asseio, 12 - bochecho, 13 - colírio, 14 - maceração alcoólica, 15 - pó, 16 - suco, 17 - tintura, 18 - outros. Uso: Externo = E, Interno = I e Externo e Interno = E/I; Frequência de citação das espécies = Fce.

BRIÓFITAS EM CAXIUANÃ: RESULTADOS DO LEVANTAMENTO EM DUAS PARCELAS DA GRADE DO PPBIO

Anna Luiza Ilkiu-Borges
Luciana Priscila Costa Macêdo
Márcio Alexandre Viana Pereira
Regina Célia Lobato Lisboa

INTRODUÇÃO

A realização de novos estudos, mesmo em área relativamente bem conhecida briofloristicamente, mas com comprovada alta biodiversidade, continua sendo importante, uma vez que a literatura comprova que ainda é comum o aparecimento de novas ocorrências nesses locais, como previsto por Lisboa (1994). Um exemplo desta natureza é observado com o avanço do conhecimento sobre a brioflora na Floresta Nacional (Flona) de Caxiuanã, uma área de 324.060 ha (IBAMA, 2006), localizada no Baixo Amazonas (ILKIU-BORGES et al., 2009). Após vários estudos realizados para levantar a riqueza da brioflora na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), na Flona Caxiuanã, como demonstraram ILKIU-BORGES et al., (2009), novos levantamentos registraram oito novas ocorrências de hepáticas para o estado do Pará, sendo cinco delas novas ocorrências para a região Norte (ALVARENGA et al., 2007). Subsequente à avaliação de Ilkiu-Borges et al. (2009), Moraes e Lisboa (2009) publicaram dois novos registros de musgos para a Amazônia brasileira e dois para o Pará, coletados na mesma área de estudo.

Atualmente, estima-se que as briófitas estejam representadas por cerca de 4.000 espécies na região neotropical, o que representa um terço da diversidade mundial. Destas, 2.600 espécies são musgos, 1.350 hepáticas e 30 antóceros (GRADSTEIN et al. 2001). No Brasil, a brioflora conhecida é composta por 750 espécies de hepáticas, 750 de antóceros e 900 de musgos (COSTA, 2010; COSTA et al. 2010). Na Flona Caxiuanã, mais especificamente na ECFPn, já foram registradas 80 hepáticas e 81 musgos (ALVARENGA et al., 2007; ILKIU-BORGES; LISBOA, 2002a,b,c,d, 2004a,b; ILKIU-BORGES et al., 2009; LISBOA; NAZARÉ, 1997, 2002; LISBOA; OSAKADA, 2005; MORAES, 2006; MORAES; LISBOA, 2009). Todos os trabalhos realizados com briófitas nesta unidade de conservação utilizaram apenas a ECFPn como área de estudo, uma área de 33.000 ha, situada próximo ao limite nordeste da Flona. Nestes trabalhos, o método de coleta foi aleatório, não tendo sido determinada uma área amostral.

Com a implantação da grade permanente de estudo do Programa de Pesquisa da Biodiversidade (PPBio) em Caxiuanã, localizada no centro-leste da Flona, foi facilitado o acesso a uma nova área para o estudo das briófitas nesta unidade de conservação.

Este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento florístico e de aspectos ecológicos (com ênfase ao tipo de substrato) de espécies de briófitas em duas parcelas na grade do PPBio, na Flona Caxiuanã, e comparar a brioflora encontrada na Estação Científica Ferreira Penna.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrangeu duas parcelas de 0,1 ha (250 x 4 m) localizadas na grade do PPBio, implantada às margens do igarapé Caquajó, na Flona Caxiuanã, onde foi realizado o inventário quantitativo e qualitativo da brioflora. A grade está situada no município de Portel, estado do Pará, apresentando uma área total de 25 km^2, onde a estrutura da vegetação é estratificada, constituída principalmente de floresta primária de terra firme, bem como ambientes de igapó. O solo é areno-argiloso, com liteira bastante espessa.

Segundo a classificação de Köppen, a região de Caxiuanã possui o tipo climático Am, clima tropical quente, apresentando período mais chuvoso de dezembro a maio, e período mais seco de agosto a novembro. A temperatura média anual é de 26,7°C e a umidade relativa do ar, em torno de 87% (COSTA; MORAES, 2002).

A coleta do material ocorreu de 23 de janeiro a 15 de fevereiro de 2007. A metodologia de coleta e preparação de material para identificação seguiu Lisboa (1993).

A identificação ocorreu com base nos trabalhos de Florschütz (1964), Lisboa (1993), Yano (1992), Gradstein (1994), Ilkiu-Borges (2000), Gradstein et al. (2001), Buck (2003), Gradstein e Costa (2003) e Gradstein e Ilkiu-Borges (2009).

A classificação sistemática adotada seguiu Buck e Goffinet (2000) para Bryophyta; e Crandall-Stotler e Stotler (2000) para Marchantiophyta. As briófitas também foram classificadas segundo Robbins (1952), de acordo com o substrato em que foram coletadas.

O material identificado será incorporado ao acervo do herbário João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 111 amostras, foram identificadas 69 espécies (49 hepáticas e 20 musgos), distribuídas em 35 gêneros e 13 famílias, totalizando 415 ocorrências (Tabela 1).

Foi possível detectar 15 novos registros para a Flona Caxiuanã, dentre os quais se encontra L*ejeunea immersa* Spruce, um novo registro para a Amazônia brasileira (Figura 1a-m). Esta espécie se caracteriza pelas margens de filídios fortemente crenuladas por células infladas; anfigastro 40-50 % bífido, medindo 1,2-1,5x a largura do caulídio; perianto com comprimento menor ou igual às brácteas; quilhas do perianto fortemente crenuladas, geralmente 2-aladas e cada asa com apenas uma células de largura; rostro (do perianto) com 50-85 μm de comprimento; geralmente ocorrendo sobre tronco em decomposição, como as duas amostras registradas neste estudo. No Brasil, L. *immersa* havia sido registrada apenas na Bahia por Bastos e Yano (2009) e no Rio de Janeiro por Santos e Costa (2010a,b).

Como esperado, Lejeuneaceae destacou-se por apresentar maior número de representantes (41 espécies) e também maior frequência (250 ocorrências), ratificando a importância desta família para a Amazônia (GRADSTEIN; COSTA, 2003). Após Lejeuceaceae, as famílias mais expressivas em número de espécies foram Calymperaceae (9 spp., 51 ocorrências), Sematophyllaceae (4 spp., 44 ocorrências) e Plagiochilaceae (4 spp., 20 ocorrências). Apesar de apresentarem igual riqueza, Sematophyllaceae e Plagiochillaceae diferem em representatividade (Figura 2). A mesma ordem de importância foi registrada para as famílias de briófitas coletadas na área da Estação Científica Ferreira Penna (ILKIU-BORGES et al., 2009).

Tabela 1. Espécie, número de ocorrências e substratos na grade do Programa de Pesquisa em Biodiversidade PPBio/ Caxiuanã. Legenda: F – epífila, C – corticícola, E – epíxila, T – terrestre.

Família/Espécie	Nº	Substrato			
	Ocor.	F	C	E	T
BRYOPHYTA					
Calymperaceae					
Calymperes erosum Müll. Hal.	9		9		
Calymperes lonchophyllum Schwägr.	3		3		
Calymperes palisotii Schwägr.	3		2	1	
Octoblepharum albidum Hedw.	13		17	1	
Octoblepharum ampullaceum Mitt.	1		1		
Octoblepharum pulvinatum (Dozy & Molk.) Mitt.	10		8	2	
Syrrhopodon hornschuchii Mart.	1		1		
Syrrhopodon incompletus Schwägr.	9		9		
Syrrhopodon simmondsii Steere	2		2		
Fissidentaceae					
Fissidens pellucidus Hornsch.	1		1		
Fissidens prionodes Mont.	12		6		6
Leucobryaceae					
Leucobryum martianum (Hornsch.) Hampe ex Müll. Hal.	12		6	6	
Leucomiaceae					
Leucomium strumosum (Hornsch.) Mitt.	1		1		
Pilotrichaceae					
Callicostella pallida (Hornsch.) Ångstr.	3		1	2	
Sematophyllaceae					
Sematophyllum subsimplex (Hedw.) Mitt.	29		16	16	2
Taxithelium planum (Brid.) Mitt.	1		1		
Taxithelium pluripunctatum (Renauld & Cardot) Broth.	1		1		
Trichostelum papillosum (Hornsch.) Hampe	13		6	7	
Stereophyllaceae					
Pilosium chlorophyllum (Hornsch.) Müll. Hal.	12		6	6	
Thuidiaceae					
Pelekium scabrosulum (Mitt.) Touw	1			1	
MARCHANTIOPHYTA					
Aneuraceae					
Riccardia amazonica (Spruce) S. W. Arnell	1			1	
Lejeuneaceae					
Archilejeunea fuscescens (Hampe ex Lehm.) Fulford	12		10	2	
Archilejeunea parviflora (Nees) Schiffn.	6		5	1	
Ceratolejeunea coarina (Gottsche) Schiffn.	15	6	7	2	
Ceratolejeunea cornuta (Lindenb.) Steph.	14		11	3	
Ceratolejeunea cubensis (Mont.) Schiffn.	17		14	3	
Ceratolejeunea desciscens (Sande Lac.) Steph.	1			1	
Ceratolejeunea guianensis (Nees & Mont.) Steph.	2		2		
Ceratolejeunea minuta Dauphin	15	1	13	1	
Cheilolejeunea adnata (Kunze) Grolle	4		3	1	

Tabela 1. (cont.) Espécie, número de ocorrências e substratos na grade do Programa de Pesquisa em Biodiversidade PPBio/Caxiuanã. Legenda: F – epífila, C – corticícola, E – epíxila, T – terrestre.

Família/Espécie	Nº	Substrato			
	Ocor.	F	C	E	T
Cheilolejeunea aneogyna (Spruce) A. Evans	8		8		
Cheilolejeunea holostipa (Spruce) Grolle & R.-L. Zhu	1		1		
Cheilolejeunea neblinensis Ilkiu-Borges & Gradstein	8		8		
Cheilolejeunea oncophylla (Ångstr.) Grolle & E. Reiner	4	1	3		
Cheilolejeunea rigidula (Mont.) R.M.Schust.	6		5	1	
Cololejeunea contractiloba A. Evans	1	1			
Cololejeunea diaphana A. Evans	3	2	1		
Cololejeunea surinamensis Tixier	2	2			
Cololejeunea winkleri (Morales & Bernecker) Bernecker & Pócs	1	1			
Cyclolejeunea convexistipa (Lehm. & Lindenb.) A. Evans	1	1			
Cyclolejeunea luteola (Spruce) Grolle	1		1		
Diplasiolejeunea brunnea Steph.	2	2			
Haplolejeunea cucullata (Steph.) Grolle	4		3	1	
Harpalejeunea oxyphylla (Nees & Mont.) Steph.	1			1	
Harpalejeunea stricta (Lindenb. & Gottsche) Steph.	2		2		
Lejeunea asperrima Spruce	2		2		
Lejeunea boryana Mont.	3		3		
Lejeunea controversa Gottsche	3	2	1		
Lejeunea huctumalcencis Lindenb. & Gottsche	15		13	2	
Lejeunea immersa Spruce	2			2	
Lejeunea laetevirens Nees & Mont.	3		2	1	
Leptolejeunea elliptica (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	4	4			
Leptolejeunea tridentata Bischl.	1	1			
Microlejeunea acutifolia Steph.	2		2		
Pictolejeunea picta (Gottsche ex Steph.) Grolle	29		25	7	2
Prionolejeunea denticulata (Weber) Schiffn.	11		7	4	
Prionolejeunea muricato-serrulata (Spruce) Steph.	7		4	3	
Rectolejeunea flagelliformis A. Evans	2	1	1		
Stictolejeunea squamata (Willd. ex Weber) Schiffn.	1			1	
Thysananthus amazonicus (Spruce) Schiffn.	1	1			
Xylolejeunea crenata (Nees & Mont.) X.-L. He & Grolle	33	1	6	24	2
Lepidoziaceae					
Micropterygium leiophyllum Spruce	1		1		
Zoopsidella integrifolia (Spruce) R.M. Schust.	4		1	2	1
Plagiochilaceae					
Plagiochila disticha (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	2		2		
Plagiochila gymnocalycina (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	1		1		
Plagiochila raddiana Lindenb.	1		1		
Plagiochila subplana Lindenb.	16		13	3	
Radulaceae					
Radula flaccida Lindenb. & Gottsche	2	2			
TOTAL	415	29	279	109	13

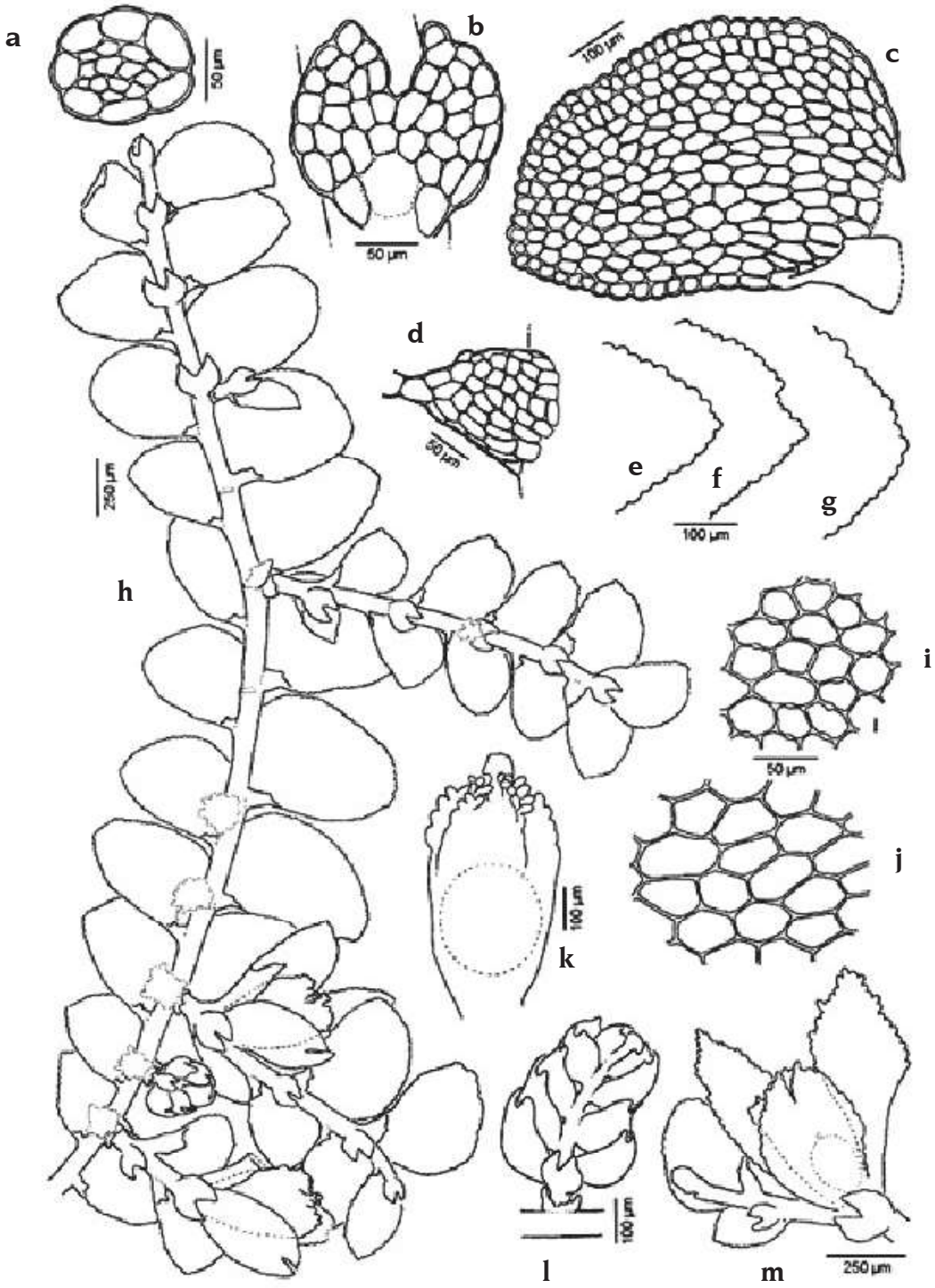


Figura 1 (a-m). L*ejeunea immersa* Spruce. a) Corte transversal do caulídio. b) Anfigastro. c) Filídio, vista ventral. d) Lóbulo. e-g) Ápice do filídio. h) Gametófito, vista ventral. i-j) Células medianas. k) Perianto. l) Androécio. m) Ginoécio. (A, C, D, H, J, K, L, M = MORAES; SANTOS, 2043; B, E, F, G, I: SANTOS; MORAES, 2057).

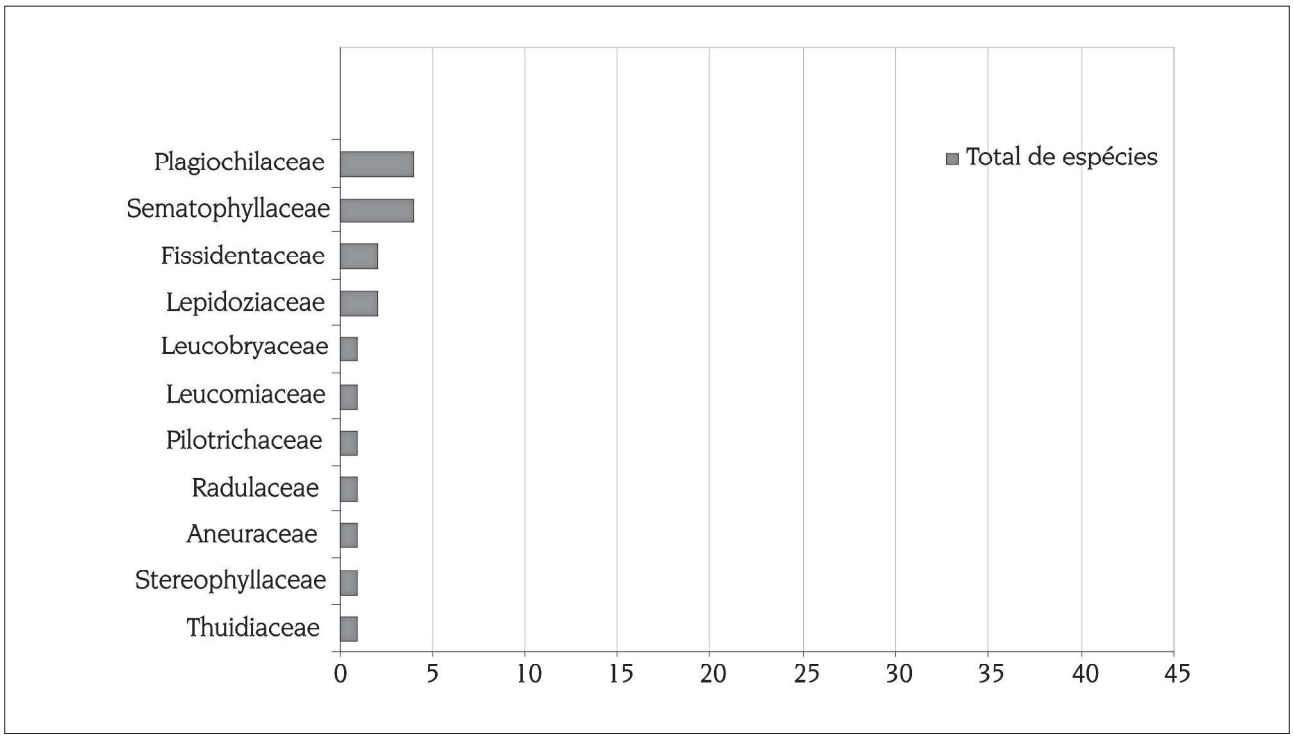


Figura 2. Riqueza de espécies por família na grade do PPBio em Caxiuanã.

As espécies mais frequentes na grade do PPBio, em Caxiuanã, foram: *Xylolejeunea crenata*, com 33 espécimes identificados, seguida por *Pictolejeunea picta* e *Sematophyllum subsimplex* (26 cada), *Ceratolejeunea cubensis* (17), *Plagiochila subplana* (16), e *Ceratolejeunea minuta*, C. *coarina* e *Lejeunea huctumalcensis* (15 cada). *Xylolejenea crenata*, *Sematophyllum subsimplex* e *Lejeunea huctumalcensis* também estão entre as mais comuns na ECFPn (ILKIU-BORGES et al., 2009). Em relação aos substratos colonizados, as espécies corticícolas destacaram-se com 264 ocorrências (64% dos espécimes estudados), seguidas por epíxilas com 108 ocorrências (26 %), epífilas com 30 (7 %) e terrestres com 13 (3 %). Esta sequência na ordem de preferência por substrato tem se estabelecido como o padrão para a Flona Caxiuanã (ILKIU-BORGES et al., 2009), que é condizente com o esperado para uma floresta de planície na Amazônia (GRADSTEIN et al., 2001; GRADSTEIN; COSTA, 2003).

A riqueza de espécies encontradas na grade do PPBio, em Caxiuanã, foi menor (69 spp) que aquela registrada na área da ECFPn (161 spp.) (ALVARENGA et al., 2007; ILKIU-BORGES; LISBOA, 2002a, b, c, d, 2004a, b; ILKIU-BORGES et al., 2009; LISBOA; NAZARÉ, 1997, 2002; LISBOA; OSAKADA, 2005; MORAES, 2006; MORAES; LISBOA, 2009). Devido a não aplicação de área amostral nos trabalhos realizados na ECFPn, a diferença da riqueza entre duas áreas na mesma região pode ser comparada através do esforço amostral. Somando os espécimes estudados pelos autores supracitados, chega-se a um total de 3.199, enquanto que na área da grade do PPBio este total é de 415 espécimes (ou ocorrências). Apesar do número de espécimes não refletir o número absoluto de amostras coletadas (podendo uma amostra conter mais de uma espécie), ambos os valores estão diretamente relacionados, pois a variação no número de espécies por amostra é similar para as duas áreas, como pode ser verificado nas amostras provenientes de Caxiuanã, depositadas no herbário MG.

O fator de maior relevância para explicar a diferença entre a riqueza encontrada na ECFPn e na grade do PPBio, em Caxiuanã, é que as coletas realizadas na primeira área incluíram diferentes tipos de ecossistemas (terra firme, várzea, vegetação savanoide, entre outros) (ILKIU-BORGES et al., 2009), enquanto que os realizados na grade do PPBio, incluíram, principalmente, florestas de terra firme. Isolando os resultados sobre a riqueza registrada em florestas de terra firme na ECFPn (72 spp em 1.813 ocorrências), verifica-se que a variação entre as áreas é praticamente inexistente. Isso indica que a diferença no esforço amostral não influenciou o quantitativo de riqueza nas duas áreas. Todavia, é possível que haja uma diferença na composição de espécies oriundas de florestas de terra firme na região de Caxiuanã, isolando efeitos de áreas alagadas e da proximidade de igarapés, mas isso não pode ser testado com base nos dados existentes, pela falta de padronização do método de coleta empregado nos estudos realizados na Flona de Caxiuanã.

Das 63 espécies de Lejeuneaceae registradas anteriormente para a Estação Científica Ferreira Penna (ALVARENGA et al., 2007; ILKIU-BORGES; LISBOA, 2002a; LISBOA; OSAKADA, 2005), 41 ocorreram na grade do PPBio em Caxiuanã. Além disso, nesse estudo são adicionadas as espécies *Cheilolejeunea adnata*, C. *oncophylla* e L*ejeunea immersa* à lista de espécies de Lejeuneaceae conhecidas para a Flona Caxiuanã.

CONCLUSÃO

A riqueza de espécies registradas na grade do PPBio, em Caxiuanã, apesar de relevante, não reflete a brioflora da Flona, por incluir apenas um tipo de ecossistema, evidenciando a necessidade de considerar diferentes ecossistemas quando o objetivo é registrar a diversidade de um grupo em uma região. Os resultados encontrados também indicam que a riqueza de espécies não parece variar em um mesmo tipo de ecossistema (florestas de terra firme) em áreas de uma mesma região, mas esta confirmação só poderá ser feita através de um estudo de caso onde haja a delimitação da área amostral, buscando isolar efeitos que possam afetar a riqueza de espécies de briófitas, como luminosidade (e.g. clareiras naturais) e umidade (e.g. presença de áreas alagadas e cursos d'água).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à M.Sc. Rita de Cássia Pereira dos Santos e M.Sc. Éryka de Nazaré Rezende Moraes, pela coleta do material; ao Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim, M.Sc. Alessandro Silva Rosário e ao referee, pela leitura crítica do manuscrito; ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade – Amazônia Oriental (PPBio), pelo apoio financeiro e logístico; ao CNPq, pela concessão de bolsa PIBIC ao terceiro autor e bolsa de produtividade à quarta autora; à CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado à segunda autora.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, L. D. P.; LISBOA, R. C. L.; TAVARES, A. C. C. Novas referências de hepáticas (Marchantiophyta) da Floresta Nacional de Caxiuanã para o estado do Pará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 649-659, 2007.

BASTOS, C. J. P.; YANO, O. O gênero L*ejeunea* Libert (Lejeuneaceae) no estado da Bahia, Brasil. **Hoehnea**, v. 36, p. 303-320, 2009.

BUCK, W.R. Guide to the plants of central French Guiana. Part 3. Mosses. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 76, p. 1-167. 2003.

BUCK, W.R.; GOFFINET, B. Morphology and classification of mosses. In: SHAW, J.; GOFFINET, B. (Eds.). **Bryophyte Biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 71-123.

CRANDAL-STOTLER, B.; STOTLER, R.E. Morphology and classification of the Marchantiophyta. In: SHAW, J.; GOFFINET, B. (Eds.). **Bryophyte Biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 21-70

COSTA, J. P. R.; MORAES, J. C. Médias mensais de variáveis meteorológicas. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 225-232.

COSTA, D. P. **Lista de espécies da flora do Brasil: Hepáticas.** Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 1. p. 453-479.

COSTA, D. P.; CÂMARA, P. E. A. S.; PÔRTO, K. C.; LUIZIPONZO, A. P.; ILKIU-BORGES, A. L. **Lista de espécies da flora do Brasil: Musgos.** Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 1. p. 480-521.

FLORSCHÜTZ, P. A. The Mosses of Suriname. Musci Part I. In: LANJOUW, J. (Ed.). **Flora of Suriname**. Leiden: Brill, 1964. p.1-271.

GRADSTEIN, S. R. Lejeuneaceae: Ptychantheae, Brachiolejeuneae. **Flora Neotropica. Monograph**, v. 62, p. 1- 216, 1994.

GRADSTEIN, S. R.; CHURCHILL, STEVEN P.; SALAZAR-ALLEN, N. Guide to the bryophytes of tropical America. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 86, p. 1-577, 2001.

GRADSTEIN, S.R.; COSTA, D.P. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 87, p. 1-196. 2003.

GRADSTEIN, S. R.; ILKIU-BORGES, A. L. Guide to the plants of central French Guiana. Part 4. Liverworts and hornworts. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 76, p. 1-140, 2009.

IBAMA, **Unidades de Conservação**. Florestas nacionais: Floresta Nacional de Caxiuanã. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/siucweb/mostraUc.php?seqUc=1250>. Acesso em: 15 maio 2006.

ILKIU-BORGES, A. L.; LISBOA, R. C. L. Lejeuneaceae (Hepaticae). In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002a. p. 399-419.

ILKIU-BORGES, A. L.; LISBOA, R. C. L. *Leptolejeunea* e *Rhaphidolejeunea* (Lejeuneaceae) na Estação Científica Ferreira Penna, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 2, p. 205-215, 2002b.

ILKIU-BORGES, A. L.; LISBOA, R. C. L. Os gêneros *Lejeunea* e *Microlejeunea* (Lejeuneaceae) na Estação Científica Ferreira Penna, Estado do Pará, Brasil, e novas ocorrências. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 4, p. 541-553, 2002c.

ILKIU-BORGES, A. L.; LISBOA, R. C. L. Os gêneros *Cyrtolejeunea* Evans e *Drepanolejeunea* Steph. (Lejeuneaceae) na Estação Científica Ferreira Penna, Estado do Pará, Brasil, e novas ocorrências. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica, v. 18, n. 2, p. 231-245, 2002d.

ILKIU-BORGES, A. L.; LISBOA, R. C. L. Os gêneros *Cyclolejeunea*, *Haplolejeunea*, *Harpalejeunea*, *Lepidolejeunea* e *Rectolejeunea* (Lejeuneaceae, Hepaticae) na Estação Científica Ferreira Penna, Pará, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 18, n. 3, p. 537-553, 2004a.

ILKIU-BORGES, A. L.; LISBOA, R. C. L. A Tribo Cololejeuneae (Lejeuneaceae, Hepaticae) na Estação Científica Ferreira Penna, Melgaço (PA). **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4, p. 887-902, 2004b.

ILKIU-BORGES, A. L.; LISBOA, R. C. L.; MORAES, E. N. R. Avanços no conhecimento da brioflora. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 313-330.

LISBOA, R. C. L. Adições à brioflora do estado do Pará. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica, v. 10, n.1, p. 15-42, 1994.

LISBOA, R. C. L. **Musgos acrocárpicos do estado de Rondônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1993. p. 1-272.

LISBOA, R. C. L.; NAZARÉ, J. M. M. A Flora briológica. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 223-235.

LISBOA, R. C. L.; NAZARÉ, J. M. M. A família Sematophyllaceae (Bryophyta) – novas adições. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 389-397.

LISBOA, R. C. L.; OSAKADA, A. O Gênero *Vitalianthus* R. M. Schust. & Giancotti (Lejeuneaceae), no estado do Pará. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Ciências Naturais, v. 1, n. 1, p. 45-48, 2005.

MORAES, E. N. R. Diversidade, aspectos florísticos e ecológicos dos musgos da Estação Científica Ferreira Penna, flona de Caxiuanã, Pará, Brasil. Dissertação (Mestrado em Botânica), 2006.

MORAES, E. N. R.; LISBOA, R. C. L. Diversidade, taxonomia e distribuição por estados brasileiros das famílias Bartramiaceae, Brachytheciaceae, Bryaceae, Calymperaceae, Fissidentaceae, Hypnaceae e Leucobryaceae (Bryophyta) da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, p. 34-54, 2009.

ROBBINS, R. G. Bryophyta ecology of a dune area in New Zealand. Vegetation, **Acta Geobotanica**, v. 4, p. 1-131. 1952.

SANTOS, N. D.; COSTA, D. P. Phytogeography of the liverwort flora of the Atlantic Forest of eastern Brazil. **Journal of Bryology**, v. 32, p. 9-22, 2010a.

SANTOS, N. D.; COSTA, D. P. Altitudinal zonation of liverworts in the Atlantic Forest, southeastern Brazil. **The Bryologist**, v. 113, n. 3, p. 631-645, 2010b.

YANO, O. **Leucobryaceae (Bryopsida) do Brasi**l. 1992. 318f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

CONSIDERAÇÕES FENOLÓGICAS, MORFOLÓGICAS E ANATÔMICAS DAS INFRUTESCÊNCIAS E SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE PHILODENDRON SCHOTT (ARACEAE)

Alba Lúcia Ferreira de Almeida Lins
Salustiano Vilar da Costa Neto
Rosecélia Moreira da Silva Castro

INTRODUÇÃO

P*hilodendron* Schott é um gênero exclusivamente neotropical e o segundo maior gênero de Araceae, com cerca de 483 espécies (CATE-ARACEAE, 2010), sendo constituído por três subgêneros neotropicais M*econostigma* (Schott) Engler, P*teromischum* (Schott) Mayo e P*hilodendron* Schott (MAYO, 1990). No Brasil, o gênero é um dos mais diversos da família, com 156 espécies (SAKURAGUI; SOARES, 2010).

O subgênero P*hilodendron* Schott compreende a maioria das espécies do gênero, que se caracteriza morfologicamente por apresentar caule composto de unidades simpodiais de uma única folha, e da inflorescência, em que a zona estéril, entre as zonas pistilada e estaminada, é mais curta que a zona estaminada (COELHO, 2000). Dos três subgêneros, é o que apresenta maior variação morfológica e ecológica (SAKURAGUI, 2001).

Segundo Coelho (2000), apesar da importância ornamental que as espécies deste subgênero apresentam, principalmente pela beleza de sua folhagem, pouco se conhece sobre a sua fenologia, morfologia e anatomia. O autor enfatiza, ainda, que a maioria das espécies de P*hilodendron* apresenta reduzida representatividade nos herbários. Além disso, os materiais por vezes são incompletos, com informações insuficientes para a identificação das espécies. Temponi et al. (2005) argumentam também que há dificuldade no processo de herborização, devido à suculência das inflorescências. Todos estes fatores podem contribuir para a exclusão da família nos levantamentos florísticos e fitossociológicos (TEMPONI et al., 2006), reforçando, assim, a comprovação de Croat (1992), de que a família Araceae é uma das mais desconhecidas nos trópicos.

Neste contexto, Lins (2005), estudando anatomia do desenvolvimento do sistema de raízes de P*hilodendron muricatum* Willd. ex Schott (macrófita aquática), P. *fragantissimum* (Hooker) G. Don (terrícola e hemiepifítica) e P. *melinonii* Brongn ex Regel (epifítica), todos pertencentes ao subgênero P*hilodendron* Schott, observou que dados sobre a floração e a frutificação foram indispensáveis para a obtenção de sementes.

Diante do exposto, neste trabalho pretende-se fornecer informações sobre a floração, morfologia da infrutescência, rompimento da espata das infrutescências e a forma das sementes adquiridas durante o desenvolvimento do estudo das espécies de P*hilodendron* citadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), 01°42' 30" S e 51° 31' 45" W, na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço (PA) e na Área de Proteção Ecológica do rio Guamá (APEG), 01°26' 24,7"S e 48°24' 45,9"W, no município de Belém, Pará, Brasil, assim como em áreas (não protegidas) adjacentes, onde ocorriam as referidas espécies (Figura 1).

O clima da região da ECFPn é do tipo Am, segundo a Classificação de Köppen, ou seja, clima tropical quente, caracterizando-se por um período mais chuvoso (principalmente de março a abril) e outro menos chuvoso (principalmente de outubro a novembro), com curto período de estiagem (OLIVEIRA et al., 2002).

Foram realizadas observações e coletas aleatórias de infrutescências, no período de outubro/1999 a fevereiro/2003, para obtenção de sementes das três espécies P*hilodendron muricatum* Schott, P. *fragantissimum* (Hooker) G. Don e P. *melinonii* Brongn ex Regel, nas áreas citadas.

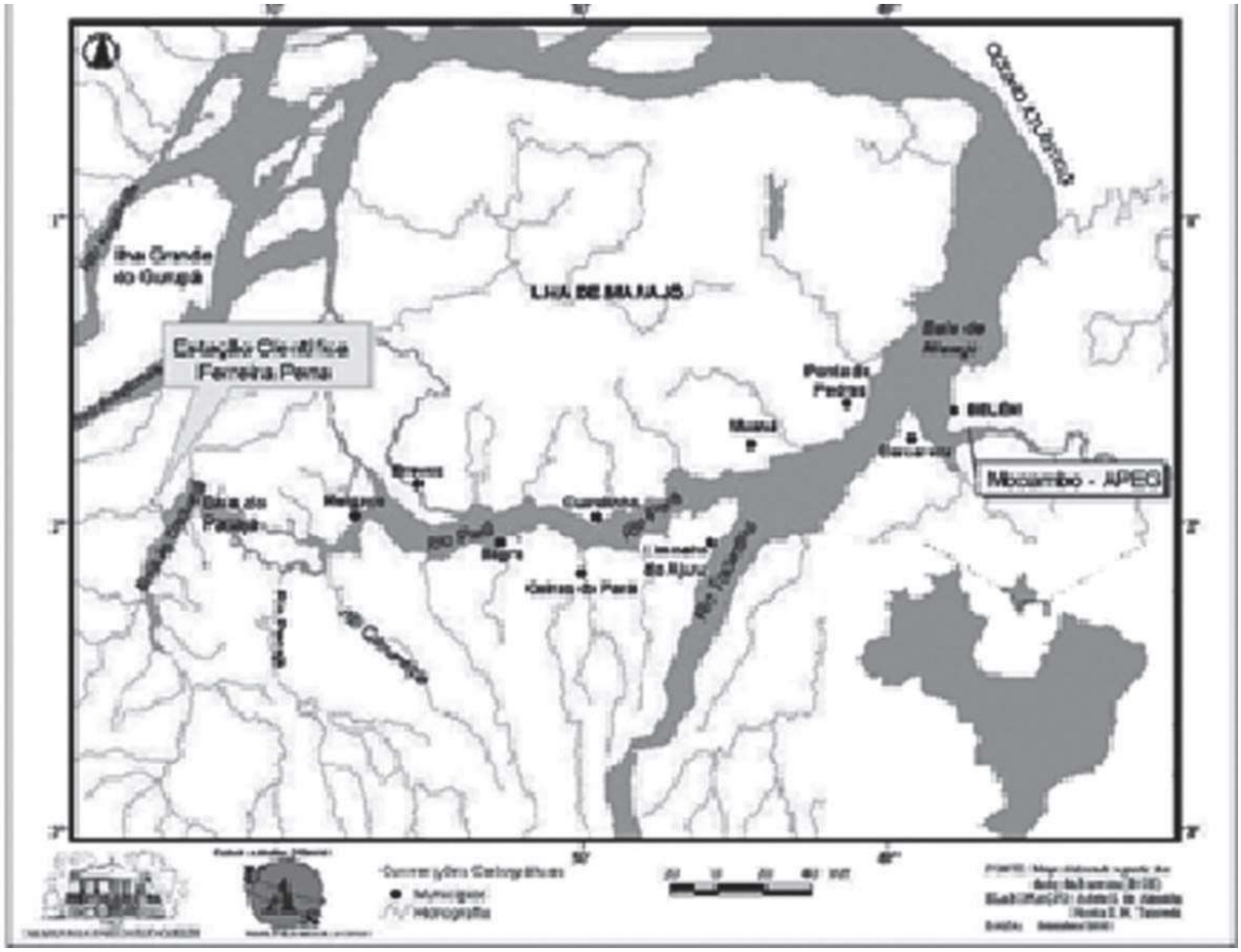


Figura 1. Mapa dos locais de coleta. Estação Científica Ferreira Penna-ECFPn (Floresta Nacional do Caxiuanã, município de Melgaço) e Área de Proteção Ecológica do Rio Guamá-APEG (município de Belém).

As observações fenológicas, de floração e frutificação, foram evidenciadas e planejadas de setembro de 2001 a fevereiro de 2003, porque os dois primeiros anos de observações indicaram o início da floração durante a segunda quinzena de setembro. Foram registradas presença e ausência de inflorescência, e as fases de maturação das infrutescências, que aparentemente são retardadas com a antecipação do período chuvoso. As infrutescências coletadas para obtenção de sementes apresentavam formas globosas na região basal da espata. As infrutescências de P. *melinonii* devem ser protegidas por invólucros de tecido ou plástico na maturidade, para evitar predação.

As sementes foram selecionadas quanto à forma, tamanhos e destinadas aos estudos anatômicos: parte foi fixada para obtenção de embriões e a outra parte foi germinada para a produção de plântulas, em diferentes fases do desenvolvimento (estas plantas foram usadas no estudo de origem do sistema de raízes das três espécies investigadas).

Fixação: as sementes selecionadas foram fixadas em glutaraldeido 1 % e formaldeido 4 %, em tampão fosfato de sódio 0.1M pH7,2 (MCDOWELL; TRUMP, 1976). Incluídas em hidroxietilmetacrilato, secionadas transversal e longitudinalmente em 5μm (MCDOWELL; TRUMP, 1976) e coradas em azul-de-toluidina (O'BRIAN et al., 1981).

Germinação: para o experimento de germinação foram utilizados os substratos vermiculita e *Sphagnum*, além do substrato onde as espécies ocorrem em seus ambientes naturais. Para P. *muricatum*, utilizou-se lama do local de coleta; para P. *fragantissimum*, o solo horizonte A e para P. *melinonii*, casca em decomposição do próprio forófito. As sementes foram semeadas em gerbox e mantidas à temperatura ambiente entre 25°C e 28°C, em Belém (no Laboratório de Anatomia Vegetal-MPEG). Em Porto Alegre, elas foram mantidas no Laboratório de Anatomia Vegetal da UFRGS, à temperatura semelhante, com auxílio de ar condicionado.

Deve ser enfatizado que os dados sobre germinação e de viabilidade das sementes serão apresentados apenas como indicativos para novas investigações.

O material foi analisado e fotomicrografado ao microscópio *Leica* DMR, com máquina fotográfica digital *Canon* acoplada. As escalas estão de acordo com as objetivas do aparelho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de outubro de 1999 a novembro de 2003, observou-se, aleatoriamente, que a floração das espécies *Philodendron muricatum*, P. *fragantissimum* e P. *melinonii* iniciou-se no final de setembro até o começo de outubro. Dentre as três espécies ocorreu aparentemente uma sincronia no aparecimento das inflorescências e na produção de folhas e catafilos. Observou-se, também, neste período, que todas as Araceae estavam floridas, inclusive as espécies em estudo. P. *melinonii* foi a espécie que apresentou maior período de floração, ou seja, até dezembro ainda se encontravam espécimes com várias inflorescências em diferentes estágios de desenvolvimento. Já P. *muricatum* e P. *fragantissimum*, no final outubro, apresentavam apenas frutificação. Porém, quando houve prolongamento do período menos chuvoso, a maturação das infrutescências estava completa e concluída em novembro. Segundo Gentry (1983), a precipitação parece ser o fator determinante na diversidade e estabelecimento dos ritmos reprodutivos das comunidades de plantas tropicais. Por mais que van Schaik et al. (1993) considerem que indivíduos e populações de plantas tropicais possam exibir todos os comportamentos fenológicos possíveis, as três espécies em estudo apresentam formas de vida distintas e padrões fenológicos (floração e frutificação) semelhantes, embora (MARQUES et al., 2004) afirmem que a tendência, nestes casos, é apresentar diferenças fenológicas.

Morfologia (infrutescências e sementes): a forma globosa das infrutescências (Figuras 2a-b, 3a-c, 4a-b) das três espécies em estudo indica o seu completo amadurecimento, sendo a maioria das sementes viáveis. As sementes geradas das infrutescências com tais características foram germinadas para a obtenção dos embriões (Figuras 10a, 11a-b, 12a) e de plântulas (LINS, 2005). Enfatiza-se, ainda, que quando a referida região basal das infrutescências foi encontrada com a forma semiglobosa, a quantidade de sementes aproveitáveis era reduzida, enquanto que com a forma elíptica (Figura 4a) não houve produção de sementes, pois provavelmente estavam imaturas ou não ocorreu polinização e fecundação das flores pistiladas.



Figura 2a-b. Infrutescência de P*hilodendron muricatum*: a) Forma com sementes viáveis; b) Descência na base da espata.



Figura 3a-c. Infrutescência de P*hilodendron fragantissimum*: a) Região mediana da espata de cor vermelha indica sementes imaturas; b) Deiscência da espata; c) Pós-deiscência da espata.



Figura 4a-b. P*hilodendron melinonii*: a) Forma da infrutescência com sementes inviáveis; b) Forma da infrutescência com sementes viáveis. As sementes são viáveis apenas em indivíduos localizados acima de 2 m do solo.

Dentre as três espécies, o fato marcante ocorreu com P. *melinonii*, epífito verdadeiro de interior de mata, muito utilizado como ornamental (Figura 5), que também é encontrado como terrícola, enraizado sobre densa sarrapilheira. Estes indivíduos podem ser resultantes da germinação nesses locais ou terem caído do forófito por ocasião das fortes chuvas amazônicas.

Nesta espécie, observou-se a produção de sementes viáveis somente quando as infrutescências foram coletadas em indivíduos localizados acima de dois metros de altura, ou seja, na forma epifítica. Porém, os estudos de biologia floral sobre P. *melinonii*, (GIBERNAU et al., 2000) não mencionam a altura como fator relevante para os polinizadores da espécie. Cabe ressaltar, ainda, que não foi observado o rompimento da espata das infrutescências (Figura 4a). As infrutescências, quando maduras, também apresentaram a região basal em forma globosa (Figura 4b) e são devoradas por formigas que transportam as pequenas sementes ainda mergulhadas em mucilagem no interior do fruto (Figura 6a-f). Logo, para a obtenção destas sementes, a infrutescência foi protegida por invólucros de tecido ou plástico para evitar a predação.

P*hilodendron muricatum*, macrófita aquática (emergente apoiante e flutuante fixa) que ocorre nos rios e igarapés de águas pretas (Figura 7c) transparentes ou em igapós, produz caule simpodial monofilo, com infutescências axilares (Figura 7b). Quando emergente apoiante (Figura 7a), apoia-se geralmente em M*acrosamanea pubiramea* (Stend.) Barnaby & Grimes, que funciona como indicadora de sua presença, exibindo as infrutescências emersas e suspensas da água (Figura 7a). Quando flutuante fixa, seu caule flutua, exibindo as infrutescências juntamente com as folhas emersas ao nível da água (Figura 7c-d).



Figura 5. Indivíduo de P*hilodendron melinonii*, sobre forófito morto.

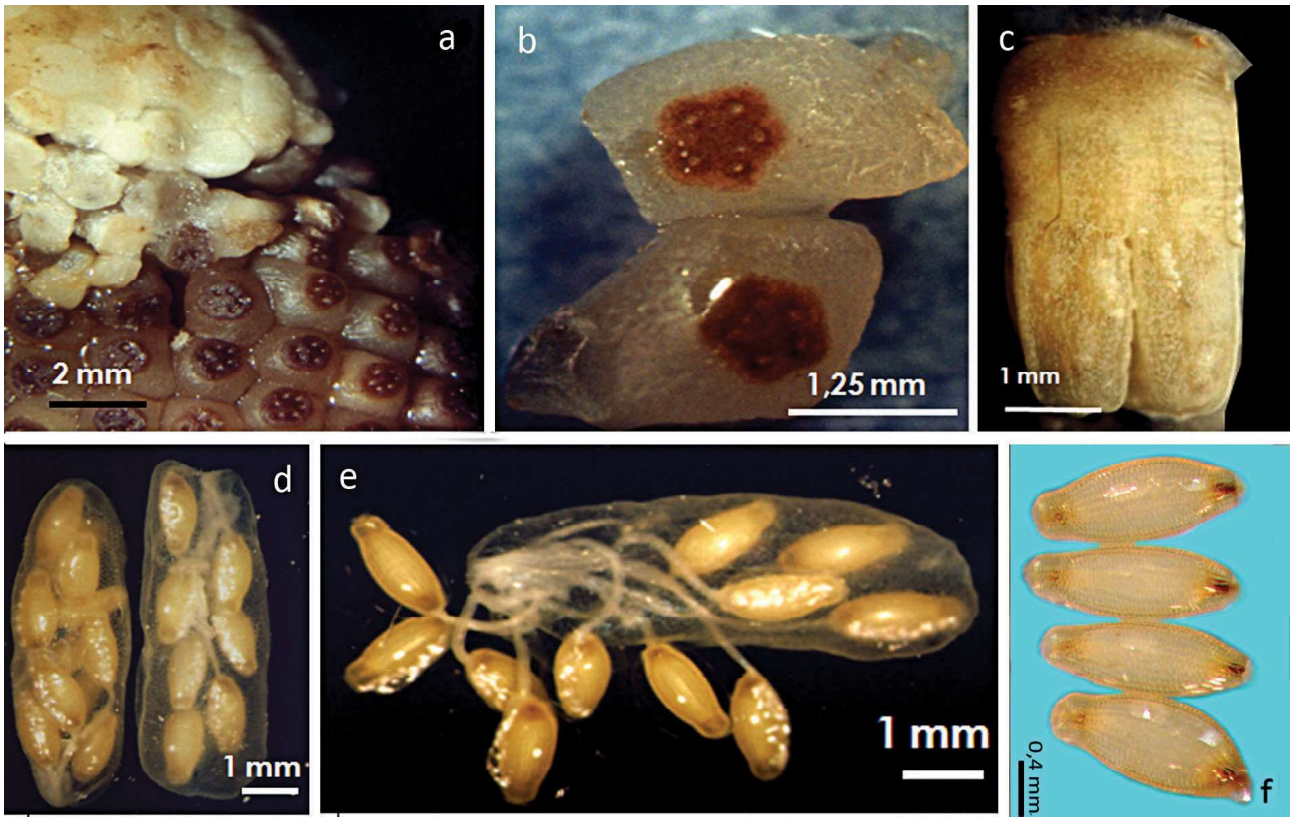


Figura 6a-f. P*hilodendron melinonii*: a) Detalhe da infrutescência; b) Fruto; c) Fruto em vista lateral; d-e) Endocarpo com sementes e mucilagem; f) sementes viáveis.



Figura 7a-j. a) P*hilodendron muricatum* apoiada em M*acrosamanea pubiramea*; b) Detalhe da infrutescência; c-d) P. *muricatum* como fixa-flutuante em rio de água preta; e) Infrutescência com deiscência da espata; f) Vista parcial da infrutescência, evidenciando as aberturas dos canais estilares (ac); g) Seção longitudinal do fruto; h-i) Sementes curtas; j) Semente longa.

Nesta espécie, o fato relevante para a obtenção de sementes é o rompimento da espata, entre o tubo dilatado e o pedúnculo (Figuras 2b; 7e), provocando a queda da infrutescência madura na água, a qual geralmente é devorada por peixes e répteis (tartaruga), tornando inviável a coleta destas sementes. Estas sementes podem ter forma curta ou alongada (Figura 7h-j) e são as únicas que apresentam variações morfológicas dentre as espécies estudadas, sendo as duas formas viáveis à germinação.

P*hilodendron fragantissimum* apresentou-se como terrícola (Figura 8a) e hemi-epifítica (Figura 8c,e-f), confirmando os estudos de todos os autores que registraram as formas de vida de P*hilodendron*, principalmente Andrade e Mayo (2000) e Blanc (1980). Ocorre geralmente em matas de terra firme, bem como em matas inundáveis, e inicia seu desenvolvimento como terrícola (Figura 8a-b), até encontrar uma árvore para iniciar a fase hemi-epifitíca (Figura 8a,c). Deve ser esclarecido que o habitat terrícola de P. *fragantissimum* representa uma etapa do seu desenvolvimento.

Nas matas de terra firme, todos os indivíduos estavam férteis (Figura 8d); e aqueles em estádio juvenil de desenvolvimento, não evidenciaram preferência por forófito. Todos se encontravam enraizados no solo próximo do forófito (Figura 8a), conectados ou em vias de se conectarem ao seu caule. As características dos caules trepadores enquadram-se na forma adaptada de crescimento do caule, chamada ramo flageliforme, segundo Blanc (1978, 1980), Ray (1986, 1987, 1988), Andrade e Mayo (1998, 2000) e Coelho (2000) (Figura 8e-f), comum em P*hilodendron* hemiepífitico. Isto significa que após a fase terrícola, o meristema apical é direcionado ao forófito e o crescimento monopodial da planta continua. As folhas tornam-se reduzidas a catáfilos ou a lâminas muito reduzidas (Figura 8e-f). Os entrenós finos e longos terminam em uma roseta florífera monopodial de folhas grandes (Figuras 3a, 8d), que produzem geralmente três infrutescências. Nas matas inundáveis, a maioria dos indivíduos encontrava-se em estágio juvenil de desenvolvimento, tendo por Arecaceae e por V*irola surinamensis* (Myristicaceae) os forófitos preferenciais.

Nesta espécie, P. *fragantissimum*, a espata da infrutescência também se rompe durante a maturidade dos frutos, como em P. *muricatum*, sendo que o rompimento ocorre na região mediana da espata, expondo a infrutescência (Figura 3b). Após o amadurecimento, os frutos (bagas vermelhas) se desprendem facilmente da espádice (Figura 9a), por ação da gravidade ou de dispersores. A queda dos frutos promove a exposição do pericarpo gelatinoso e das sementes (Figura 9c), o que facilita a aderência delas aos substratos e a detritos semelhantes aos do horizonte A do solo. Cada fruto contém mais de 500 sementes, de 1,2 mm a 1,5 mm de comprimento (Figura 9b). Observaram-se várias ocorrências de germinação no solo, próximo ao forófito, e apenas uma aderida ao caule, a 3 m de altura.

Vale ressaltar que o reduzido tamanho das sementes foi um fator complicador para a sua obtenção, embora a coloração vermelha dos frutos tenha indicado sua presença, pois as sementes são mais facilmente encontradas nos restos de frutos caídos no solo (Figura 9b). Coelho (2000) enfatiza que as sementes de P*hilodendron* são as menores da família e a sua dispersão pode ser facilitada pela sua aderência, o que se comprova ao se observar a presença de plântulas recém-germinadas, aderidas aos mais diferentes substratos, fato que ocorre tanto para P. *fragantissimum*, como para P. *melinonii*. Mikich; Silva (2001) afirmam que a presença de várias sementes pequenas dentro de um fruto aumenta a diversidade de dispersores potenciais, pois permite que frugívoros pequenos consumam pedaços de polpa com sementes aderidas.

Considerações anatômicas das sementes: as sementes maduras de P. *muricatum*, P. *fragantissimum* e P. *melinonii* (Figuras 6f, 7h-j, 9c) são revestidas por testa (externo) e, aparentemente, por resquícios de tégmen (interno). A testa é o principal tecido mecânico destes tipos de sementes, o que as enquadra na categoria testal, segundo Corner (1976). A testa diferencia-se em exotesta, mesotesta e endotesta (Figuras 10a-b, 11a-c,

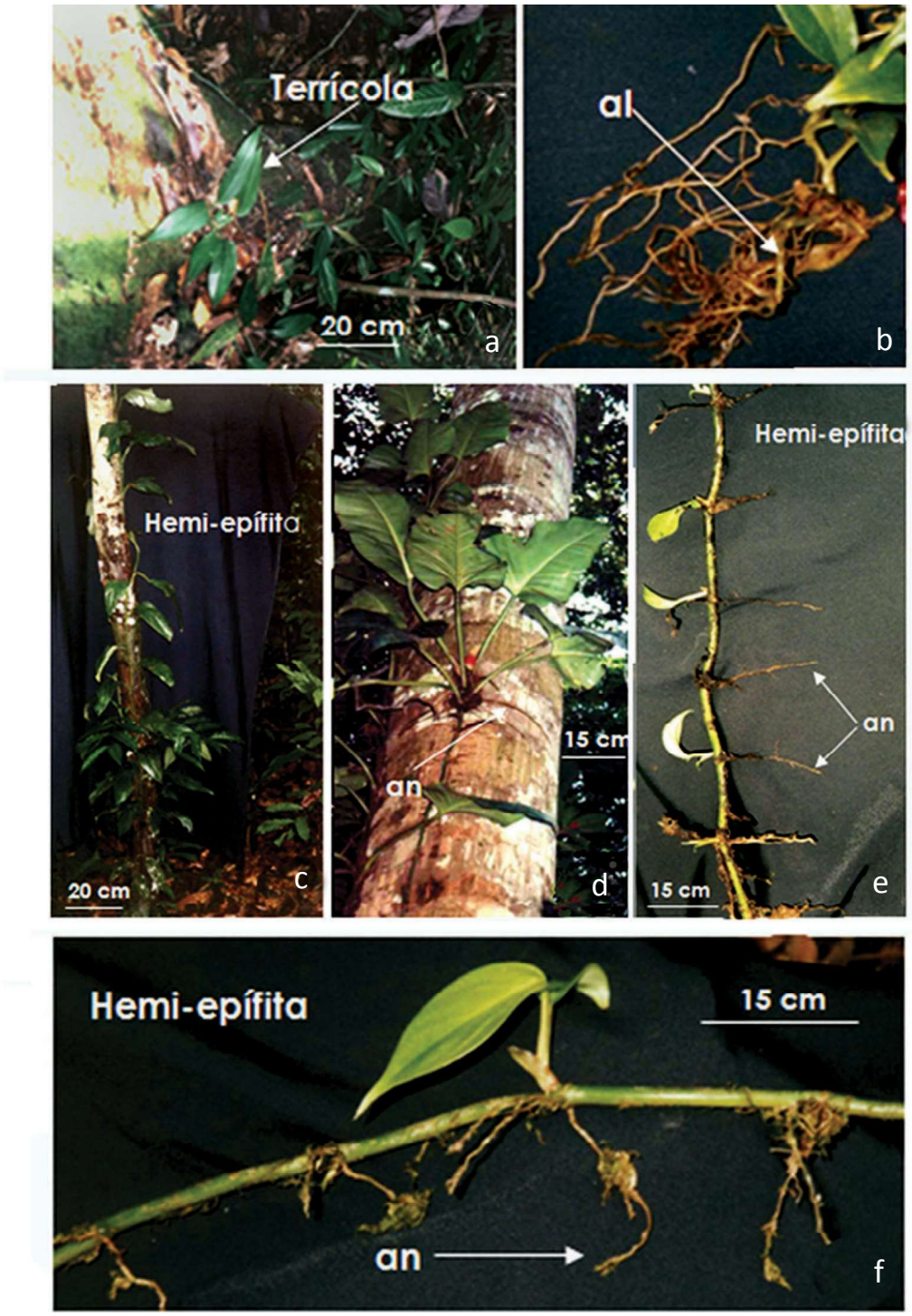


Figura 8a-f. P*hilodendron fragantissimum*. Raízes adventícias nos estádios de desenvolvimento terrícola e hemi-epifítico. Alimentadora (al); âncora (an): a) Indivíduo terrícola direcionado ao forófito; b) Indivíduo juvenil terrícola; c) Indivíduo juvenil de fase hemi-epifítica; d) Indivíduo fértil com caule flageliforme; e) Aspecto do caule flageliforme quando ancorado ao forófito; f) Detalhe do caule.

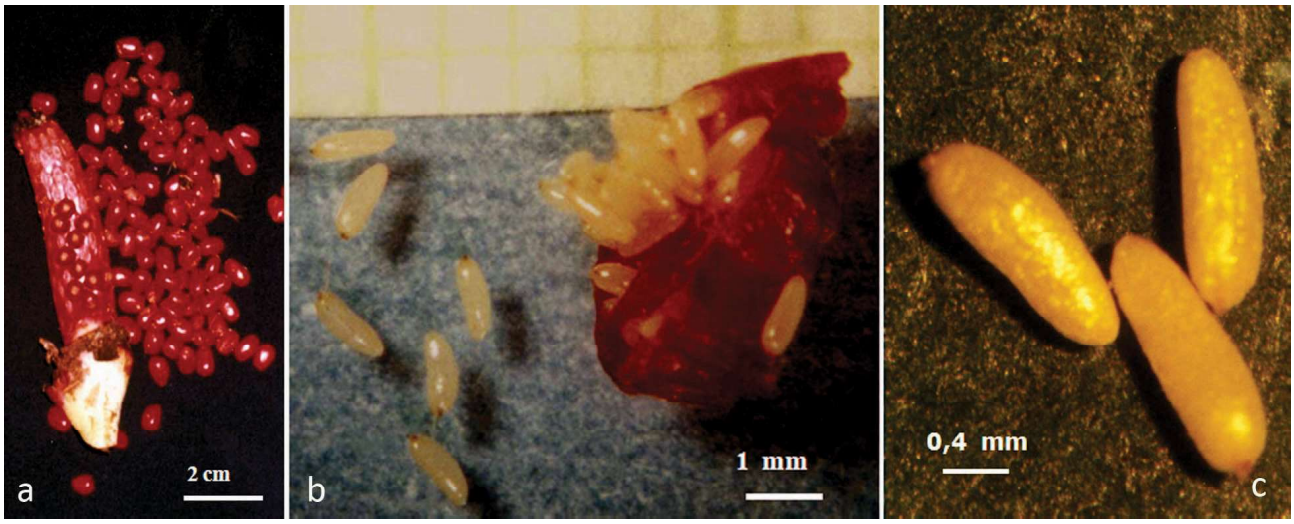


Figura 9a-c. P*hilodendron fragantissimum*: a) Frutos maduros desprendendo-se da espádice; b) Fruto esmagado liberando sementes; c) Sementes maduras e viáveis.

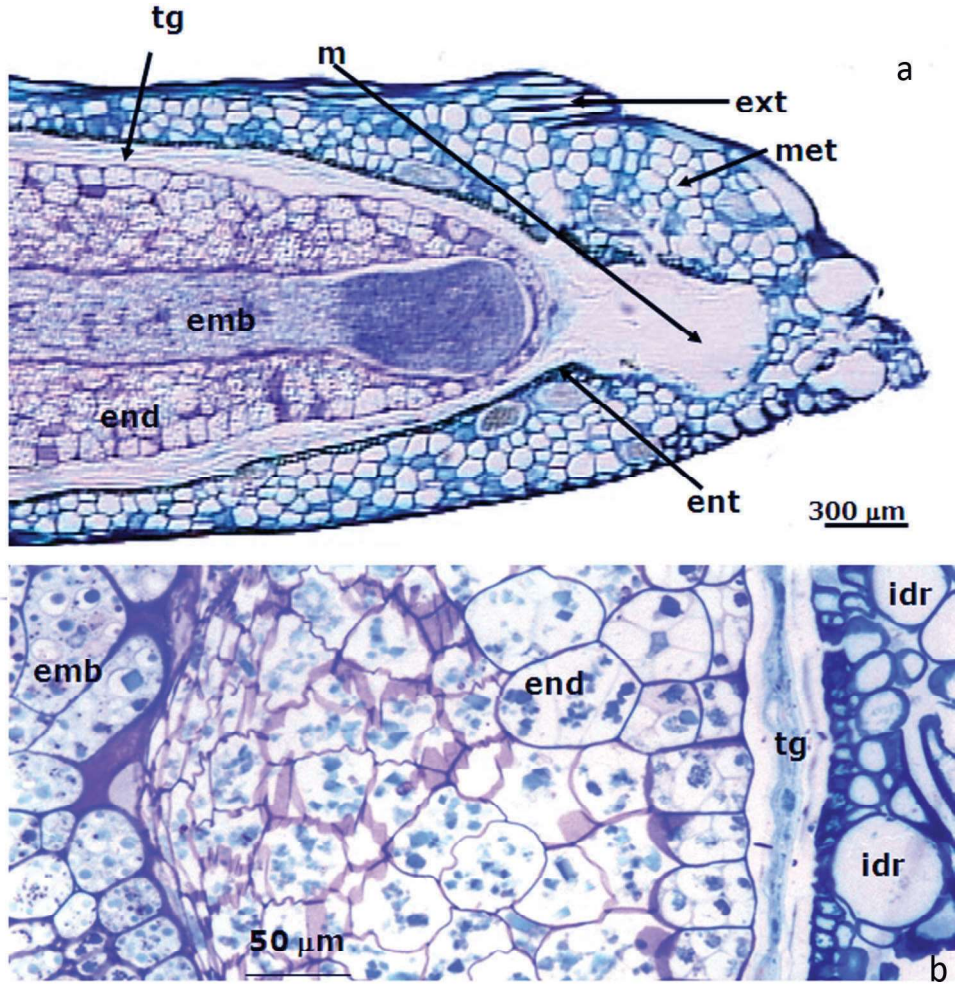


Figura 10a-b. P*hilodendron muricatum*: a) Vista parcial da semente, em seção longitudinal; b) Detalhe da foto anterior. Exotesta (ext); mesotesta (met); endotesta (ent); tégmen (tg); endosperma com corpos protéicos (end); embrião com corpos proteicos (emb); região micropilar (m); idioblastos contendo ráfides (idr).

12a-c). As sementes de Araceae destacam-se dentre as monocotiledôneas por apresentarem numerosas variações (KEATING, 2002). Segundo Corner (1976), as estruturas das sementes podem ser muito úteis no estabelecimento de relações filogenéticas entre táxons, no entanto, é essencial que a delimitação do número de envoltórios esteja bem estabelecida. Ferreira et al. (2001) citam que as estruturas morfológicas de um embrião maduro, assim como a posição que ocupa na semente, diferem entre os grupos de plantas e podem ser utilizados com segurança para a identificação de famílias, gêneros e espécies.

As sementes provenientes de bagas com mesocarpo mucilaginoso, como as de P. *muricatum* e P. *fragantissimum*, são provavelmente aderidas a substratos, conforme comentários de Madison (1977), para alguns gêneros de Araceae.

Assim, a forma, a ornamentação e o tamanho das sementes aqui analisadas são suficientes para separar as três espécies de P*hilodendron* que foram examinadas.

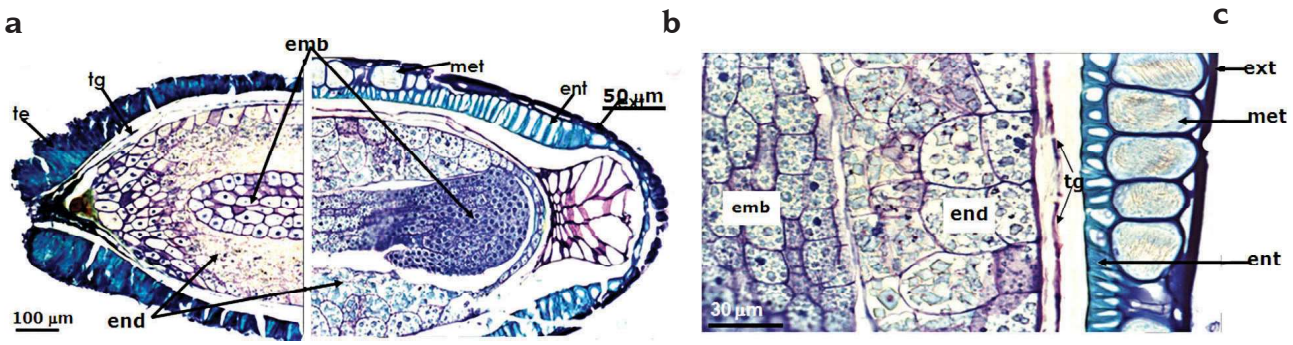


Figura 11a-c. P*hilodendron fragantissimum*: a-b. Vista parcial da semente, em seção longitudinal; c. Detalhe das figuras anteriores. Testa (te); exotesta (ext); mesotesta (met); endotesta (ent); tégmen (tg); endosperma com corpos protéicos (end); embrião com corpos proteicos (emb); micropila (m).

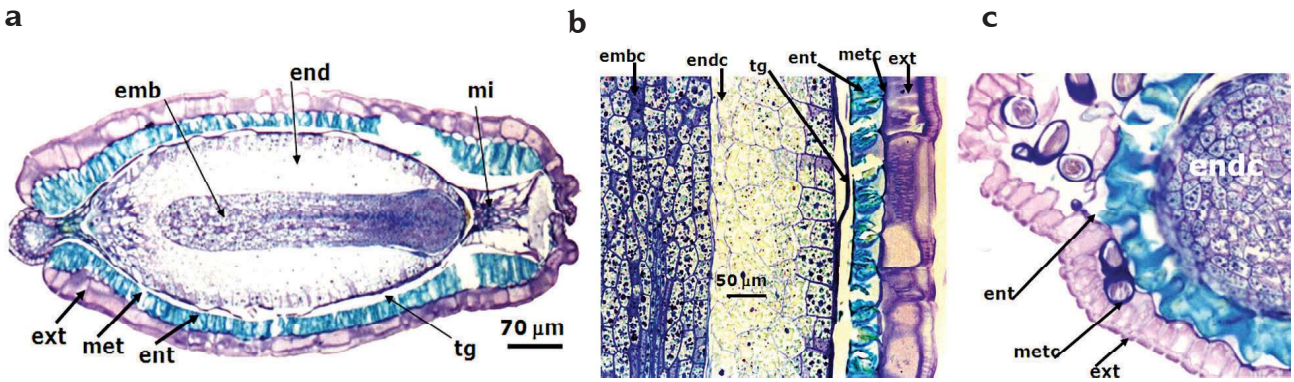


Figura 12a-c. P*hilodendron melinonii*: a. Semente em seção longitudinal; b. Semente em seção transversal; c. Vista parcial da semente em seção longitudinal. Exotesta (ext); mesotesta cristalífera (metc); endotesta (ent); tegma (tg); endosperma com corpos proteicos (end); embrião com corpos proteicos (embc); micrópila (mi).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que as observações fenológicas sobre as três espécies, a morfologia das infrutescências, o rompimento da espata da infrutescência na maturidade dos frutos e a morfoanatomia das sementes são dados indicativos para a obtenção de sementes viáveis das espécies de P*hilodendron* analisadas.

Este trabalho demonstra como as informações fenológicas podem ser uma ferramenta útil na preservação de espécies e planejamento de manejos. Dentre as espécies estudadas, obtiveram-se informações fundamentais sobre P. *melinonii* para a sua reprodução, tais como: 1- a sua reprodução é apenas sexuada; 2- a infrutescência, contendo sementes viáveis, apresenta forma globosa; 3- as sementes são viáveis apenas em indivíduos na forma epifítica e localizados acima de 2 m do solo. Para uma espécie como esta, largamente utilizada como ornamental, estas informações podem facilitar a sua reprodução.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. M.; MAYO, S. J. Dynamic shoot morphology in M*ostera adansonii* Schott var. klotzschiana (Schoot) Madison (Araceae). **Kew Bulletin**, v. 53, n. 2, p. 399-417, 1988.

ANDRADE, J. M.; MAYO, S. J. Dynamic shoot morphology in root-climbing Araceae: P*hilodendron rudgeanum* Schott and P. *fragrantissimum* (Hook.). **Feddes Repertorium**, v. 111, p. 295-314, 2000.

BLANC, P. **Aspects de la ramificación ches des Aracées tropicales**. 1978. 83f. Tese (Doutorado) – Universidade Pierre & Marie Curie, 1978.

BLANC, P. Observations sur flagelles des Araceae. **Adansonia**, v. 20, p. 325-338, 1980.

CATE- Araceae. 2010. **CATE-Araceae**. Disponivel em: <http://www.cate-araceae.org?view=336fdfc8-407e-ae04-a48b6b33a3ec>. Acesso em: 6 jun. 2011.

CORNER, E. J. H. **The seeds of Dicotyledons**. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. 552 p.

CROAT, T. B. Species diversity of Araceae in Colombia: a preliminary survey. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 79, p. 17-28, 1992.

COELHO M. A. N. P*hilodendron* Schott (Araceae): morfologia e taxonomia das espécies da Reserva Ecológica de Macaé de Cima – Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguesia**, v. 51, n. 78-79, p. 21-68, 2000.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de D*imophandra mollis* Benth. - faveira (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 303-309, 2001.

GENTRY, A. H. **Dispersal Ecology and Diversity in Neotropical Forest Communities**. Sonder baender des Naturwissenschaftlichen Vereis Hamburg, v. 7, p. 303-311, 1983.

GIBERNAU, M.; BARABÉ, D.; LABAT, D. Flowering and Pollination of P*hilodendron melinonii* (Araceae) in French Guiana. **Plant Biol**., v. 2, p. 331-334, 2000.

KEATING, R. C. IX Acoraceae and Araceae. In: GREGORY, M.; OUTLER, D. F. (Eds.). **Anatomy of the Monocotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 2002. 322 p.

LINS, A. L. F. A. **Aspectos do desenvolvimento vegetativo de espécies de P*hilodendron* Schott (Araceae) com ênfase na origem do sistema radical**. 2005. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MADISON, M. T. A revision of M*onstera* (Araceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 100, p. 139-172, 1977.

MAYO, S. J. History and infrageneric nomenclature of Philodendron (Araceae). **Kew Bulletin**, v. 45, n. 1, p. 37-71, 1990.

MARQUES, M. C. M., ROPER, J. J.; SALVALAGGIO, A. P. B. Phenological patterns among plant life forms in a subtropical forest in southern Brazil. **Plant Ecology**, v. 173, p. 203-213, 2004.

McDOWELL, E. M.; TRUMP, B. **Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy**. Archives of **Pathology & Laboratory Medicine**, v. 100, p. 405-414, 1976.

MIKICH S. B., SILVA S. M. **Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil**, [s.n.t.], 2001. 97p.

O'BRIEN, T. P.; McCULLY, M. E. **The study of plant structure:** principles and selected methods. Melbourne: Termarcarphi Pty, 1981. 631 p.

OLIVEIRA, M. C. F.; COSTA, C. L.; COSTA, J. P. R.; PALHETA, M. C. P.; PEREIRA, M. G. P. Comportamento dos elementos meteorológico. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 217-232.

RAY, T. S. Growth correlations within the segment in the Araceae. **American Journal of Botany**, v. 73, p. 993-1001, 1986.

RAY, T. S. Diversity of shoot organization in the Araceae. **American Journal of Botany**, v. 74, p. 1373-1387, 1987.

RAY, T. S. Survey of shoot: organization in the Araceae. **American Journal of Botany**, v. 75, p. 563-584, 1998.

SAKURAGUI, C. S. Biogeografia de P*hilodendron* seção Calostigma (Schott) Pfeiffer (Araceae) no Brasil. **Acta Scientarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 561-569, 2001.

SAKURAGUI, C. S.; SOARES, M. L., C. S. 2010. P*hilodendron* In. **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj. gov. br/2010/FB005015>. Acesso em: 3 jul. 2010.

TEMPONI L. G., GARCIA F. C. P., SAKURAGUI C. M.; OKANO R. M. C. Diversidade morfológica e formas de vida das Araceae no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais. **Rodriguesia**, v. 56, n. 88, p. 1-13, 2005.

TEMPONI L. G., GARCIA F. C. P., SAKURAGUI C. M.; OKANO R. M. C. Araceae do Parque Estadual do Rio Doce. Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p.87-103, 2006.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 353-377, 1993.

CARACTERIZAÇÃO MORFOPOLÍNICA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS DA FLONA CAXIUANÃ II. MONOCOTILEDÔNEAS E LICÓFITAS

Léa Maria Medeiros Carreira
Flávia Cristina Araújo Lucas
Ortrud Monika Barth
Thália do Socorro Serra Gama
Ely Simone Cajueiro Gurgel
Carolina Mesquita Germano
Anna Christina Rio Dias

INTRODUÇÃO

A multiplicidade de ecossistemas na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) é uma das características naturais mais interessantes da região de Caxiuanã (ALMEIDA et al., 1993; LISBOA et al., 1997). As áreas de inundação desta região formam um vasto complexo de rios, lagos, igarapés e a baía de Caxiuanã, cuja vegetação sofre influência periódica das águas de rios de água preta ou vive constantemente submersa.

As macrófitas aquáticas são, em sua grande maioria, vegetais terrestres, que ao longo de seu processo evolutivo readaptaram-se ao ambiente aquático e, por isso, são providas de expressiva capacidade de sobrevivência (POMPÊO, 2009). Lins et al. (2002) realizaram um levantamento de macrófitas aquáticas que ocorrem na área da Flona Caxiuanã, baseando-se principalmente nas suas condições ambientais e enfatizando a ampla distribuição entre as licófitas, monocotiledôneas e dicotiledôneas.

Considerando as alterações que se processam nos ecossistemas aquáticos da Amazônia, o reconhecimento do pólen das macrófitas aquáticas poderá servir como importante indicador das mudanças ocorridas na vegetação durante períodos geológicos atuais e pretéritos, bem como das alterações ecológicas causadas no decorrer desse tempo (CARREIRA; BARTH, 1986; CARREIRA et al. 2009). Para as referidas autoras, essas regiões são destituídas de períodos demarcados de precipitação polínica e de elevada frequência de grãos de pólen em suspensão, pelo fato de que a maioria dessas plantas seja, provavelmente, polinizada por insetos (LIMA et al., 1945).

Com exceção dos trabalhos de Carreira e Barth (1986); Barth et al. (1997, 1998) e Carreira et al. (2009), poucos estudos foram publicados sobre a morfologia polínica das plantas aquáticas dos lagos, rios e sedimentos da região amazônica. Atualmente, Carreira et al. (2011a,b) estão finalizando estudos referentes ao pólen de macrófitas aquáticas que caracterizam o Pantanal Matogrossense e também das que ocorrem nos lagos sobre minério, da Serra de Carajás (PA). Na região Sudeste do Brasil, Melhem e Abreu (1981), visando encontrar nos grãos de pólen caracteres morfológicos capazes de fornecer subsídios à taxonomia, investigaram 16 espécies de angiospermas aquáticas, sendo três delas incluídas neste trabalho. Erdtman (1952) descreveu sucintamente três espécies e dois gêneros presentes nesta pesquisa. Na publicação de Roubik e Moreno (1991), referente à morfologia dos grãos de pólen e esporos das espécies que caracterizam a Ilha do Barro Colorado, Panamá, constam quatro espécies que também fazem parte deste estudo.

Com o objetivo de contribuir para o conhecimento taxonômico dos grupos aqui estudados, foi analisada a morfologia dos grãos de pólen e esporos de macrófitas aquáticas (licófitas e monocotiledôneas) em diferentes ambientes aquáticos na Flona Caxiuanã, Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Coletas botânicas foram realizadas nos rios Arauá, Curuá, Curuazinho, Puraquequara, baía de Caxiuanã e nas localidades denominadas Pedreira, Laranjal e Porto Vigor (Figura 1). Essas amostras encontram-se depositadas no Herbário MG, do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém (PA) (Tabelas 1-2).

METODOLOGIA

Para a preparação das lâminas, grãos de pólen foram retirados de botões florais adultos e submetidos ao método de acetólise de Erdtman (1952). Com o auxílio de uma ocular micrometrada, na objetiva de 40 x, foram feitas medições em 25 grãos de pólen escolhidos ao acaso. Com estes valores, foram calculados a média, o desvio padrão da média e a variância/amplitude. Nas espessuras da sexina e nexina, e no diâmetro do lúmen, foi usada a objetiva de 100 x, e calculada somente a média aritmética.

Nas descrições dos grãos de pólen foram utilizados a sequência padronizada de Erdtman (1969) e os glossários de Barth e Melhem (1988) e Punt et al. (2007). As descrições dos esporos foram baseadas em Erdtman (1957). Uma chave polínica foi elaborada, a fim de separar as espécies das monocotiledôneas.

As abreviaturas usadas nas descrições e nas legendas das figuras são: DE – diâmetro equatorial; DG – diâmetro geral; DM – diâmetro maior; DP – diâmetro polar; DT – diâmetro da tétrade; EE – eixo equatorial; Em – eixo equatorial menor; EM – eixo equatorial maior; EP – eixo polar; NPC – número, posição e caráter das aberturas; P/MG – palinoteca do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém – PA; VF – vista frontal; VG – vista geral; VL – vista lateral.

RESULTADOS

1. Descrições polínicas

MONOCOTILEDÔNEAS

Araceae
Lemna valdiviana Phil. (Figura 2a-b)

Grãos de pólen pequenos, heteropolares, forma esferoidal, âmbito circular, 1-porados, de superfície finamente e esparsamente espiculada. DG = 23,0 ± 0,5 (20,0 – 25,0) μm; NPC = 144. A exina (0,8 μm) é muito fina, apresentando a estratificação às vezes obscura._

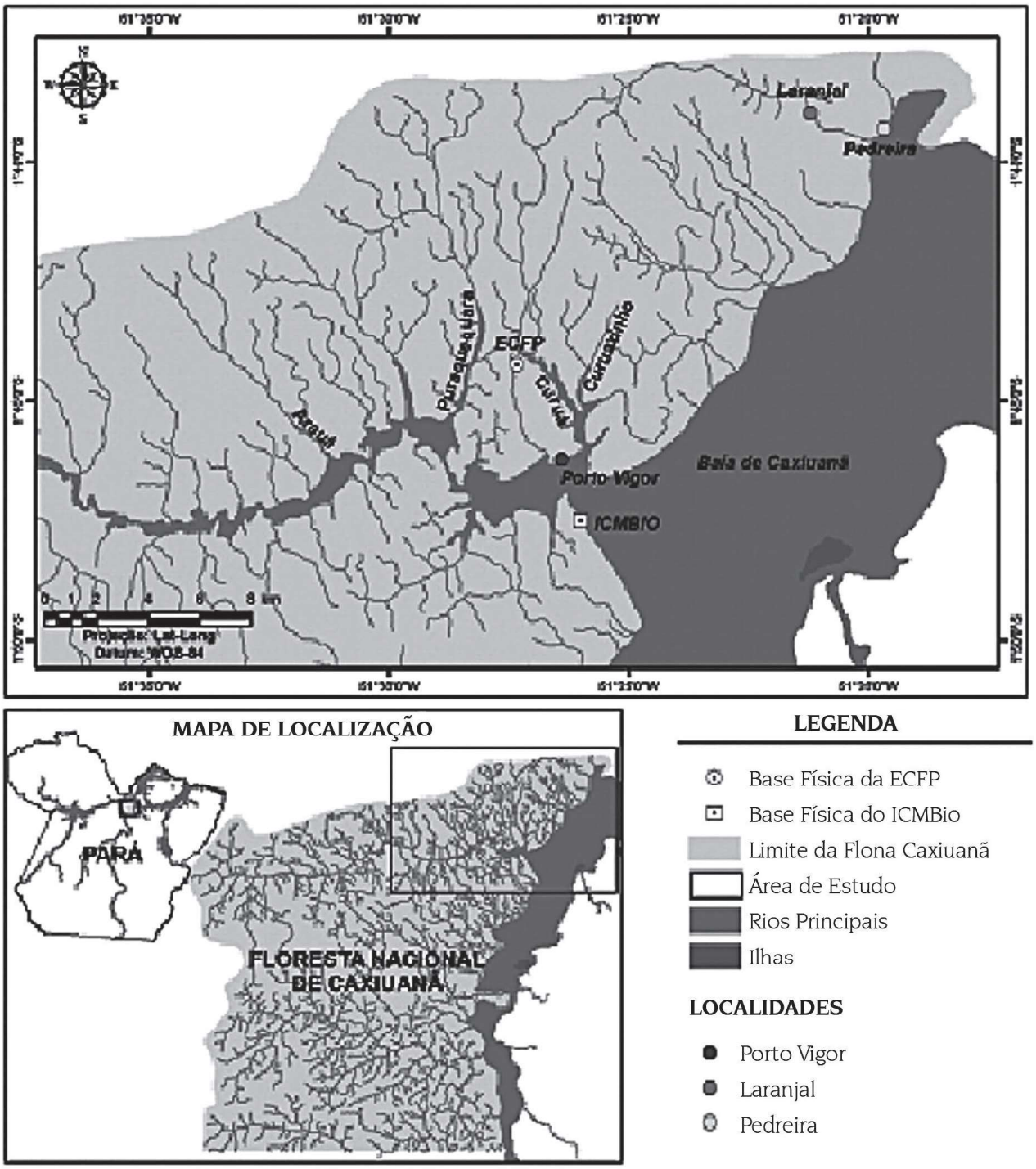


Figura 1. Mapa mostrando os rios, a baía e as localidades da Flona Caxiuanã, onde as macrófitas aquáticas foram coletadas Fonte: Laboratório UAS/MPEG, 2011.

Tabela 1. Relação das espécies de monocotiledôneas com suas respectivas referências de herbário e da palinoteca.

Famílias/Espécies	Coletor/Nº de Coleta	Nº Herbário MG	Nº de Palinoteca P/MG
ARACEAE			
Lemna valdiviana Phil.	Léa Carreira, 1294	165847	1530
Pistia stratiotes L.	Léa Carreira, 1293	165846	1525
COMMELINACEAE			
Commelina diffusa Burm. f.	Alba Lins, 822	156287	1526
CYPERACEAE			
Cyperus odoratus L.	Léa Carreira, 1189	156273	1528
DIOSCOREACEAE			
Tacca parkeri Seem.	Alba Lins, 814	155564	1539
ERIOCAULACEAE			
Tonina fluviatilis Aubl.	Léa Carreira, 1165	156273	1528
JUNCACEAE			
Juncus sp	Léa Carreira, 1164	156272	1529
MARANTACEAE			
Ischnosiphon polyphyllus (Poepp. & Endl.) Körn	Léa Carreira, 1218	156326	1531
MAYACACEAE			
Mayaca fluviatilis Aubl.	Léa Carreira, 1162	156270	1532
Mayaca sellowiana Kunth	Léa Carreira, 1184	156292	1533
POACEAE			
Luziola spruceana Benth. ex Döll	Léa Carreira, 1166	156274	1534
PONTEDERIDACEAE			
Eichhornia azurea (Sw.) Kunth	Léa Carreira, 1156	147948	1535
Eichhornia diversifolia (Vahl) Urb.	Léa Carreira, 1190	156298	1536
Pontederia cordata L.	Alba Lins, 807	155558	1537
Pontederia rotundifolia L.f.	Alba Lins, 699	155452	1538
XYRIDACEAE			
Xyris caroliniana Walter	Léa Carreira, 1163	156271	1540

Tabela 2. Relação das espécies de licófitas com as respectivas referências de herbário e da palinoteca.

Famílias/Espécies	Coletor/Nº de Coleta	Nº Herbário MG	Nº de Palinoteca P/MG
LYCOPODIACEAE			
Lycopodiella cernua (L.) Pic. Serm.	Léa Carreira, 1185	156293	1542
MARSILEACEAE			
Marsilea sp	Léa Carreira, 1197	156305	1543
POLYPODIACEAE			
Polypodium sp	Léa Carreira, 1186	156294	1544
SALVINIACEAE			
Azolla filiculoides Lam.	Léa Carreira, 1199	156307	1541
Salvinia auriculata Aubl.	Léa Carreira, 1167	156275	1545
Salvinia sp	Léa Carreira, 1299	165842	1546

P*istia stratiotes* L. (Figura 3c-d)

Grãos de pólen pequenos a médios, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 1-sulcados, de superfície psilada. DM = 28,0 ± 1,1 (24,64 – 32,48) μm; EP = 17,36± 1,5 (14,56 – 21,28) μm; NPC = 143. A sexina (0,8 μm) é quase da mesma espessura que a nexina (0,7 μm).

Commelinaceae
C*ommelina diffusa* Burm. f. (Figura 2c-d)

Grãos de pólen grandes, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 1-sulcados, de superfície espiculada. A margem do sulco é irregular e inconspícua. DM = 75,0 ± 1,0 (71,0 – 80,0) μm; EP = 47,5 ± 2,0 (39,5 – 55,5) μm; NPC = 133. A sexina (1,4 μm) é mais espessa que a nexina (0,7 μm).

Cyperaceae
C*yperus odoratus* L. (Figura 2e-f)

Grãos de pólen médios, heteropolares, forma esferoidal, âmbito circular, 1-porados, de superfície psilada. DM = 36,5 ± 1,8 (35,5 - 42,5) μm; Dm = 28,5 ± 1,2 (25,5 - 30,5) μm; NPC = 134. A sexina (1,2 μm) é mais espessa que a nexina (0,8 μm).

Dioscoreaceae
Tacca parkeri Seem. (Figura 2g-h)

Grãos de pólen grandes a muito grandes, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 1-sulcados, de superfície finamente estriada. DM = 95,0 ± 2,0 (85,5 - 101,5) μm; EP = 50,5 ± 2,0 (45,0 - 62,0) μm. A sexina (1,3 μm) é tão espessa quanto a nexina (1,3 μm).

Eriocaulaceae
T*onina fluviatilis* Aubl. (Figura 2i-j)

Grãos de pólen médios, heteropolares, forma esferoidal, âmbito circular, espirotremados, de superfície finamente e esparsamente espiculada. DG = 40,0 ± 0,4 (39,0 – 42,0) μm; NPC = 743. A sexina (1,7 μm) é mais espessa que a nexina (0,9 μm).

Juncaceae
Juncus sp

Tétrades tetraédricas médias, de superfície finamente ornamentada. DT = 31,5 ± 0,6 (28,5 – 35,5) μm; A sexina é muito fina (0,8 μm) quase da mesma espessura da nexina (0,7 μm).

Marantaceae
I*schnosiphon polyphyllus* (Poepp. & Endl.) Körn. (Figura 2k-l)

Grãos de pólen muito grandes, apolares, forma esferoidal, âmbito circular, atremados, de superfície psilada. DG = 134,0 ± 3,6 (120,0 – 151,0) μm; NPC = 000. A exina é bastante espessa (14,0 μm) e disposta em duas camadas.

Mayacaceae
M*ayaca fluviatilis* Aubl. (Figura 3a-b)

Grãos de pólen médios, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 1-sulcados, de superfície espiculada. A margem do sulco é irregular e inconspícua. DM = 75,0 ± 1,0 (71,0 - 80,0) μm; EP = 47,5 ± 2,0 (39, 5 – 55,5) μm; NPC = 133. A sexina (1,4 μm) é mais espessa que a nexina (0,7 μm).

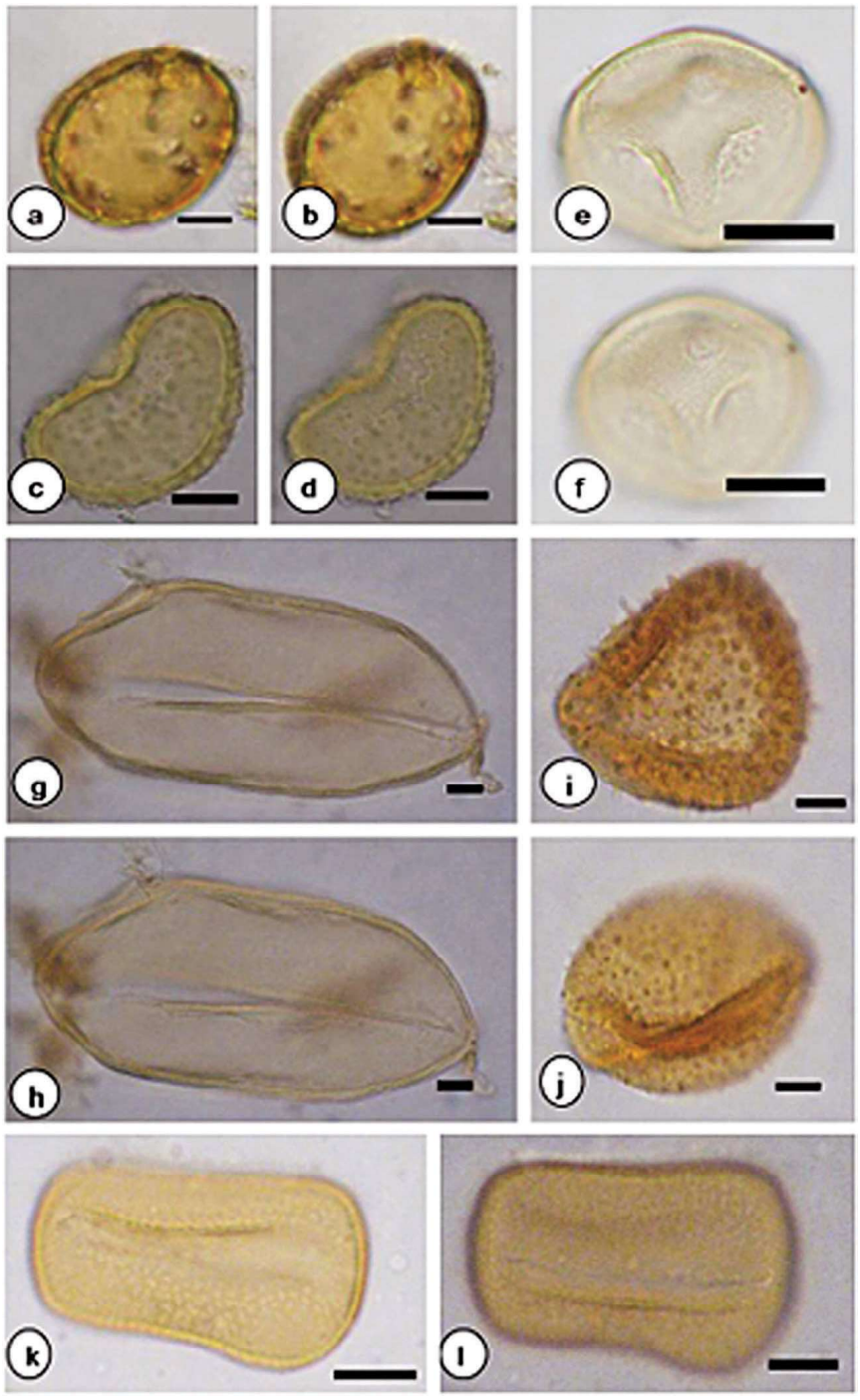


Figura 2a-l. L*emna valdiviana*: a. VG, corte ótico; b. Idem, ornamentação da exina. C*ommelina diffusa*: c. VF, corte ótico; d. Idem, ornamentação da exina. C*yperus odoratus*: e. VG, corte ótico; f. Idem, ornamentação da exina e aspecto do poro. *Tacca parkeri*: g. VG, corte ótico; h. Idem, ornamentação da exina e aspecto do sulco. T*onina fluviatilis*: i. VL, corte ótico; j. Idem, ornamentação da exina. I*schnosiphon polyphyllus*: k. VF, corte ótico; l. Idem, ornamentação da exina e aspecto do sulco (Barra = 10 μm). Foto: Thália Gama.

Mayaca sellowiana Kunth

Grãos de pólen médios, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 1-sulcados, de superfície espiculada. A margem do sulco é irregular e inconspícua. DM = 35,0 ± 0,4 (33,0 - 40,0) μm; EP = 32,0 ± 0,4 (29,0 – 36,0) μm; A sexina (1,0 μm) é mais espessa que a nexina (0,8 μm).

Poaceae
Luziola spruceana Benth. ex Döll (Figura 3e-f)

Grãos de pólen pequenos, heteropolares, forma esferoidal, âmbito circular, 1-porados, de superfície psilada. DG = 17,0 ± 0,3 (16,5 - 17,5) μm; A sexina é tão fina (0,7 μm) quanto a nexina (0,7 μm).

Pontederiaceae
Eichhornia azurea (Sw.) Kunth (Figura 3g-h)

Grãos de pólen grandes, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 2-sulcados, de superfície reticulada. A margem do sulco é irregular e inconspícua. DM = 60,0 ± 1,3 (46,0 - 72,5) μm; EP = 28,5 ± 1,0 (20,0 – 38,0) μm; A sexina (1,4 μm) é um pouco mais espessa que a nexina (1,0 μm).

Eichhornia diversifolia (Vahl) Urb.

Grãos de pólen grandes, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 2-sulcados, de superfície reticulada. As margens dos sulcos são regulares e bem definidas. DM = 68,5 ± 0,8 (61,0 - 75,7) μm; EP = 36,5 ± 1,0 (28,0 - 46,0) μm; A sexina (1,5 μm) é um pouco mais espessa que a nexina (1,2 μm).

Pontederia cordata L.

Grãos de pólen grandes a muito grandes, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 2-sulcados, de superfície reticulada. DM = 100,0 ± 2,0 (90,5 - 106,5) μm; DP = 55,5 ± 2,0 (50,0 - 67,0) μm. A sexina (1,8μm) é um pouco mais espessa que a nexina (1,2 μm).

Pontederia rotundifolia L.f.

Grãos de pólen grandes, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 2-sulcados, de superfície reticulada. DM = 77,0 ± 1,0 (73,0 - 82,0) μm; EP = 49,5 ± 2,0 (41,5 - 57,5) μm. A sexina (1,4 μm) é um pouco mais espessa que a nexina (1,0 μm).

Xyridaceae

Xyris caroliniana Walter. (Figura 3i-j)

Grãos de pólen médios, heteropolares, forma elíptica, âmbito elipsoidal, 2-sulcados, de superfície reticulada. DM = 50,0 ± 1,0 (47,0 - 56,0) μm; EP = 36,5 ± 0,9 (31,5 - 39,5) μm. A sexina (1,8 μm) é mais espessa que a nexina (1,2 μm).

LICÓFITAS

Lycopodiaceae
Lycopodiella cernua (L.) Pic. Serm. (Figura 4a-b)

Esporos triletes, muito grandes, heteropolares, âmbito subtriangular, de superfície rugada. DP = 105,5 μm; DE = 96,0 μm. A exina é bastante espessa com cerca de 8,3 μm e a laesura é curta e estreita, com aproximadamente 3,5 μm de comprimento.

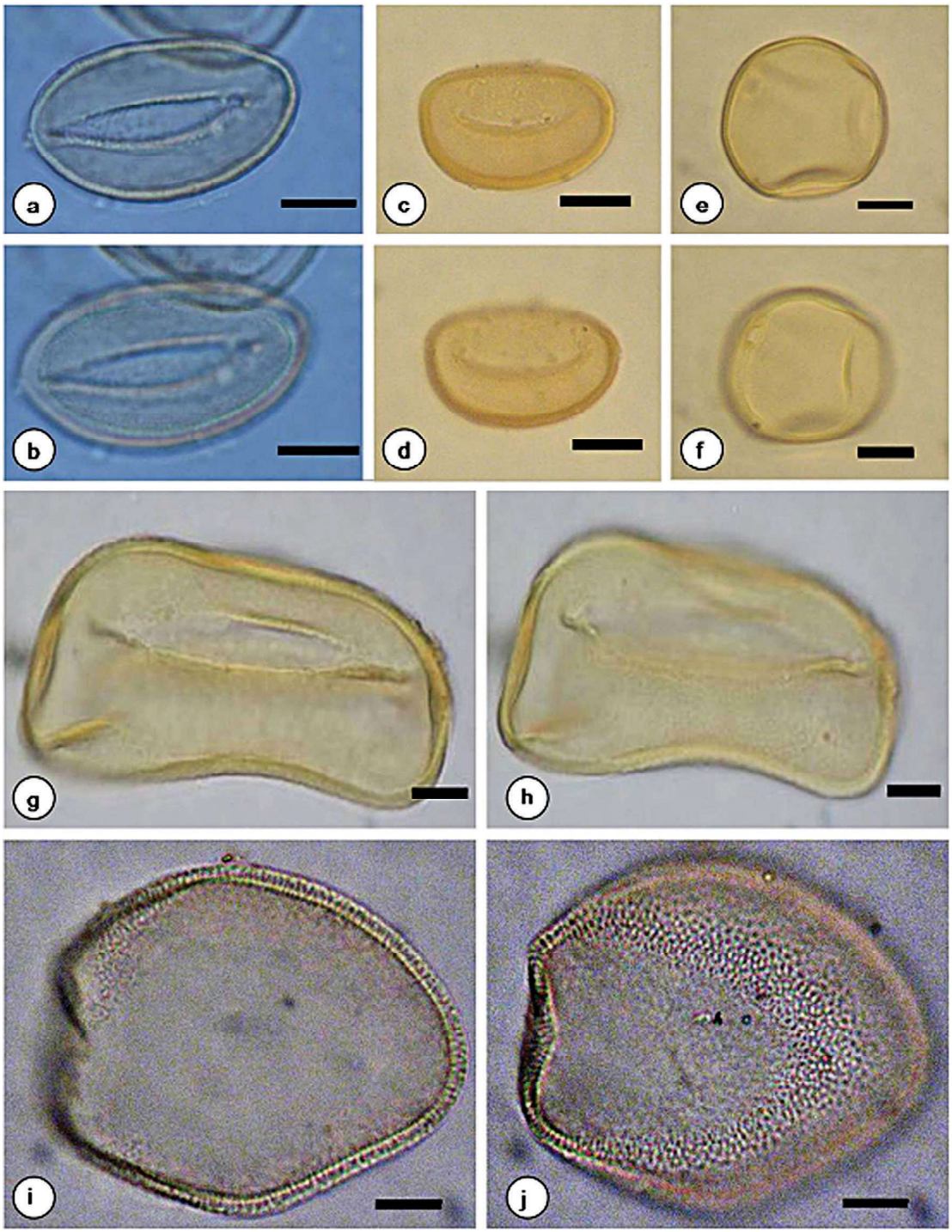


Figura 3a-j. *Mayaca fluviatilis*: a. VF, corte ótico; b. Idem, ornamentação da exina e aspecto do sulco: *Pistia stratiotes*: c. VF, corte ótico; d. Idem, aspecto do sulco. *Luziola spruceana*: e. VG, corte ótico; f. Idem, aspecto do poro. *Eichhornia azurea*: g. VF, corte ótico; h. Idem, ornamentação da exina e aspecto do sulco. *Xyris caroliniana*: i. VL, corte ótico; j. Idem, ornamentação da exina. (Barra = 10 μm). Foto: Thália Gama.

Marsileaceae
Marsilea sp. (Figura 4c-d)

Esporos triletes, médios, heteropolares, âmbito circular, de superfície granulada – estriada. DP = 37,0 μm; DE = 48,0 μm. A sexina mede cerca de 2,4 μm de espessura e a laesura é curta e bem definida, medindo cerca de 3,2 μm de comprimento.

Polypodiaceae
Polypodium sp

Esporos triletes, médios, heteropolares, âmbito triangular, ângulos arredondados e lados convexos, de superfície verrucosa. DP = 25,0 μm; DE = 43,0 μm. A sexina mede cerca de 3,8 μm e a laesura é curta e sinuosa, medindo cerca de 4,3 μm de comprimento.

Salviniaceae
Azolla filiculoides Lam. (Figura 4e-f)

Esporos triletes, médios, heteropolares, âmbito circular, de superfície verrucosa. DP = 22,0 μm; DE = 48,0 μm. A sexina é bastante espessa com cerca de 5,3 μm e a abertura é bem definida, com aproximadamente 6,5 μm de comprimento.

Salvinia auriculata Aubl. (Figura 4g-h)

Esporos triletes, médios, heteropolares, âmbito circular, radialmente simétricos, de superfície psilada. DP = 25,0 μm; DE = 33,0 μm. A sexina mede cerca de 1,3 μm de comprimento.

Salvinia sp

Esporos triletes, médios, heteropolares, âmbito circular, radialmente simétricos, exina granulada - estriada. DP = 27,0 μm; DE = 35,0 μm. A sexina mede aproximadamente 1,5 μm de espessura e a laesura é bem definida, medindo cerca de 1,0 μm de comprimento.

2. Chave polínica para as Monocotiledôneas

1. Mônades

1.1. Atremados: Ischnosiphon polyphyllus (Poepp & Endl.) Körn. (Marantaceae); Pistia stratiotes (Araceae)

1.2. 1-Sulcados: Commelina diffusa Burm. f. (Commelinaceae); Mayaca fluviatilis Aubl. Mayacaceae); Mayaca sellowiana Kunth (Mayacaceae); Tacca parkeri Seem. (Dioscoreaceae)

1.3. 2-Sulcados: Eichhornia azurea (Sw.) Kunth (Pontederiaceae); Eichhornia diversifolia (Vahl) Urb. (Pontederiaceae); Pontederia cordata L. (Pontederiaceae); Pontederia rotundifolia L.f. (Pontederiaceae); Xyris caroliniana Walter (Xyridaceae)

1.4. 1-Porados: Cyperus odoratus L. (Cyperaceae); Lemna valdiviana Phil. (Araceae); Luziola spruceana Benth. ex Döll (Poaceae)

1.5. Espirotremados: Tonina fluviatilis Aubl. (Eriocaulaceae)

2. Tétrades tetraédricas: *Juncus* sp (Juncaceae)

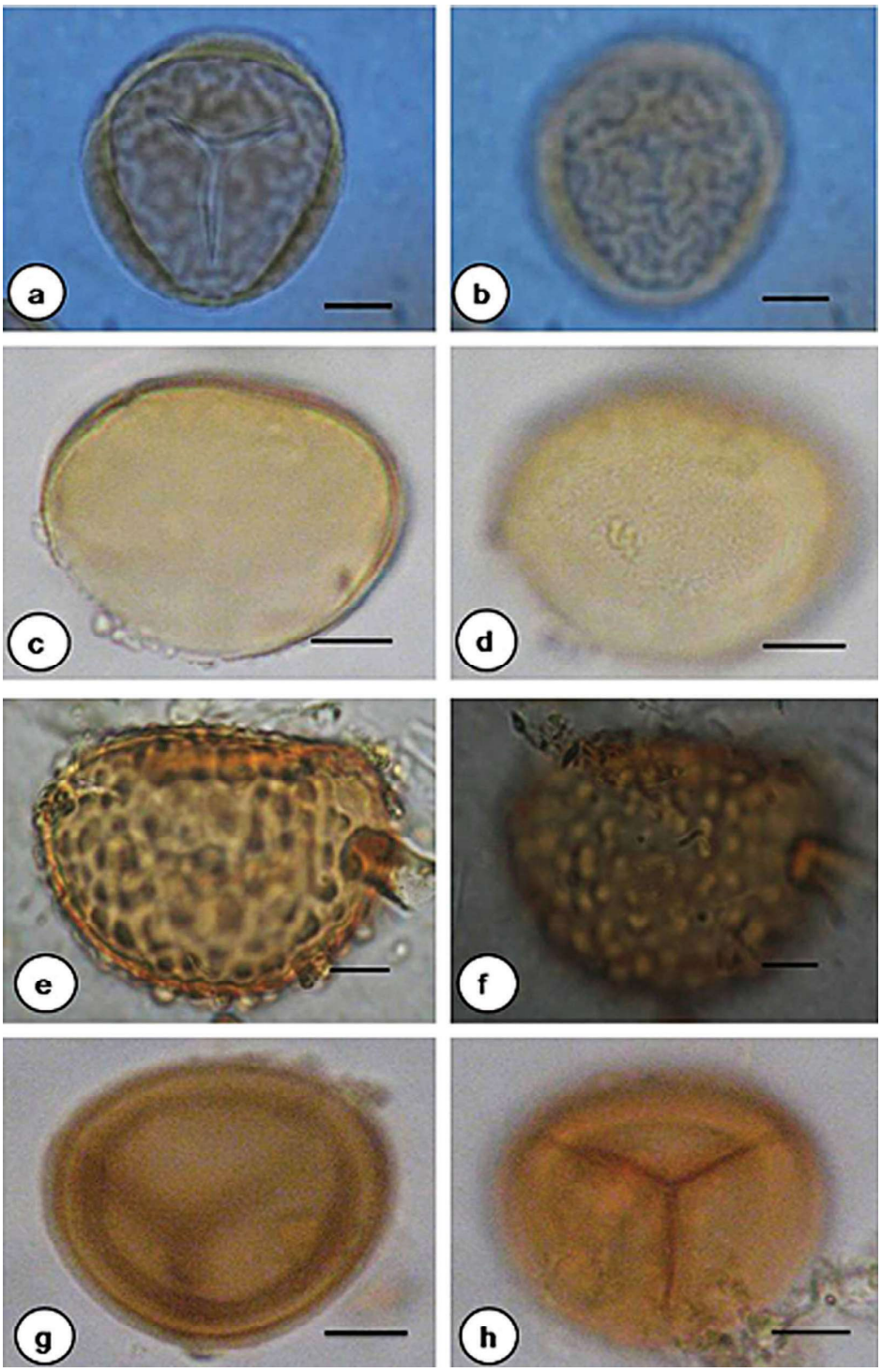


Figura 4a-h. L*ycopodiella cernua*: a. VF, corte ótico; b. Idem, ornamentação da exina. M*arsilea* sp: c. VG, corte ótico; d. Idem, ornamentação da exina. A*zolla filiculoides*: e. VL, corte ótico; f. Idem, ornamentação da exina; S*alvinia auriculata*: g. VF, corte ótico; h. Idem, aspecto da laesura; (Barra = 10 μm). Foto: Thália Gama.

3. Chave para os esporos das Licófitas

1.1. muito grandes: L*ycopodiella cernua* (L.) Pic. Serm.

1.2. médios

1.2.1. superfície psilada: S*alvinia auriculata* Aubl.

1.2.2 superfície granulada: M*arsilea* sp; S*alvinia* sp

1.2.3. superfície verrucosa: P*olypodium* sp; A*zolla filiculoides* Lam.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Segundo Walker e Doyle (1975), devido aos grãos de pólen das plantas aquáticas apresentarem exina muito fina, são extremamente sensíveis às técnicas de preparação química. Por esta razão, a maioria das espécies mostra deformidades em sua estrutura, dificultando descrições mais precisas, conforme as fotomicrografias aqui apresentadas.

Monocotiledôneas: pelas investigações dos caracteres morfopolínicos das espécies de monocotiledôneas aqui estudadas, foi constatado que os grãos de pólen são diferentes entre si, tanto quanto ao número de aberturas, como ao tamanho e à ornamentação da exina. São atremados, 1-sulcados, 2-sulcados, 1-porado e espirotremados; pequenos, médios, grandes e muito grandes; e de superfície psilada, ornamentada, espiculada, granulada, microrreticulada, estriada e estriada-reticulada.

Erdtman (1952) descreveu sucintamente os grãos de pólen de P*ontederia cordata*, T*onina fluviatilis* e X*yris caroliniana*, concordando, deste modo, com os caracteres estabelecidos neste estudo para as mesmas. Este autor se referiu também ao pólen das espécies L*emna gibba* L. e T*acca laevis* Roxb. Os grãos de pólen analisados são isolados, com exceção dos de J*uncus* sp, os quais estão reunidos em tétrades tetraédricas. Esta descrição confere com a de Erdtman (1952) para a família Juncaceae.

As descrições polínicas de M*ayaca fluviatilis*, E*ichhornia azurea* e P*ontederia cordata* correspondem com as citadas por Melhem e Abreu (1981), tendo os referidos autores usado nomenclaturas diferentes.

Roubik e Moreno (1991) analisaram o pólen de C*yperus odoratus*, E*ichhornia azurea*, P*istia stratiotes* e P*ontederia rotundifolia*, cujas descrições corroboram com as aqui definidas.

Licófitas: os esporos das seis espécies são triletes, diferenciando-se quanto ao âmbito, circular nos de A*zolla filiculoides*, M*arsilea* sp, S*alvinia auriculata* e S*alvinia* sp, e triangular nos de L*ycopodiella cernua* e P*olypodium* sp. Quanto à ornamentação da exina, varia de psilada a finamente ornamentada, rugulada, granulada e estriada, ou seja, cada gênero exibe uma superfície característica. Variações destacaram-se, também, no comprimento e disposição das aberturas, podendo ser curta ou longa, com margem bem definida ou irregular. Os resultados da descrição de P*olypodium* sp estão de acordo com a de Vasconcellos e Berg (1971) para os esporos de P*olypodium* roraimense, cuja publicação é considerada pioneira nos estudos que tratam da morfologia dos esporos de pteridófitas amazônicas.

Diante deste grau de heterogeneidade e com a finalidade de comparar a morfologia dos grãos de pólen e esporos analisados, chaves foram elaboradas, proporcionando, deste modo, a distinção de variações marcantes, dentre as 16 espécies de monocotiledôneas, distribuídas em 13 gêneros e 11 famílias, e as seis espécies de licófitas, ditribuídas em cinco gêneros e quatro famílias.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. S ; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na Estação Científica "Ferreira Penna", em Caxiuanã (Pará). **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi**, Sér. Bot., v. 9, n. 1, p. 93-128, 1993.

BARTH, O. M.; BARROS, M. A.; SANTOS, D. S.; CARREIRA, L. M. M., Palynological analysis of surface samples from a savana area within the Ferreira Penna Scientific Station, Caxiuanã, Pará, Brasil, Geociências II (nº especial). **Revista Universidade de Guarulhos**, São Paulo, p. 278, 1997.

BARTH, O. M.; MELHEM, T. S. **Glossário Ilustrado de Palinologia**. Campinas: Unicamp, 1988. 75 p.

CARREIRA, L. M. M.; BARTH, O. M, Morfologia polínica de plantas aquáticas da Amazônia-I. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO TRÓPICO ÚMIDO, I. 1986, Belém. **Anais**... Belém: Embrapa, 1986. v. II. p. 67-78.

CARREIRA, L. M. M.; BARTH, O. M.; LUCAS, F. C. A.; GURGEL, E. S. C.; SANTOS, S. F. Caracterização morfopolínica de macrófitas aquáticas da Flona de Caxiuanã I. Dicotiledôneas. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 349-366.

CARREIRA, L. M. M.; LUCAS, F. C. A.; BARTH, O. M.; GAMA, T.S.S.; GERMANO, C. M. **Pólen de macrófitas aquáticas que caracterizam o pantanal matogressense**. 2011a. Inédito.

CARREIRA, L. M. M.; LUCAS, F. C. A.; BARTH, O. M.; GAMA, T.S.S.; GERMANO, C.M. **Pólen de macrófitas aquáticas que ocorrem nos lagos sobre minério da Serra de Carajás-PA**. 2011b. Inédito.

ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy-Angiosperms**. Stockholm: Almquist & Wiksell, 1952. 539 p.

ERDTMAN, G. **Pollen and spore morphology**. Plant taxonomy. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta. Stockholm: Almquist and Wiksell, 1957. 151 p.

ERDTMAN, G. **Handbook of palynology**. New York: Hafner, 1969. 486 p.

LIMA, A. O. et al. Contagem de pólen aéreos na cidade de Belém (Pará) durante nove meses consecutivos. **O Hospital**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, p. 773-776, 1945.

LINS, A. L. A.; TOSTES, L. C. L.; POTIGUARA, R. C. V.; LOBATO, L. C. Macrófitas aquáticas de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã:** populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 369-377.

LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S. S. Florística e estrutura dos ambientes. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 163-193.

MELHEM, T. S.; ABREU, L. C. Grãos de pólen de angiospermas aquáticas. **Hoehnea**, v. 9, p. 23-40, 1981.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. **Oecologia Australis**, América do Norte, 12, dez. 2009. Disponível em: <http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/114/40>. Acesso em: 13 abr. 2011.

PUNT, W.; HOEN, P. P.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S.; LE THOMAS, A. Glossary of pollen and spore terminology. **Review of Paleobotany and Palynology**, v. 143, n. 1-2, p. 1-81, 2007.

ROUBIK, D. W.; MORENO P. J. E. **Pollen and spores of Barro Colorado island**. Panama: Missouri Botanical Garden, 1991. 270 p. Il.

VASCONCELLOS, N. C.; BERG, M. E. Morfologia dos esporos de pteridófitas amazônicas (Typus). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, Série Botânica, v. 6, n. 41, 1971.

WALKER, J. W.; DOYLE, J. A. The bases of angiosperm phylogeny: palynology. **Ann. Missouri Bot. Garden**, v. 62, p. 664-723, 1975.

ÓLEOS ESSENCIAIS DE ANONÁCEAS E PIPERÁCEAS DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Eloisa Helena A. Andrade
Léa Maria Medeiros Carreira
Jorge Oliveira
Elsie G. F. Guimarães
Alcy F. Ribeiro
José Guilherme S. Maia

INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional de Caxiuanã possui flora com tipologia bastante característica de floresta densa de terra firme, florestas de inundação (várzea e igapó) e vegetação secundária e savanoide (capoeira e campo hidromórfico). Muitas das espécies lá existentes apresentam acentuado odor, o que pode ser facilmente observado por uma simples caminhada em suas trilhas. Annonaceae e Piperaceae estão entre as famílias com espécies odoríferas mais representativas e estão localizadas nos diversos ambientes existentes na Flona. Nas Annonaceae destacamos algumas espécies, que vão do porte arbustivo até árvores com altura de 20 a 30 m. Dentre estas, A*nnona paludosa* Aubl. (envira-cheirosa), A. *glabra* L., F*usaea longifolia* (Aubl.) Saff., G*uatteria kuhlmannii* R. E. Fries, X*ylopia emarginata* Mart., X. *frutescens* Sieb. Ex Presl., U*nonopsis stipitata* Diels, além de G*uatteria* sp e A*naxagorea* sp., ainda sob análise taxonômica. No que diz respeito às Piperaceae, predominam espécies de P*iper* de porte arbustivo, como P. *anonifolium* Kunth, P. *bartlingianum* (Miq.) C. DC., P. *brachypetiolatum* Yuncker, P. *curtistilum* C. DC., P. *erectipilum* Yuncker, P. *hispidum* Sw., P. *humaytanum* Yuncker, P. *klotzskianum* (Kunth) C. DC., P. *marginatum* Jacq. e P. *montealegreanum* Yuncker.

A família Annonaceae compreende espécies tropicais e subtropicais espalhadas na América do Sul e Central, África, Ásia e Austrália. Têm sido estimados cerca de 120 gêneros e aproximadamente 2.000 espécies. Economicamente, a sua importância é significativa como fonte de frutos comestíveis e matéria-prima para cosméticos, perfumaria e fitomedicamentos.

A família Piperaceae compreende cinco gêneros e cerca de 1.400 espécies, especialmente com distribuição pan-tropical. O gênero P*iper* tem aproximadamente 700 espécies, com ocorrência no Brasil de cerca de 170. Para o gênero P*eperomia* são estimadas cerca de 1.500 a 1.700 espécies.

Com respeito aos óleos essenciais de Annonaceae e Piperaceae, há muita informação na literatura científica, inclusive em revisões sobre os constituintes voláteis dessas famílias (EKUNDAYO, 1989; PARMAR et al., 1997). O nosso grupo também tem contribuído bastante com a publicação da composição química dos óleos essenciais de espécies de X*ylopia* (MAIA et al., 2005a), G*uatteria* (MAIA et al., 2005b) e D*uguetia* (MAIA et al., 2006), da família Annonaceae, bem como com espécies de P*iper* (MAIA et al., 1987, 1993, 1998a; ANDRADE et al., 1998, 2008; LUZ et al., 2000, 2003; SANTOS et al., 1998) e P*eperomia* (SILVA et al., 1999; SILVA et al., 2006; LIRA et al., 2009), da família Piperaceae.

Com base no inventário da flora aromática da Amazônia, o presente trabalho teve como objetivo coletar espécies das famílias Annonaceae e Piperaceae existentes na Estação Científica Ferreira Penna, situada na Floresta Nacional de Caxiuanã, e obter e analisar a composição química de seus óleos essenciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Material da planta: as partes aéreas (folhas e ramos finos) das plantas foram coletadas na Estação Científica Ferreira Penna, localizada na Floresta Nacional de Caxiuanã, no município de Melgaço, estado do Pará. O material botânico coletado foi transportado em sacos apropriados, com aeração permanente, para evitar eventual fermentação. O registro e o depósito das plantas foram feitos no Herbário Murça Pires do Museu Paraense Emílio Goeldi, na cidade de Belém, estado do Pará. As espécies de Annonaceae foram identificadas pelo especialista Jorge Oliveira, pesquisador do Museu Emílio Goeldi. As espécies de Piperaceae foram identificadas pela pesquisadora Elsie Guimarães, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Processamento da planta: o material botânico, seco à temperatura ambiente por cinco dias, foi submetido à hidrodestilação (150 g, cada), usando-se aparelhos de vidro do tipo Clevenger modificado, pelo período de 3 h. O teor de umidade da planta foi calculado usando-se aparelhos de vidro do tipo Dean-Stark, além de tolueno. O óleo destilado foi seco na presença de sulfato de sódio anidro e, após aferição de seu rendimento em base livre de umidade, foi armazenado em ampolas e mantido em ambiente refrigerado a 5°C.

As espécies trabalhadas, seus rendimentos em óleos essenciais e números de exsicatas, estão listadas nas Tabelas 1-2. As Figuras 1-2 representam a variação no rendimento em óleos essenciais de cada espécie.

Análise da composição dos óleos: os óleos essenciais foram analisados por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização de chamas (CG/IC) ou acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), com o auxílio de computador e bibliotecas de referências contendo dados de substâncias-padrão (índice de retenção e espectros de massas). Fez-se uso de um CG-EM Thermo Focus DSQ-II, nas seguintes condições de operação: coluna capilar de sílica DB-5ms (30 m x 0,25 m, espessura do filme de 0,25 mm); hélio como gás de arraste (32 cm/seg), temperatura do injetor a 220 °C, injeção do tipo diversor (splitless, 0,1 μL); programa de temperatura entre 60 e 240 °C (3 °C/min) e varredura dos espectros a 70 eV. Os dados quantitativos dos constituintes voláteis foram obtidos por normalização da área do pico, através de um CG Thermo Focus, nas mesmas condições usadas no CG-EM, exceto para o gás de arraste, que foi nitrogênio. O tempo de retenção foi calculado para todos os constituintes usando-se uma série homóloga de *n*-alcanos.

Componentes individuais foram identificados por comparação entre os dados dos espectros de massas e tempos de retenção, e compostos autênticos armazenados em biblioteca própria (MAIA et al., 1998b), bem como com o auxílio de bibliotecas comerciais contendo índices de retenção e espectros de massas de compostos voláteis comumente encontrados em óleos essenciais (ADAMS, 2007; NIST, 2005).

Análise estatística: análise de agrupamento foi usada para classificar e agrupar os óleos essenciais, de acordo com seus constituintes voláteis principais. A ligação completa e o coeficiente de correlação absoluta da distância foram usados como medidas de similaridade. Para o agrupamento dos óleos essenciais, o método de aglomeração hierárquica foi aplicado. Todos os dados foram analisados estatisticamente usando-se o software Minitab 14.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dez amostras das partes aéreas das espécies de Annonaceae renderam óleos essenciais entre 0,3 % e 1,3 % (Tabela 1; Figura 1). Os óleos foram analisados por cromatografia, em fase gasosa (CG) e cromatografia de gás acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). No total foram identificados 128 constituintes que, em média, correspondem a 96 % de cada óleo. Todos os constituintes identificados estão listados na Tabela 3. Acima de 4 %, os principais constituintes no óleo de A*naxagorea* sp (Ansp) foram óxido de cariofileno (32,6 %), *epi*-α-muurolol (16,6 %) e espatulenol (8,8 %), além de 22,7 % de sesquiterpenos oxigenados não identificados; no óleo de A. *paludosa* (Anp) foram 1,8-cineol (34,0 %), α-pineno (13,0 %), *p*-cimeno (5,2 %), espatulenol (5,1 %), β-pineno (4,9 %) e óxido de cariofileno (4,6%), além de 6,0 % de sesquiterpenos oxigenados não indentificados; no óleo de A. *glabra* (Ang) foram *p*-cimeno (33,0 %), espatulenol (6,0 %), α-felandreno (5,9 %) e limoneno (5,0 %); no óleo de F. *longifolia* (Ful) foram espatulenol 27,0 %), óxido de cariofileno (22,1 %) e epóxido de humuleno II (4,2 %), além de 11,9 % de sesquiterpenos oxigenados não identificados; no óleo de G. *kuhlmannii* (Guk) foram espatulenol (37,9 %) e óxido de cariofileno (19,3 %), além de 18,4 % de sesquiterpenos oxigenados não identificados; no óleo de G*uatteria* sp foram γ-terpineno (53,7 %), *p*-cimeno (17,7 %), α-terpineno (10,5 %) e δ-3-careno (4,3 %); no óleo da amostra 1 de X. *emarginata* (Xye1), espatulenol (16,2 %), óxido de cariofileno (15,4%) e mirtenol (5,0 %), além de 21,5% de sesquiterpenos oxigenados não identificados; no óleo da amostra 2 de X. *emarginata* (Xye2) foram espatulenol (60,0 %) e óxido de cariofileno (13,0 %); no óleo de X. *frutescens* (Xyf), sabineno (31,0 %), α-pineno (18,6 %), espatulenol (12,8 %), mirtenol (5,6 %), biciclogermacreno (4,6 %) e δ-elemeno (4,3 %); no óleo de U. *stipitata* (Uns), espatulenol (27,3 %), óxido de cariofileno (11,7 %) e helifen-12-al C (5,0 %), além de 20,0 % de sesquiterpenos oxigenados e 5,8 % de hidrocarbonetos sesquiterpênicos não identificados.

Os sequiterpenos oxigenados espatulenol e óxido de cariofileno são os constituintes mais representativos nos óleos de Annonaceae analisados. Em relato anterior, foi indicado que estes dois compostos também são importantes constituintes dos óleos das folhas de X*ylopia* (MAIA et al., 2005a), G*uateria* (MAIA et al., 2005b) e D*uguetia* (MAIA et al., 2006). Já havia sido assinalado, ainda, que ambos os compostos poderiam ser considerados como marcadores quimiotaxonômicos em espécies de Anonáceas brasileiras. Confirmada as presenças de espatulenol e óxido de cariofileno nos óleos reportados neste trabalho, esta posição quimiotaxonômica é enfaticamente reforçada.

No sentido de diferenciar os óleos essenciais de Annonaceae, uma análise de agrupamento usando o perfil composicional dos constituintes principais foi utilizada. A Figura 3 apresenta o dendrograma resultante. Os óleos foram divididos em seis grupos, mostrando correlação com os monoterpenos e sesquiterpenos, que são as classes mais representativas. Foram definidos os seguintes grupos: Grupo I – A*nnona paludosa* (1,8-cineol, α-pineno e *p*-cimeno); Grupo II – X*ylopia frutescens* (sabineno e α-pineno); Grupo III – X*ylopia emarginata* (amostras 1 e 2), F*usaea longifolia*, G*uatteria kuhlmannii* e U*nonopsis stipitata* (espatulenol e óxido de cariofileno); Grupo IV – A*naxagorea* sp (espatulenol, óxido de cariofileno e *epi*-α-muurolol); Grupo V – A*nnona glabra* (*p*-cimeno e α-pineno); Grupo VI – G*uatteria* sp (γ-terpineno, α-terpineno e *p*-cimeno). Os grupos são caracterizados por diferentes constituintes com predominância de monoterpenos (Grupos I, II, V e VI) e sesquiterpenos (Grupos III e IV).

As doze amostras de espécies de Piperaceae forneceram óleos essenciais variando de 0,2 % a 1,1 % (Tabela 2; Figura 2). No total, foram identificados 154 constituintes, que correspondem a uma média de 94 % de cada óleo. Os constituintes identificados estão listados na Tabela 4. Acima de 4 %, os principais constituintes

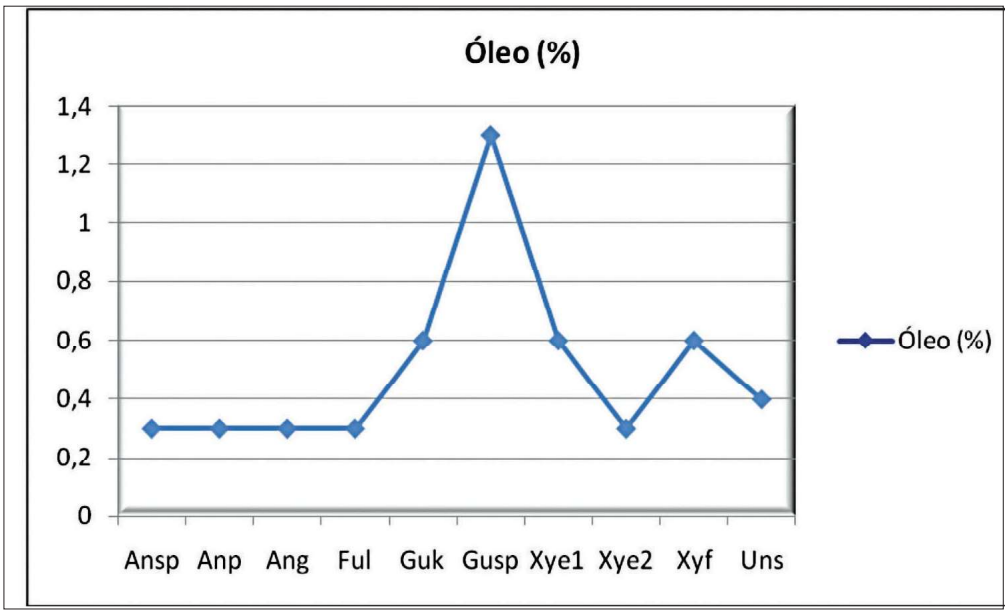


Figura 1. Variação no rendimento em óleos essenciais das espécies de Annonaceae.

Tabela 1. Espécies coletadas de Annonaceae.

Sigla	Espécies	N° Exsicata	Óleo (%)
Ansp	*Anaxagorea* sp	MG 180308	0,3
Anp	*Annona paludosa* Aubl.	MG 147936	0,3
Ang	*Annona glabra* L.	MG 180300	0,3
Ful	*Fusaea longifolia* (Aubl.) Saff.	MG 180277	0,3
Guk	*Guatteria kuhlmannii* R.E.Fr.	MG 180298	0,6
Gusp	*Guatteria* sp	MG 180296	1,3
Xye1	*Xylopia emarginata* Mart.	MG 180286	0,6
Xye2	*Xylopia emarginata* Mart.	MG 165564	0,3
Xyf	*Xylopia frutescens* Sieb. ex Presl.	MG 180282	0,6
Uns	*Unonopsis stipitata* Diels	MG 180299	0,4

Tabela 2. Espécies coletadas de Piperaceae.

Sigla	Espécies	N° Exsicata	Óleo (%)
Pan	*Piper anonifolium* Kunth	MG 180367	0,9
Pba	*Piper bartlingianum* (Miq.) C.DC.	MG 180363	0,2
Pbr	*Piper brachypetiolatum* Yuncker	MG 180359	0,5
Pcu	*Piper curtistilum* C. DC.	MG 180361	0,6
Per1	*Piper erectipilum* Yuncker	MG 180357	0,7
Per2	*Piper erectipilum* Yuncker	MG 180366	1,1
Phi	*Piper hispidum* Sw.	MG 180358	0,7
Phu1	*Piper humaytanum* Yuncker	MG 180364	0,3
Phu2	*Piper humaytanum* Yuncker	MG 180365	0,2
Pkl	*Piper klotzskianum* (Kunth) C.DC.	MG 180372	0,6
Pma	*Piper marginatum* Jacq.	MG 180369	0,5
Pmo	*Piper montealegranum* Yuncker	MG 180368	0,3

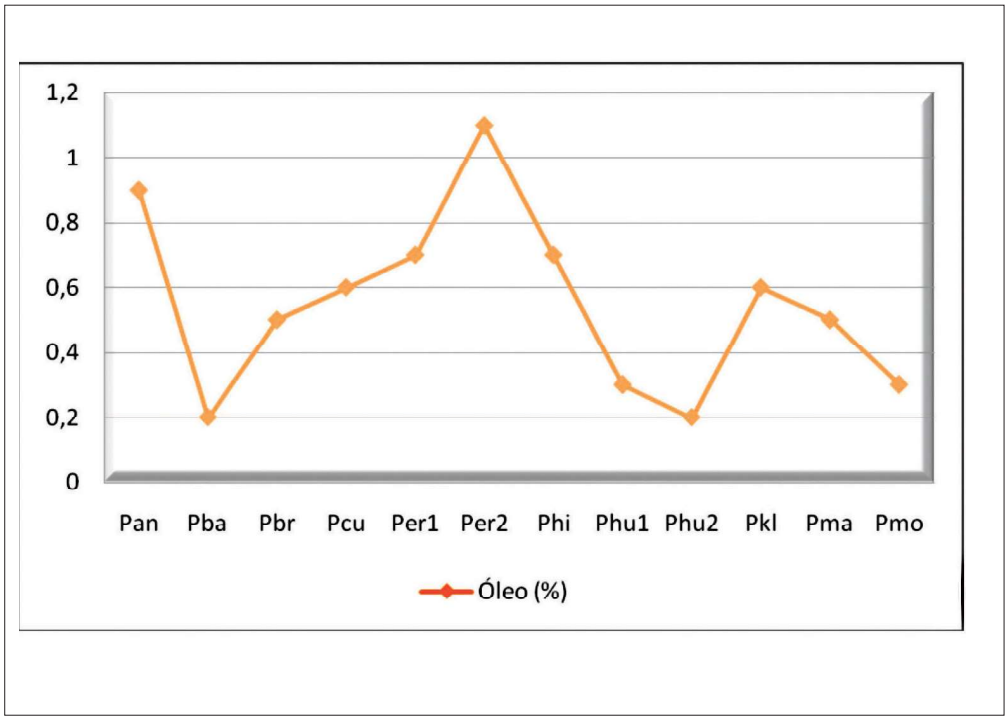


Figura 2. Variação no rendimento em óleos essenciais das espécies de Piperaceae.

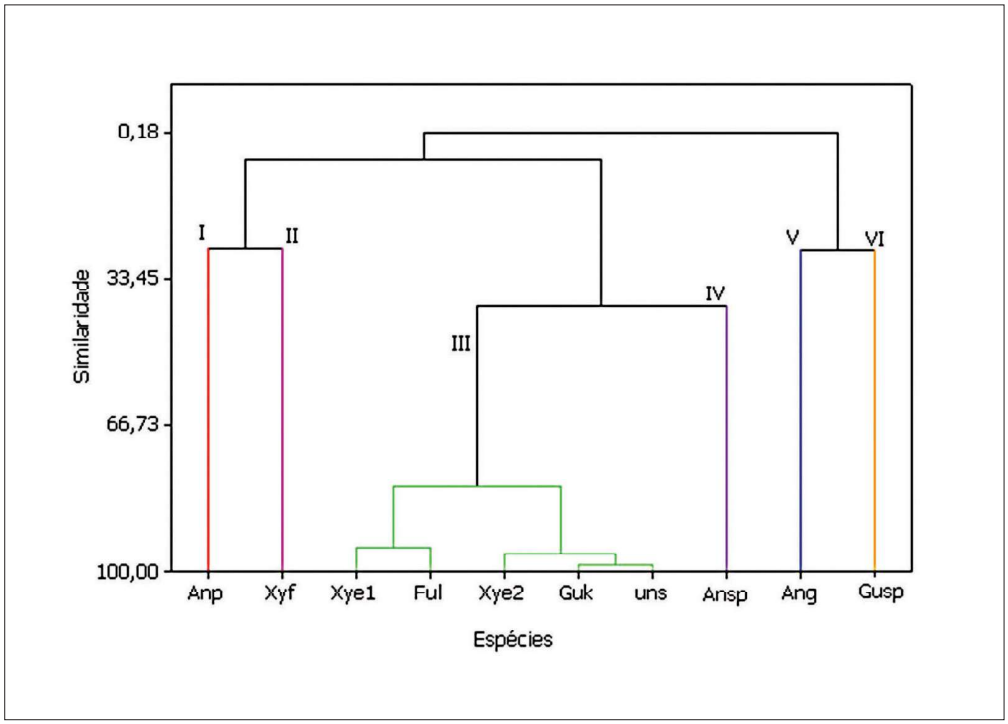


Figura 3. Dendrograma resultante do agrupamento de espécies de Annonaceae.

Tabela 3. Constituintes voláteis identificados nos óleos essenciais de Annonaceae (%).

IR	Constituintes	Ansp	Anp	Ang	Ful	Guk	Gusp	Xye1	Xye2	Xyf±	Uns
932	α-**pineno**	0,3	**13**	**11**			1,7	0,3	2,4	**19**	
946	canfeno						0,6	0,2			
956	tuja-2,4(10)-dieno								0,4		
961	verbenona		0,2	0,3				1		0,5	
969	**sabineno**			2,8			0,1			**31**	
974	β-pineno		**4,9**	3			3,2	0,4	0,3		
1002	α-felandreno		0,2	5,9						0,1	
1008	δ-**3-careno**						**4,3**			0,1	
1014	α-**terpineno**		0,2				**10,5**				
1020	***p*-cimeno**		**5,2**	**33**			**17,7**		0,2	1	
1024	**limoneno**			**5**					0,6		
1026	**1,8-cineol**		**34**					1,2	1,7	3	
1044	E-β-ocimeno			0,5							
1054	γ-**terpineno**		1,2	0,1			**53,7**			0,3	
1065	hidrato de *cis*-sabineno		0,3	0,2						0,1	
1082	*m*-cimeneno		0,2								
1085	*p*-menta-2,4(8)-dieno		0,4								
1086	terpinoleno		0,2				0,9			0,4	
1089	*p*-cimeneno							0,2			
1095	linalol		0,7	1,3							
1098	hidrato de *trans*-sabineno						0,1			0,5	
1101	*cis*-tujona		0,4								
1102	perileno		0,5								
1111	6-canfenol		1,7								
1112	*trans*-tujona									0,3	
1114	endo-fenchol							0,3			
1122	α-canfolenal	0,2		1				0,3		0,7	
1128	aloocimeno						0,2				
1135	*trans*-pinocarveol	0,2	1,1	1,1				3,7	0,6	2	
1137	óxido de trans-limoneno			0,5							
1140	*trans*-verbenol		1,8	1,2					0,6	1,7	
1154	sabinacetona									0,2	
1160	pinocarvona		0,7	0,9				1,4	0,4	1,4	
1165	borneol							0,4			
1166	*p*-menta-1,5-dien-8-ol		0,9	0,3					0,2		
1167	umbelulona									0,1	
1174	4-terpineol		2,1	0,4			0,1	0,3		0,9	
1179	*p*-cimen-8-ol			0,4				0,3			
1183	criptona						0,1				
1196	mirtenal								0,6		
1198	**mirtenol**	0,1	3,3	3,3				**5**	0,2	**5,6**	
1207	*trans*-piperitol										
1208	verbenona	0,1							0,6		
1215	*trans*-carveol		0,5	0,7				0,4	0,4	0,2	
1227	*cis-p*-menta-1(7),8-dieno-2-ol										

Tabela 3. (cont.) Constituintes voláteis identificados nos óleos essenciais de Annonaceae (%).

IR	Constituintes	Ansp	Anp	Ang	Ful	Guk	Gusp	Xye1	Xye2	Xyf±	Uns
1232	metiltimol		0,1								
1238	cuminaldeído		0,4								
1239	carvona			1,2				0,2	0,5		
1249	geraniol									0,2	
1269	perialdeído			0,1						0,1	
1273	*p*-ment-1-en-7-al										
1287	acetato de bornila			0,3			0,1	0,1			
1294	perilálcool							0,1		0,1	
1298	carvacrol			0,1							
1318	metil-±-cinamaldeido							0,1			
1335	**δ-elemeno**		0,1		0,3		0,1	0,2		**4,3**	0,1
1345	α-cubebeno		0,1	0,1	0,1	0,3				0,1	0,2
1356	eugenol		0,2								
1373	α-ilangeno	0,5			0,1	0,2		0,2			0,3
1374	α-copaeno	0,3	0,3	0,6	0,6	3,1	0,3	1,5	0,6	0,2	1,2
1379	acetato de geranila									0,3	
1387	β-bourboneno	0,1		0,2	0,1	1,1		0,5			0,2
1387	β-cubebeno		0,2					0,8			
1389	β-elemeno	1		0,7	1,1	1,6	0,9	0,5		0,2	3,3
1399	cipereno								0,8		
1409	α-gurjuneno				0,7			2,2			1
1411	*cis*-±-bergamoteno			0,2	0,2						
1417	(E)-cariofileno		0,7	1,5	0,4	2	3	0,4	1,8	0,2	1,7
1430	b-copaeno		0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1		0,2	
1432	*trans*-±-bergamoteno		0,2	0,6	0,3						
1434	γ-elemeno										0,1
1437	α-guaieno				0,2						0,3
1439	aromadendreno		0,1	0,1		0,1		0,5	0,3	0,1	
1440	Z-β-farneseno				0,7						
1444	6,9-guaidieno									0,3	
1451	*trans*-muurola-3,5-dieno		0,1			0,1		0,2			
1452	α-humuleno		0,1	0,3	0,2	0,6	0,6	0,2			0,5
1457	rotundeno				0,2			0,5			0,3
1458	*alo*aromadendreno			0,2		0,2	0,2				
1461	*cis*-cadina-1(6),4-dieno							0,2			
1465	*cis*-muurola-4(14)-dieno							1,2			
1465	isvarano			0,4							
1472	γ-gurjuneno								0,4		
1474	10-*epi*-β-acoradieno									0,2	
1479	*ar*-curcumeno				0,6						
1482	γ-muuroleno	0,1	0,3		1,2	0,4				0,1	0,6
1484	germacreno D	0,1	0,8	0,3		0,3	0,4			1,9	
1487	aristotolocheno										
1489	β-selineno	0,6		0,9		0,1		0,7			
1491	epoxi-10,11-calameneno		0,2								

Tabela 3. Constituintes voláteis identificados nos óleos essenciais de Annonaceae (%).

IR	Constituintes	Ansp	Anp	Ang	Ful	Guk	Gusp	Xye1	Xye2	Xyf±	Uns
1493	*trans*-muurola-4(14),5-dieno					0,1		0,5			
1497	α-selineno								0,4		
1500	**biciclogermacreno**		0,2				0,2			**4,6**	
1500	α-muuroleno	0,4	0,2	0,1	0,5	0,2		0,5			0
1505	β-bisaboleno			0,2	0,5						
1506	(Z)-α-bisaboleno		0,1								
1513	γ-cadineno	1		0,2	0,5			1		0,1	0,8
1514	*epi*-cubebol	0,3		0,4	1	0,6		1			0,9
1514	cubebol	0,2		0,2	0,9	2,3		0,9			0,6
1521	β-sesquifelandreno			0,1							
1522	δ-cadineno	0,2	0,7	0,5	1,4	0,1		1,3		0,2	0,4
1528	*cis*-calameneno	0,2			0,8	0,1		0,7			0,3
1529	(E)-γ-bisaboleno			0,2							
1544	α-calacoreno	0,2	0,2		1	0,1		0,9			0,6
1548	elemol	1,7			2						1,6
1561	(E)-nerolidol			1,2							
1564	β-calacoreno							0,4			
1577	**espatulenol**	**8,8**	**5,1**	**6**	**27**	**38**	0,3	**16,2**	**60**	**13**	**27**
1582	**óxido de cariofileno**	**32,6**	**4,6**	3,5	**22**	**19**	0,2	**15,4**	**13**	0,8	**12**
1590	globulol	0,5	0,5	0,2	1,3	1,2		1		0,4	1,2
1592	viridiflorol	0,8			0,6			1,1		0,3	
1595	*cis*-diidromaiurona		0,4								
1600	rosifoliol									0,3	
1607	β-atlantol		0,9								
1608	**epóxido de humuleno II**	1,6	1	0,6	**4,2**	3		2,7	3,4	3,6	
1619	**helifolen-12-al C**				3,9			1,6			**5**
1627	1- *epi*-cubenol			0,2	1,2			0,7			
1639	cariofila-4(12),8(13)-dien-5α-ol	0,3				0,4					
1640	***epi*-α-muurolol**	**16,6**	0,2					0,8			
1640	cariofila-4(12),8(13)-dien-5β-ol			0,2							
1644	α-muurolol	1,6				2,3		0,7			
1645	cubenol				1,7			0,8			
1652	α-cadinol	1,2									
1658	Selin-11-en-4α-ol	0,8									
1666	14-hidroxi-9-*epi*-(E)-cariofileno								1,5		
1676	mustakona	1,4			2,4	2,7		1,6			2
1685	germacra-4(15)5,10(14)-trien-1α-ol	1,9		0,1	0,4			0,5			1,5
1695	ciperotudona				0,5			1			
sesquiterpenos oxigenados não identificados		**22,7**		**6**		**12**	**18**		**21,5**		**20**
hidrocarbonetos sesquiterpênicos não ident.						0,7					**5,8**
Total		**98,6**	**98**	**95**	**94**	**99**	**99,6**	**98,6**	**91,9**	**97**	**94**

IR = Índice de retenção (em coluna DB-5ms).

do óleo de P. *anonifolium* (Pan) foram α-pineno (31,1 %), isvarano (8,8 %), (E)- cariofileno (7,7 %), limoneno (6,4 %), β-pineno (5,6 %) e selin-11-en-4α-ol (5,4 %); no óleo de P. *bartlingianum* (Pba), croweacina (13,5 %), óxido de cariofileno (12,2 %), espatulenol (11,0 %), δ-elemeno (6,2 %), β-atlantol (5,6 %), biciclogermacreno (4,5 %) e germacreno D (4,1 %); no óleo de P. *brachypetiolatum* (Pbr), houve espatulenol (14,5 %), germacreno D (9,5 %), γ-elemeno (8,2 %), δ-elemeno (4,8 %), (E)-cariofileno (4,8 %) e biciclogermacreno (4,4 %); no óleo de P. *curtistilum* (Pcu), junenol (50,4 %), elemol (6,5 %), aromadendreno (6,1 %), óxido de cariofileno (4,9 %) e -eudesmol (4,2 %); no óleo da amostra 1 de P. *erectipilum* (Per1) foram limoneno (28,0 %), (E)-nerolidol (12,7 %), terpinoleno (9,7 %) e viridifloreno (4,6 %); no óleo da amostra 2 de P. *erectipilum* (Per2), limoneno (32,0 %), (E)-nerolidol (24,0 %) e terpinoleno (8,9 %); no óleo de P. *hispidum* (Phi), apareceram curzereno (32,0%), α-humuleno (8,4 %), (E)-cariofileno (6,6 %), γ-elemeno (6,1 %), β-pineno (4,5 %), β-selineno (4,5 %) e β-elemeno (4,4 %); no óleo da amostra 1 de P. *humaytanum* (Phu1), foram (E)-cariofileno (22,0 %), β-elemeno (16,0 %), linalol (14,1 %), β-pineno (13,0 %) e germacreno D (4,8 %); no óleo da amostra 2 de P. *humaytanum* (Phu2), (E)-cariofileno (29,9 %), linalol (13,5 %), β-elemeno 12,8 %), β-pineno (11,8 %), germacreno D (6,6 %) e α-humuleno (6,1 %); no óleo de P. *klotzskianum* (Pkl), foram *p*-cimeno (35,0 %), β-pineno (15,6 %), (Z)-β-farneseno (8,7 %), α-pineno (8,3 %), (E)-cariofileno (6,5 %) e espatulenol (5,0 %); no óleo de P. *marginatum* (Pma), croweacina (26,4 %), safrol (16,2 %), (E)-cariofileno (11,0 %), 3,4-metilenodioxipropiofenona (10,0 %) e metileugenol (5,4 %) e no óleo de P. *montealegranum* (Pmo), (E)-cariofileno (40,1 %), β-pineno (7,6 %), β-elemeno (5,4 %), óxido de cariofileno (4,5 %) e α-humuleno (4,0 %).

Da mesma forma, quanto às Anonáceas, foi feita uma análise de agrupamento usando o perfil composicional dos constituintes principais dos óleos essenciais de Piperaceae. A Figura 4 apresenta o dendrograma resultante.

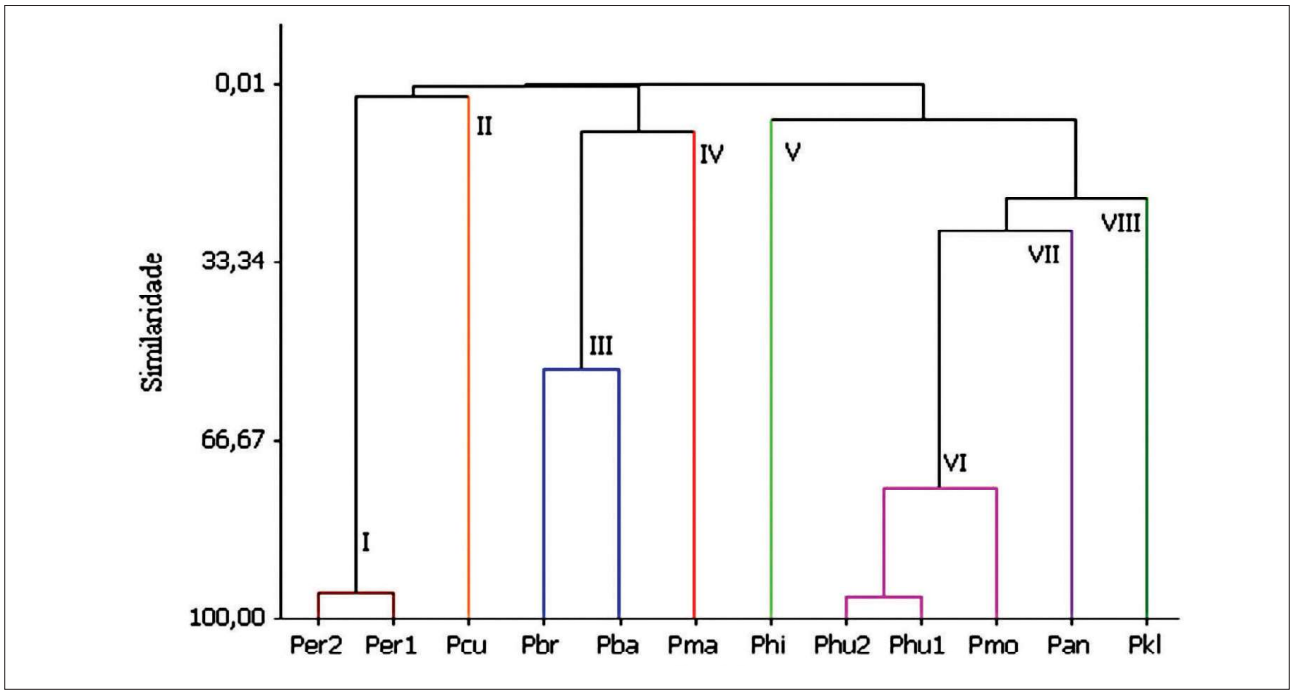


Figura 4. Dendrograma resultante do agrupamento de espécies de Piperaceae.

Tabela 4. Constituintes voláteis identificados nos óleos essenciais de Piperaceae (%).

IR	Constituintes	Pan	Pba	Pbr	Pcu	Per1	Per2	Phi	Phu1	Phu2	Pkl	Pma	Pmo
932	α-**pineno**	**31**		0,8		0,4	0,3	3,3	3,8	1,1	**8,3**	0,5	2
946	canfeno					0,4	0,3						
969	sabineno												1,8
974	β-**pineno**	**5,6**		0,8		0,6	0,7	**4,5**	**13**	**11,8**	**16**	0,6	**7,6**
981	6-metil-5-hepten-2-ona				1,1								
1002	α-felandreno	0,3									0,4		
1008	δ-3-careno					2,6	2,4					0,1	
1020	***p*-cimeno**	0,4									**35**		
1024	**limoneno**	**6,4**				**28**	**32**		3,7	1,1	0,6		0,8
1040	(Z)-β-ocimeno											0,8	
1048	(E)-β-ocimeno	0,1					0,6					1,7	
1054	γ-terpineno	0,1				0,5	0,3					0,9	
1086	**terpinoleno**	0,1				**9,7**	**8,9**		0,4			0,6	
1095	**linalol**								**14,1**	**13,5**			
1098	hidrato de *trans*-sabineno										0,1		
1128	*alo*-ocimeno					0,1	0,7					0,6	0,1
1132	óxido de *cis*-limoneno					0,1							
1135	*trans*-pinocarveol										0,1		
1145	hidrato de canfeno					0,1							
1165	borneol	0,1				0,2	0,3				0,1		0,1
1166	*p*-menta-1,5-dien-8-ol											0,1	
1174	4-terpineol	0,2				0,4			0,3		0,2		0,1
1179	*p*-cimen-8-ol	0,1				0,2	0,2						
1183	criptona										0,1		
1186	α-terpineol	0,4				2,4	2,3				0,3		0,1
1195	mirtenal			0,3									
1199	γ-terpineol					0,2							
1201	decanal										0,1		
1216	β-ciclocitral			0,1									
1218	acetato de endofenchila					0,3	0,2						
1249	geraniol												0,1
1282	E-anetol								0,9				
1285	**safrol**											**16,2**	
1287	acetato de bornila					0,8	0,5						
1289	acetato de *trans*-sabinila										0,7		
1323	geranato de metila												0,1
1335	δ-**elemeno**	0,2	**6,2**	**4,8**	0,2	0,3	0,3	2,1	0,6	0,7		1,6	0,5
1345	α-cubebeno	0,2	1,5	0,3	0,1			0,5		0,4	0,1		0,1
1347	acetato de α-terpinila					0,3	0,3						
1373	α-ilangeno	0,2		0,8	0,3								0,2
1374	α-copaeno	0,9	1,5	0,8		0,3	0,2	0,6	0,3		1,5	1,4	0,4
1380	2-*epi*-α-funebreno					0,1							
1387	β-bourboneno		0,6	2,7	0,1	0,1			0,7	0,7		0,1	0,4
1389	β-**elemeno**	2,5	2,7	2,6	0,6	0,7	0,5	**4,4**	**16**	**12,8**	0,5	0,4	**5,4**
1390	7-epi-sesquitujeno										0,1		
1402	α-funebreno					0,1							

Tabela 4. (cont.) Constituintes voláteis identificados nos óleos essenciais de Piperaceae (%).

IR	Constituintes	Pan	Pba	Pbr	Pcu	Per1	Per2	Phi	Phu1	Phu2	Pkl	Pma	Pmo
1404	**metileugenol**											**5,4**	
1409	α-gurjuneno		0,3										
1410	α-cedreno					0,2	0,3						
1417	**(E)-cariofileno**	**7,7**		**4,8**	2,3	1,8	1,8	**6,6**	**22**	**29,9**	**6,5**	**11**	**40,1**
1430	β-copaeno	0,4	1,3					1,8	0,8	1,1			
1431	β-gurjuneno		0,4										
1432	*trans*-α-bergamoteno										0,3		
1434	nerilacetona				1								
1435	γ-**elemeno**		0,4	**8,2**	1,1	1,3	1	**6,1**	0,3		0,1		1,8
1437	α-guaieno						0,2				0,1		
1439	**aromadendreno**	0,1		0,8	**6,1**	0,2							0,5
1440	**(Z)**-β-**farneseno**						0,6				**8,7**		
1442	6,9-guaiadieno	0,2	0,4								0,5		
1448	*cis*-muurola-3,5-dieno		0,4	0,6	0,1						0,3		0,2
1449	amorfa-4,11-dieno						0,3						
1450	α-himachaleno			0,4									
1451	*trans*-muurola-3,5-dieno			0,8	0,1								0,2
1452	α-**humuleno**	1,4	1,3	0,6		0,4		**8,4**	3,5	**6,1**			**4**
1453	geranilcetona								3	3,5			
1454	E-β-farneseno						1,3						
1457	**croweacina**		**14**									**26,4**	
1458	*alo*aromadendreno		0,4			0,3							2,6
1464	9-*epi*-(E)-cariofileno					0,2							
1465	*cis*-muurola-4(14,5)-dieno					0,3							
1466	**isvarano**	**8,8**									0,5		
1471	dauca-5,8-dieno					1,7							
1475	*trans*-cadina-1(6),4-dieno			0,4									
1476	β-chamigreno	0,7											
1477	γ-gurjuneno						0,3						0,4
1479	arcurcumeno										0,4		
1481	γ-curcumeno										0,2		
1484	**germacreno D**	2,5	**4,1**	**9,5**	0,5		1,7	2,7	**4,8**	**6,6**		0,8	2,9
1487	aristotolocheno	0,3			0,8								
1489	β-**selineno**	3,9	0,5		0,3	1,8	2,4	**4,5**	1,6	1,9	0,2		3,3
1491	E-metilisoeugenol								1,8				
1492	*cis*-β-guaieno			0,9	0,3						0,1		
1494	asaricina											3,1	
1495	*cis*-cadina-1,4-dieno			0,6			2,6						0,2
1496	valenceno	1											
1497	**viridifloreno**		0,8	0,5		**4,6**							
1498	α-selineno	3,6								3,5			3,9
1499	**curzereno**							**32**					
1500	**biciclogermacreno**		**4,5**	**4,4**	0,9				2,4				
1502	α-muuroleno	0,2	0,7	3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,1	0,4	0,2		0,5
1503	β-himachaleno						0,2						
1504	γ-muuroleno		0,9	2,9	0,3		0,4	2,7	0,6	0,8		0,2	0,7

Tabela 4. (cont.) Constituintes voláteis identificados nos óleos essenciais de Piperaceae (%).

IR	Constituintes	Pan	Pba	Pbr	Pcu	Per1	Per2	Phi	Phu1	Phu2	Pkl	Pma	Pmo
1506	β-bisaboleno				0,2		0,7				0,5		
1507	(Z)-α±-bisaboleno					0,7		0,8					
1511	δ-amorfeno	0,2			0,6		0,7						
1513	γ-cadineno		0,4	1,6		0,5		1,4	0,3	0,4			
1514	cubebol		0,5								0,1	0,1	
1516	β-curcumeno										0,2		
1517	miristicina											1	
1521	β-sesquifelandreno						0,2				0,3		
1522	δ-cadineno	1	1,4	3,4	0,2	1,1		2,8	0,6	1,3	0,5	0,6	1,3
1528	*trans*-calameneno		1,6	0,4							0,3		
1528	zonareno					0,1							
1529	(E)-γ-bisaboleno					0,2	0,2						
1533	*trans*-cadina-1,4-dieno	0,1	0,1	0,3		0,2							
1537	α-cadineno		0,3			0,2	0,2				0,1		0,1
1542	hidrato de cis-sesquisabineno										0,7		
1544	3,4-metilenodioxi propiofenona											**10**	
1544	α-calacoreno	0,4	0,3		0,2						0,1		0,2
1546	hedicariol								0,2				
1548	**elemol**				**6,5**								
1555	elemicina											1,5	
1556	(Z)-isoelemicina											0,8	
1561	1-*nor*-bourbonanona			0,7									
1561	**(E)-nerolidol**				1,5	**12,7**	**24**	1,8			0,3	0,9	0,8
1564	β-calacoreno	0,1											
1566	maaliol		0,6										
1567	palustrol					1,2							
1577	**espatulenol**	0,3	**11**	**15**	0,7	0,2		1,2	0,3	0,3	**5**	2,6	0,6
1577	hidrato de trans-sesquisabineno										0,4		
1582	**óxido de cariofileno**	1,1	**12**	2,6	**4,9**			0,9	1	1	3,2	1,4	**4,5**
1590	globulol	0,3	0,4	1,8		0,3		0,7			0,3	0,5	0,5
1592	viridiflorol		1,3	0,9		1							
1595	cubeban-11-ol					1,7							
1596	fokienol											0,1	
1600	guaiol				0,9								
1601	rosifoliol					0,6							
1602	ledol		0,8										0,4
1608	epóxido de humuleno II	0,2	1,4		0,7				0,1		0,3	0,3	0,3
1609	β-**atlantol**		**5,6**									1,5	
1618	**junenol**		0,5		**50**								
1618	1,10-di-epi-cubenol	0,9				0,3							
1620	dilapiol		0,9			1,1							
1627	1- *epi*-cubenol	0,9											0,4
1630	γ-udesmol				1,8								
1638	*epi*-α-cadinol	0,2	0,8	0,4		0,7	0,1						
1639	cariofila-4(12), 8(13)-dien-5α-ol	0,7									0,2		0,4

Tabela 4. (cont.) Constituintes voláteis identificados nos óleos essenciais de Piperaceae (%).

IR	Constituintes	Pan	Pba	Pbr	Pcu	Per1	Per2	Phi	Phu1	Phu2	Pkl	Pma	Pmo
1640	*epi*-α-muurolol	0,3	1,1	1,2		0,3	0,1				0,2		0,8
1642	2-hidroxi-4,5-metilenodioxipropiofenona											2	
1644	α-muurolol	0,5	0,8	3,2	0,6	0,3	0,1	1			0,4		0,4
1645	cubenol												0,5
1652	α-cadinol	1	2,9	2,9		0,4	0,5	1,5	0,2	0,6	0,2	0,4	1,1
1653	**α-eudesmol**				**4,2**			1,5				0,4	
1655	exalatacina											0,3	
1658	**selin-11-en-4α-ol**	**5,4**	0,7			1,3	1,5	3,9	1,3		0,6	0,2	1,6
1659	*neo*intermediol				0,4								
1665	intermediol	0,7											
1668	14-hidroxi-9-*epi*-(E)-cariofileno								0,5				
1670	epi-β-bisabolol					0,4	0,4				0,6		
1671	α-bulneseno					0,8							0,5
1674	β-bisabolol					0,3							
1683	epi-α-bisabolol				0,2	0,8	1,2						
1685	α-bisabolol				0,4	1,4	1,6				0,2		
1759	β-ciclocitral			0,1									
1839	Eudesm-7(11)-en-4-ol				0,4								
hidrocarbonetos monoterpênicos		**44**		**1,6**		**41,9**	**46,2**	**7,8**	**20,9**	**14**	**60**	**5,8**	**12,3**
monoterpenos oxigenados		**0,8**		**0,3**		**3**	**2,8**		**14,4**	**13,5**	**0,9**	**0,1**	**0,4**
hidrocarbonetos sesquiterpênicos		**37**	**33**	**56**	**16**	**17,2**	**16,4**	**46**	**54,6**	**66,6**	**23**	**16,1**	**69,9**
sesquiterpenos oxigenados		**13**	**39**	**28**	**74**	**24,4**	**29,5**	**45**	**3,6**	**1,9**	**13**	**8,4**	**12,8**
fenilpropanóides			**14**			**1,1**			**2,7**			**66,7**	
outros					**2,1**	**1,4**	**1**		**3**	**3,5**	**1**		**0,1**
Total		**94**	**87**	**86**	**91**	**89**	**95,9**	**98**	**99,2**	**99,5**	**97**	**97,1**	**95,5**

IR = Índice de retenção (em coluna DB-5ms).

Os óleos foram divididos em oito grupos, mostrando correlação com os compostos terpênicos e fenilpropanoídicos, que são as suas duas classes mais representativas. Foram definidos os seguintes grupos: P*iper erectipilum* (limoneno) - Grupo I (duas amostras, 95 % de similaridade); P*iper curtistilum* (junenol) – Grupo II (uma amostra); P*iper bartlingianum* e P*iper brachypetiolatum* (espatulenol) – Grupo III (duas amostras, 53 % de similaridade); P*iper marginatum* (safrol) – Grupo IV (uma amostra); P*iper hispidum* (curzereno) – Grupo V (uma amostra); P*iper humaytanum* e P*iper montealegreanum* [(E)-cariofileno] – Grupo VI (duas amostras, 75 % de similaridade); P*iper anonifolium* (α-pineno) – Grupo VII (uma amostra); e P*iper klotzskianum* (*p*-cimeno) – Grupo VIII (uma amostra).

De forma complementar, observa-se, nos óleos essenciais de P*iper* e seus constituintes voláteis, uma dicotomia já discutida antes. Nos óleos de algumas espécies predominam compostos terpênicos e em outros compostos fenilpropanoídicos. Por exemplo, no óleo de P*iper bartlingianum*, há mistura de terpenos (72,2 %) e fenilpropanóides (14,4 %), com predominância do primeiro. No óleo de P*iper marginatum*, esta mistura é inversa, com a predominância dos fenilpropanoides (66,7 %) em relação aos terpenos (30,4 %). No entanto, na sua maioria, os óleos de P*iper* são de origem terpênica.

Por último, deve ser considerado que a composição química de óleos essenciais varia tipicamente com a época da estação, idade da planta e composição do solo. Por esta razão, estes resultados estão baseados em amostras únicas de cada local de coleta. Desta forma, entende-se que as composições de alguns óleos analisados mostram variações qualitativa e quantitativa pela influência das condições ambientais nos locais de coleta.

CONCLUSÃO

Nos óleos de Anonáceas foi comprovado que os sesquiterpenos espatulenol e óxido de cariofileno são os constituintes voláteis principais da família, com claro perfil quimiotaxonômico na identificação de espécies de Anonáceas da Amazônia. A análise de agrupamento sugeriu a presença de seis distintos grupos químicos nos óleos analisados, evidenciando a associação destes componentes com outros mono- e sesquiterpenos.

Da mesma forma, nos óleos de Piperáceas foi observada a presença de compostos terpênicos e fenilpropanoídicos, com a clara e constante dicotomia já previamente identificada nas espécies de P*iper* da Amazônia. A análise de agrupamento dividiu os óleos em oito distintos grupos químicos, cujas composições são bastante diversificadas quanto à presença de mono- e sesquiterpenos ou fenilpropanoides.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESPA/PA e ao Programa Bionorte do CNPq, pelo apoio financeiro e a Ferdinando Nascimento, pelo auxílio na coleta das plantas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. Illinois: Allured Publishing Corporation, 2007.

ANDRADE, E. H. A.; ZOGHBI, M. G. B.; SANTOS, A. S.; MAIA, J. G. S. Essential oils of P*iper gaudichaudianum* Kunth and P. *regnellii* (Miq.) C. DC. **J. Essent. Oil Res**., v. 10, p. 465-467, 1998.

ANDRADE, E. H. A.; CARREIRA, L. M. M. SILVA, M. H. L.; SILVA, J. D.; BASTOS, C. N.; SOUSA, P. J. C.; GUIMARÃES, E. F.; MAIA, J. G. S. Variability in essential oil composition of P*iper marginatum sensu lato*. **Chem. & Biodiv**., v. 5, p. 197-208, 2008.

EKUNDAYO, O. A review of the volatiles of the Annonaceae. **J. Essent. Oil Res.** v. 5, p. 223-245, 1989.

LIRA, P. N. B.; SILVA, J. K. R.; ANDRADE, E. H. A.; SOUSA, P. J. C.; SILVA, N. N. S.; MAIA, J. G. S. Essential Oil Composition of Three P*eperomia* Species from the Amazon, Brazil. **Nat. Prod. Comm**., v. 4, p. 427-430, 2009.

LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SILVA, M. H. L.; MAIA, J. G. S. Volatile constituents of Brazilian Piperaceae. Part 4. Essential oil composition of P. *dactylostigmum*, P. *plurinervosum* and P. *vitaceum*. **J. Essent. Oil Res**., v. 12, p. 94-96, 2000.

LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; MAIA, J. G. S. The essential oils of P*iper reticulatum* L.and P. *crassinervium* H.B.K. **Acta Amaz**., v. 33, p. 341-344, 2003.

MAIA, J. G. S.; SILVA, M. H. L.; LUZ, A.I. R.; ZOGHBI, M. G. B. RAMOS, L. S. Espécies de P*iper* da Amazônia ricas em safrol. **Quim. Nova**, v. 10, p. 200-204, 1987.

MAIA, J. G. S.; GREEN, C. L., MILCHARD, M. J. New source of natural safrole. **Perfum. & Flavor**., v. 18, p. 20-22, 1993.

MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SANTOS, A.S.; SILVA, M. H. L.; LUZ, A. I. R.; BASTOS, C. N. Constituents of the essential oil of P*iper aduncum* L. growing wild in the Amazon region. **Flavour Fragr. J**., v. 13, p. 269-272, 1998a.

MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. G. B.; SANTOS, A. S.; RAMOS, L. S. Óleos essenciais da Amazônia: métodos de análise. In: FARIA, L. J. G, COSTA, C. M. L. (Eds.). T**ópicos especiais em tecnologia de produtos naturais**. Belém: Universidade Federal do Pará/ Programa Pobreza e Meio Ambiente na Amazônia, 1998b. p. 147-162.

MAIA, J. G. S.; ANDRADE, E. H. A.; SILVA, A. C. M.; OLIVEIRA, J.; CARREIRA, L. M. M.; ARAÚJO, J. S. Leaf volatile oils from four Brazilian X*ylopia* species. **Flavour Fragr. J**., v. 20, p. 474-477, 2005a.

MAIA, J. G. S.; ANDRADE, E. H. A.; SILVA, A. C. M.; OLIVEIRA, J.; CARREIRA, L. M. M.; ARAÚJO, J. S. Essential oils of the Amazon G*uatteria* and G*uatteriopsis* species. **Flavour Fragr. J**., v. 20, p. 478-480, 2005b.

MAIA, J. G. S.; ANDRADE, E. H. A.; SILVA, A. C. M.; CARREIRA, L. M. M.; OLIVEIRA, J. Essential oil composition from D*uguetia* species (Annonaceae). **J. Essent. Oil Res.**, v. 18, p. 60-63, 2006.

NIST-National Institute of Standards and Technology. **Mass Spectral Library** (NIST/EPA/NIH, v. 2.0d). Gaithersburg: The NIST Mass Spectrometry Data Center, 2005.

PARMAR, V. S.; JAIN, S. C.; BISHT, K. S.; JAIN, R.; TANEJA, P.; JHA, A.; TYAGI, O. D.; PRASAD, A. K.; WENGEL, J.; OLSEN, C. E.; BOLL, P.M. Phytochemistry of the genus P*iper*. **Phytochemistry**, v. 46, p. 597-673, 1997.

SANTOS, A. S.; ANDRADE, E. H. A.; ZOGHBI, M. G. B.; MAIA, J. G. S. Sesquiterpenes of Amazonian P*iper* species. **Acta Amaz**., v. 28, p. 127-130, 1998.

SILVA, M. H. L.; ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S. Essential oils of P*eperomia pellucida* Kunth and P. *circinnata* Link var. *circinnata*. **Flavour Fragr. J**., v. 14, p. 312-314, 1999.

SILVA, A. C. M.; ANDRADE, E. H. A.; CARREIRA, L. M. M.; GUIMARÃES, E. F.; MAIA, J. G. S. Essential oil composition of P*eperomia serpens* (Sw.) Loud. **J. Essent. Oil Res**., v. 18, p. 269-271, 2006.



Os Fungos

capítulo 5

FUNGOS CONIDIAIS DECOMPOSITORES OCORRENTES SOBRE PALMEIRAS E LIQUENS ASSOCIADOS NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Josiane Santana Monteiro
Antonio Hernández Gutiérrez
Helen Maria Pontes Sotão
Rosely Ana Piccolo Grandi

INTRODUÇÃO

Os fungos conidiais compõem um grupo artificial do reino Fungi, cujos membros representam a fase anamórfica de várias espécies de ascomicetos e, mais raramente, de basidiomicetos. Segundo Hyde et al. (2011), esta classe compreende cerca de 2.873 gêneros descritos, dos quais uma parte significativa já foi sequenciada e relacionada ao seu estado teleomórfico.

Esses fungos estão amplamente distribuídos em diversos biomas, realizando várias funções ecologicamente importantes, como a decomposição de matéria orgânica, liberação de minerais, produção de substâncias húmicas, promoção e alteração de nichos, associações com outros organismos, dentre outros (MANOHARACHARY et al. 2005).

Hawksworth et al. (1997) e Cannon (1997) enfatizaram a importância de se inventariar os fungos de áreas tropicais para responder a questões relacionadas aos aspectos da biodiversidade, especialmente sobre o número de fungos que está em associação com diversas categorias de plantas. Além disso, esses estudos poderiam contribuir para a taxonomia e a morfologia de diversos táxons, inclusive de novos, bem como elucidar os ciclos de vida e esclarecer as funções de vários fungos nos ecossistemas (HAWKSWORTH, 1991, 2001; ZHOU; HYDE, 2001; CANNON; SUTTON, 2004).

Neste contexto, estudos envolvendo os fungos associados às palmeiras se intensificaram a partir do início da década de 1990, revelando uma grande diversidade de espécies fúngicas associadas a essas plantas (HYDE; ALIAS, 2000). Vários trabalhos foram realizados, destacando-se os levantamentos de fungos sapróbios e estudos de sucessão neste tipo de substrato (FRÖHLICH; HYDE, 1999; TAYLOR et al., 2000; YANNA; HYDE, 2001; PINNOI et al., 2006; HYDE et al., 2007).

As palmeiras apresentam morfologia bem característica e pouca dificuldade no reconhecimento de suas folhas em decomposição no solo, em relação a outras espécies vegetais presentes nas florestas. Estudos envolvendo este tipo de substrato podem contribuir eficazmente para a relação fungo-planta. Cannon (1997) recomenda o uso de estratégias para a rápida análise da diversidade de fungos em áreas selecionadas para preservação, que incluem: coleta de determinados grupos taxonômicos; amostragem de fungos por grupos ecológicos ou nutricionais; estudo da associação com plantas; escolha de protocolos de amostragem espacial; análise de amostras de liteira e solo; utilização de métodos moleculares; métodos de estimativas indiretas e uso de espécies indicadoras. Estas medidas podem evitar o uso de informações rudimentares ou mesmo a completa exclusão de dados sobre esse grupo em programas de conservação.

Para a Amazônia, o registro de fungos conidiais é escasso, quando comparado a outros biomas brasileiros, como a Caatinga e Mata Atlântica (GUSMÃO, 2010). Em estudo recente realizado por Gutiérrez et al. (2009), os autores apresentaram uma lista preliminar com 66 táxons, incluídos em 42 gêneros de hifomicetos associados a palmeiras da Floresta Nacional (Flona) de Caxiuanã (PA). Em outro estudo, Monteiro et al. (2010) descreveram alguns hifomicetos que constituíam novos registros para o neotrópico coletados no sítio do PPBio, em Caxiuanã.

Esta situação demonstra a necessidade de se intensificar a pesquisa com esse grupo na região amazônica, para que posteriormente o conhecimento gerado possa subsidiar outros tipos de pesquisas, como às de bioprospecção (BILLS, 1995), por exemplo. Assim, este trabalho tem por objetivo apresentar o estudo taxonômico dos hifomicetos associados a palmeiras, na Floresta Nacional de Caxiuanã, contribuindo para a ampliação da distribuição das espécies e para o conhecimento da micobiota local.

MATERIAL E MÉTODOS

A Floresta Nacional de Caxiuanã é uma unidade de conservação federal que ocupa áreas dos municípios de Melgaço e Portel, no estado do Pará (1°42'30" a 2°15'00" e 51°15'00" a 51°56'00"). Apresenta uma área de 330.000 hectares, com uma cobertura vegetal muito diversificada, que abrange áreas de terra firme, manchas de vegetação secundária e vegetação semelhante à savana. Ocorrem, ainda, florestas de inundação (várzea e igapó) e vegetação residual em sítios de pomares, além de abundante vegetação aquática, especialmente nas águas do rio Curuá (LISBOA; FERRAZ, 1999).

As coletas na Flona Caxiuanã foram realizadas em duas excursões, nos meses de dezembro (2006) e agosto (2007). As coletas ocorreram em nove parcelas de 250 x 4 m, distribuídas na grade do PPBio (Figura 1). Cada parcela foi dividida em oito trechos, compreendendo um espaçamento de 20 a 30m, onde foram coletadas aleatoriamente oito amostras, totalizando 72 amostras.

As amostras foram compostas de folhas mortas de palmeiras selecionadas. De cada folha foram retiradas partes de folíolos, ráquis e pecíolos. Estas partes foram armazenadas em sacos de papel e secas em estufa de campo a gás (50-60°C), para a retirada de umidade e para evitar a proliferação de fungos de crescimento rápido.

As palmeiras foram previamente identificadas em campo e, posteriormente, a identificação foi confirmada através de comparação com espécimes do Herbário João Murça Pires (MG), do Museu Paraense Emílio Goeldi. As espécies de palmeiras coletadas foram: *Astrocaryum gynacanthum* Mart., *Bactris acanthocarpa* Mart., *Bactris hirta* Mart., *Geonoma baculifera* (Poit.) Kunth e *Oenocarpus distichus* Mart. Todas estas palmeiras foram investigadas pela primeira vez para a ocorrência de hifomicetos.

A identificação dos fungos foi realizada nos laboratórios de Micologia da Universidade Federal do Pará, Campus de Pesquisa do Museu Paraense Emílio Goeldi e Núcleo de Pesquisa em Micologia Instituto de Botânica de São Paulo.

Para o isolamento dos fungos, foram observadas, sob estereomicroscópio, as estruturas reprodutivas presentes nos substratos amostrados; lâminas semipermanentes, utilizando-se a solução de montagem lactoglicerol, acrescido ou não de azul de Amann, foram confeccionadas para a observação e medições das microestruturas em microscópio óptico.

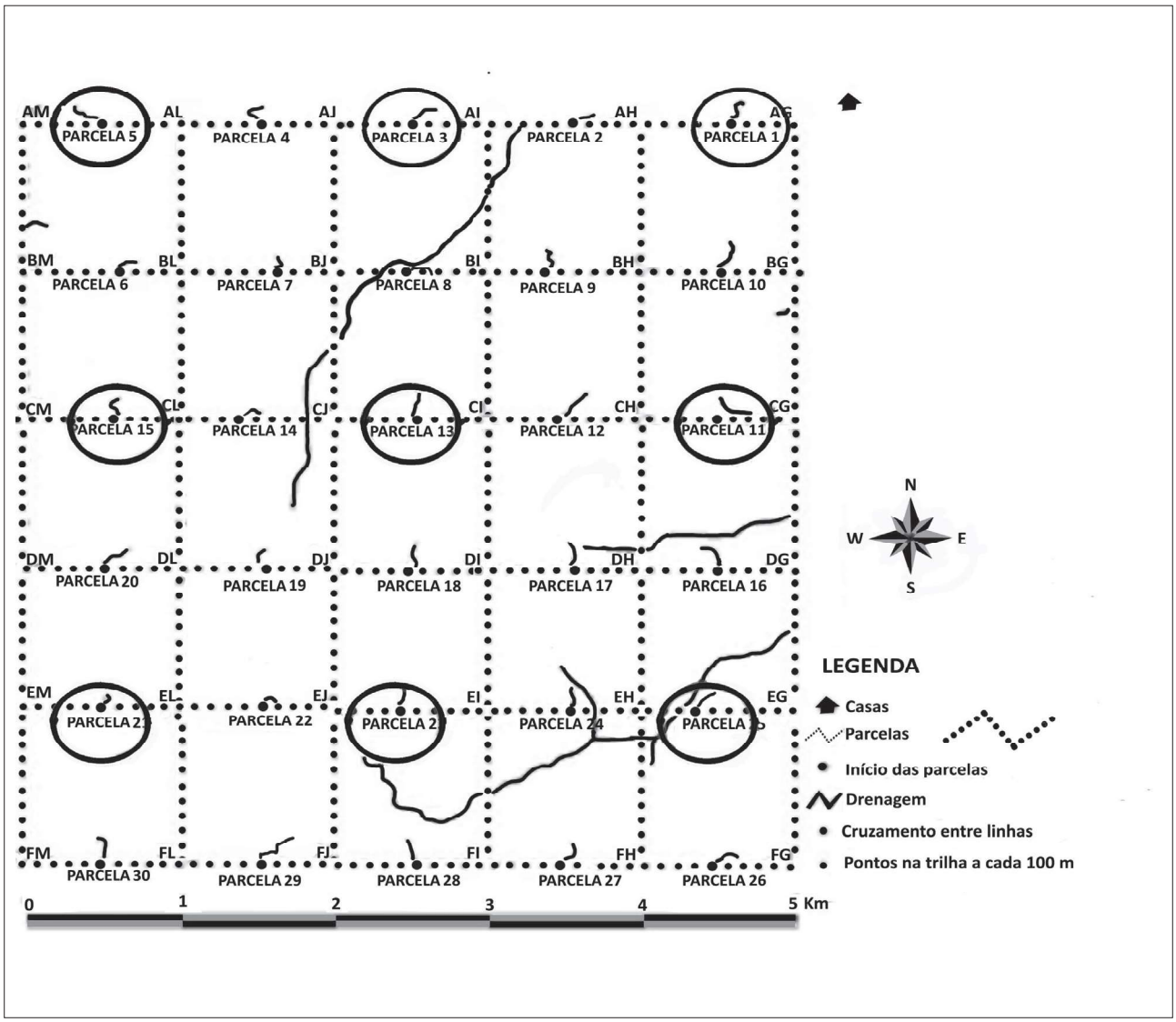


Figura 1. Localização das parcelas amostradas (círculos em cinza) para hifomicetos associados a palmeiras, dentro da grade instalada no sítio do PPBio, Flona Caxiuanã, Pará.

Para a identificação específica foram realizadas medições das estruturas de importância taxonômica, como conidióforos, células conidiogênicas, conídios e estruturas peculiares de cada espécie, como setas, hifopódios e apêndices conidiais. Os dados obtidos foram utilizados na comparação com as bibliografias especializadas, como Ellis (1971, 1976), Mercado-Sierra et al. (1997) e Matsushima (1975, 1983, 1985, 1989, 1993, 1995, 1996), dentre outras. Lâminas semipermanentes dos espécimes identificados foram depositadas no Herbário João Murça Pires (MG).

RESULTADOS

Foram identificadas 37 espécies de hifomicetos pertencentes a 30 gêneros, sobre folhas de palmeiras em decomposição. Dentre as espécies identificadas, 34 representam novos registros para Caxiuanã, dos quais sete são novos para a Flona Caxiuanã; 19 para o estado do Pará; e 2 para o Brasil (Tabela 1).

As espécies *Circinotrichum olivaceum* (Speg.) Piroz. e *Menisporopsis theobromae* Hughes ocorreram em todas as espécies de palmeiras coletadas, e, juntamente com *Beltrania rhombica* Penz., *Zygosporium echinosporum* Bunting & Mason e Z. *oscheoides* Mont., foram as mais comuns neste material.

Dentre as amostras coletadas, 5 apresentaram a ocorrência de hifomicetos colonizando liquens presentes sobre folíolos. As espécies *Ampullifera hippocrateacearum* (Bat. & Cavalc.) D. Hawksw. e *Dictyophrynella bignoniacearum* Bat. & Cavalc. são fungos liquenícolas; e no Brasil, até o momento, sua distribuição está restrita à região amazônica (BATISTA; CAVALCANTI, 1964; HAWKSWORTH, 1979).

Alguns dos gêneros identificados neste estudo, como *Beltrania*, *Beltraniella*, *Circinotrichum*, *Cryptophiale*, *Menisporopsis* e *Zygosporium* são cosmopolitas, e frequentemente isolados de liteiras, em florestas tropicais úmidas (POLISHOOK et al. 1996; DULYMAMODE et al. 2001; PAULUS et al. 2003; RAMBELLI et al. 2004).

TRATAMENTO TAXONÔMICO DAS ESPÉCIES IDENTIFICADAS

Ampullifera hippocrateacearum (Bat. & Cavalc.) D. Hawksw. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist.* (*Bot.*) 6(3): 201, 1979. (Figura 2a-c).

= *Ampulliferopsis hippocrateacearum* (Bat. &, Cavalc.) Portug. Acta Biol. Sér. B 7: 353, 1964.
= *Ampullifera brasiliensis* Deighton, Mycol. Pap. 101: 28, 1965.

Hifopódios abundantes (4-7 × 3-4 μm), laterais, mucronados, unicelulares, alternos e opostos, castanhos. Conidióforos eretos ou levemente sinuosos (54-87 × 4-5 μm), geralmente curvados próximo à base, simples, não ramificados, septados, castanho-escuros. Células conidiogênicas monoblásticas, integradas. Conídios acrógenos (9-22 × 3-5 μm), elipsoides, com ápice arredondado e base truncada, 1-3 septos levemente constritos, lisos, com hilo presente, castanho-claros.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre liquens não identificados em folíolos em decomposição, de *Bactris hirta* Mart., A. Hernández s.n. (MG 190708); 21-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190749).

Distribuição: Brasil (BATISTA; CAVALCANTI, 1964; HAWKSWORTH, 1979).

Comentários: este gênero foi descrito por Deighton (1960), com a espécie-tipo A. *foliicola* Deighton. Hawksworth (1979) fez uma revisão do gênero. Atualmente, o gênero é constituído por nove espécies (KIRK; COOPER, 2011). *Ampullifera hippocrateacearum*, como descrito na literatura, também ocorreu associada a liquens. Segundo Hawksworth (1979), todas as espécies de *Ampullifera*, com exceção de A. *pirozynskii*, ocorrem como fungos liquenícolas obrigatórios sobre liquens folícolas.

Beltrania rhombica Penz., *Nuovo G. Bot. Ital.* 14: 72, 1882.

=*Beltrania indica* Subram., Proc. natn. Acad. Sci. India, Sect. B, Biol. Sci. 36: 45, 1952.
=*Beltrania multispora* H.J. Swart, Leeuwenhoek ned. Tidjdschr. 24: 221, 1958.

Tabela 1. Espécies de hifomicetos presentes em folhas de palmeiras em decomposição provenientes do sítio do PPBio, Flona Caxiuanã, Pará.

Espécies identificadas	Novo registro
Ampullifera hippocrateacearum (Bat. & Cavalc.) D. Hawksw.	Pará
Beltrania rhombica Penz.	Flona Caxiuanã
Beltraniella portoricensis (F. Stevens) Piroz. & S.D. Patil	Flona Caxiuanã
Camposporium fusisporum Whitton, McKenzie & K.D. Hyde	–
Ceratosporella basibicellularia Matsush.	Brasil
Circinotrichum olivaceum (Speg.) Piroz.	Pará
Cryptophiale kakombensis Piroz.	Flona Caxiuanã
Cryptophialoidea fasciculata Kuthub. & Nawawi	Pará
Curvularia lunata (Wakker) Boedijn	Flona Caxiuanã
Cylindrocarpon curtum Bugnic.	–
Dictyochaeta assamica (Agnihothr.) Aramb., Cabello & Mengasc.	Brasil
Dictyochaeta minutissima A. Hern. & J. Mena	Pará
Dictyochaetopsis polysetosa RF. Castañeda, Gusmão, Guarro & Saikawa	Pará
Dictyophrynella bignoniacearum Bat. & Cavalc.	Pará
Didymostilbe coffeae Henning	Pará
Ellisembia leonensis (M.B. Ellis) McKenzie	Pará
Kionochaeta ramifera (Matsush.) P. M. Kirk & B. Sutton	Pará
Menisporopsis pirozynskii Varghese & V.G. Rao	Pará
Menisporopsis theobromae S. Hughes	Flona Caxiuanã
Minimidochium microsporum Matsush.	–
Myrothecium setiramosum RF. Castañeda	Pará
Nakataea fusispora (Matsush.) Matsush.	–
Nigrospora sphaerica (Sacc.) E.W. Mason	Flona Caxiuanã
Solheimia costispora E. F. Morris	–
Sporidesmiella aspera Kuthub. & Nawawi	–
Sporidesmium ghanaense M. B. Ellis	–
Sporidesmium macrurum (Sacc.) M.B. Ellis	Pará
Stachybotrys bisbyi (Sriniv.) G.L. Barron	Pará
Stachybotrys parvispora S. Hughes	Pará
Stachybotrys theobromae Hansf.	–
Stachylidium bicolor Link	Pará
Vermiculariopsiella immersa (Desm.) Bender	Pará
Virgatospora echinofibrosa Finley	–
Volutella minima Höhn.	Flona Caxiuanã
Zygosporium echinosporum Bunting & E.W. Mason	Pará
Zygosporium gibbum (Sacc., M. Rousseau & E. Bommer) Hughes	Pará
Zygosporium oscheoides Mont.	Pará

Setas eretas [156-360 × (3,5-) 4-7 μm], pontiagudas no ápice, não ramificadas, lisas, septadas, originando-se de células basais lobadas, castanhas a castanho-escuras. Conidióforos eretos ou recurvados (46-118 × 3,5-5 μm), simples, não ramificados, lisos, septados, castanho-claros. Células conidiogênicas poliblásticas, integradas, com desenvolvimento simpodial, denticuladas, castanho-claras. Células separadoras unicelulares (8-10 × 3,5-4 μm), elípticas, lisas, originando-se sobre os dentículos das células conidiogênicas, castanho-claras. Conídios, acropleurógenos (20-27 × 8-14 μm), unicelulares, solitários, bicônicos, lisos, apendiculados, com uma banda hialina transversal na região mediana, castanho-claros. Apêndice apical reto (3-14 μm de comprimento), liso, castanho-claro.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 23-VIII-2007, sobre folíolos em decomposição de *Astrocaryum gynacanthum*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190758); sobre folíolos em decomposição de *Bactris hirta*, 14-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190710); 17-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190738); sobre folíolos em decomposição de *Geonoma baculifera*, 9-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190712); sobre folíolos em decomposição de *Oenocarpus distichus*, 8-XII-2006, A. Hernández (MG 190692); 21-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190748).

Distribuição: cosmopolita (HEREDIA, 1994; GRANDI, 2004).

Comentários: o gênero *Beltrania* atualmente apresenta 11 espécies descritas, com a espécie-tipo B. *rhombica* Penz. Morelet (2001) publicou uma chave incluindo dez destas espécies. Posteriormente, Zhang; Zhang (2003) descreveram B. *eremochloae* sobre folhas mortas de *Eremochloa ciliaris* (L.) Merr. na China.

Beltrania rhombica, em condições naturais é capaz de colonizar folhas de muitas plantas não relacionadas taxonomicamente, apresentando baixa especificidade em relação ao hospedeiro, e grande capacidade de adaptação (MULAS et al., 1993; PIROZYNSKI; PATIL, 1970). É uma espécie amplamente distribuída no ambiente, sendo encontrada mais frequentemente em regiões tropicais e subtropicais (GUSMÃO; GRANDI, 1996).

Beltraniella portoricensis (F.L. Stevens) Piroz. & Patil, *Can. J. Bot.* 48 (3): 575, 1970.

=*Ellisiella portoricensis* F. Stevens, Trans. III Ac. Sc. 10: 203, 1917.
=*Ellisiellina portoricensis* (F. Stevens) Bat., An. Soc. Biol. Pernambuco 14(1-2): 19, 1956.
=*Ellisiopsis gallesiae* Bat. & Nascim., An. Soc. Biol. Pernambuco 14(1-2): 21, 1956.
=*Ellisiopsis portoricensis* (F. Stevens) Piroz., Mycol. Pap. 90: 22, 1963.

Setas eretas [210-450 (-550) × 4-7 μm], pontiagudas no ápice, não ramificadas, lisas quando jovens e verrucosas na maturidade, originando-se de células basais lobadas, castanho-escuras. Conidióforos levemente recurvados, simples, cilíndricos, lisos, septados, castanho-claros. Células conidiogênicas poliblásticas, integradas, denticuladas, castanho-claras. Células separadoras fusiformes ou obovoides (7 × 3 μm), lisas, com um dentículo em cada extremidade, castanho-claras. Conídios unicelulares (17-22 × 4-7 μm), lageniformes ou clavados, ápice truncado e base afilada, lisos, com uma banda hialina na região mediana, castanho-claros a hialinos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 17-VIII-2007, sobre folíolos em decomposição de *Bactris hirta*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190752).

Distribuição: cosmopolita (GUSMÃO; GRANDI, 1996).

Comentários: o gênero *Beltraniella* atualmente apresenta 19 espécies (KIRK; COPER, 2011) e sua espécie-tipo é B. *odinae* Subramanian. Castañeda et al. (1996a) publicaram uma chave para 16 espécies descritas.

Heredia et al. (2002) descreveram a espécie B. *fer*tilis para o México e, mais recentemente, Shirouzu et al. (2010) descreveram B. *botryospora* para o Japão e sugeriram que este gênero seja polifilético. Esta espécie é comumente isolada do folhedo de várias plantas e está bem distribuída pelas regiões tropicais, subtropicais e temperadas (GUSMÃO; GRANDI, 1996).

Ceratosporella basibicellularia Matsush., *Mats. Mycol. Mem.* 7: 45, 1993. (Figura2-b)

Conidióforos e células conidiogênicas não observados. Conídios (25-48 × 8-10 μm) compostos por dois ramos paralelos, septados transversalmente, castanho-claros; ramos de tamanhos desiguais, 3-5 μm de largura; célula basal truncada, 1-septo, 3-4 μm de largura.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 08-XII-2006, sobre pecíolos em decomposição de *Bactris hirta*, A. Hernández s.n. (MG 190694).

Distribuição: Peru (MATSUSHIMA, 1993).

Comentários: o gênero *Ceratosporella* apresenta 12 espécies descritas e aceitas de acordo com a revisão de Castañeda et al. (1996b), e tem como espécie-tipo C. *bicornis* (Morgan) Höhn. *Ceratosporella basibicellularia* foi descrita por Matsushima (1993) e está mais próxima da espécie C. *basicontinua* Matsush., diferenciando-se desta por apresentar um septo na parte basal do conídio e conter 2-6 septos nos ramos, enquanto a última não possui septos na parte basal do conídio e apresenta ramos com 1-5 septos. Esta espécie foi isolada pela primeira vez sobre pecíolo de palmeira em decomposição não identificada, em área do rio Negro, no Peru (MATSUSHIMA, 1993).

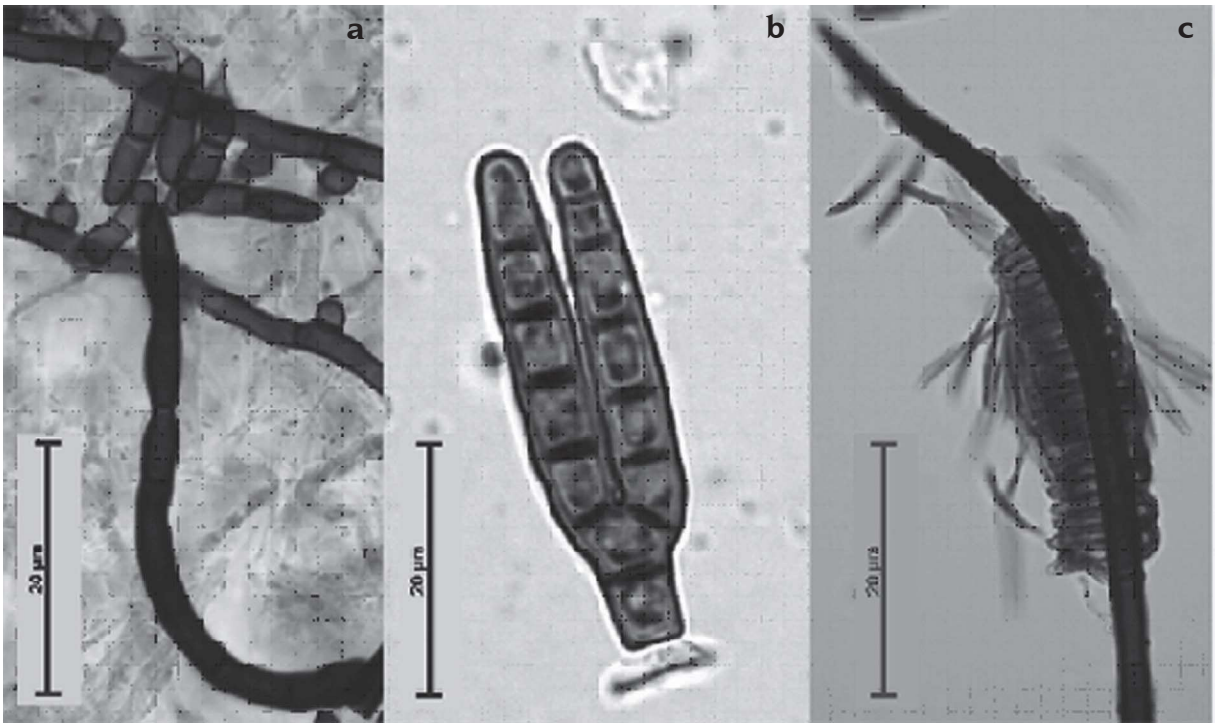


Figura 2a-c. a. Conidióforo e conídios de *Ampullifera hippocrateacearum*; b. Conídio de *Ceratosporella basibicellularia*; c. Detalhe da placa de células estéreis e conídios de *Cryptophialoidea fasciculata*.

Circinotrichum olivaceum (Speg.) Piroz., *Mycol. Pap.* 84: 6, 1962.

=*Helicotrichum olivaceum* Speg., Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba 11(4): 613, 1889.

Setas eretas, simples, circinadas, lisas ou pouco verrucosas na base, tornando-se densamente verrucosas a partir da porção mediana em direção ao ápice, originadas de células basais alargadas (34-75 × 2-4 μm larg. na base e 1-1,5 μm larg. no ápice), castanhas na base e castanho-claras no ápice. Conidióforos e células conídiogênicas não observados. Conídios unicelulares, cilíndricos a fusiformes (9-15 × 1 μm), lisos, extremidades levemente recurvadas, hialinos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 23-VIII-2007, sobre folíolos em decomposição de *Astrocaryum gynacanthum*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190758); sobre folíolos em decomposição de *Bactris acanthocarpa*, 08-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190693); sobre folíolos em decomposição de *Bactris hirta*, 14-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190700); 17-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190738); sobre folíolos em decomposição de *Geonoma baculifera*, 09-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190702); sobre folíolos em decomposição de *Oenocarpus distichus*, 08-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190687).

Distribuição**:** Brasil, U.S.A. (SUTTON, 1978), Gana, Serra Leoa, Paquistão (PIROZYNSKI, 1962), Itália (RAMBELLI et al., 2004).

Comentários: este gênero atualmente apresenta 22 espécies descritas (KIRK; COOPER, 2011), com a espécie-tipo C. *maculiforme* Nees. C. *olivaceum* é similar a C. *maculiforme*, mas esta última apresenta setas, células conidiogênicas e conídios maiores (PIROZYNSKI, 1962).

Cryptophiale kakombensis Piroz., *Can.* J. *Bot.* 46: 1124, 1968.

Conidióforos setiformes (200-280 × 6-9 μm), eretos ou flexuosos, simples, lisos, septados, castanho-escuros. Região fértil composta por uma placa de células estéreis (63-110 × 12-20 μm), cilíndricas, compactadas, lisas, em ambos os lados do conidióforo, castanho-claro, ocultando as células conidiogênicas. Células conidiogênicas inconspícuas. Conídios falcados (19-30 × 1,5-2 μm), afilados, 1-septo, lisos, agregados em mucilagem, hialinos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 18-VIII-2007, sobre folíolo em decomposição de *Astrocaryum gynacanthum*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190731); sobre folíolo em decomposição de *Geonoma baculifera*, 17-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190736).

Distribuição: Brasil (GRANDI; ATILLI, 1996), Cuba, Ilhas do Pacífico, Malásia, Taiwan, Tanzânia (PIROZYNSKI, 1968; MATSUSHIMA, 1985; MERCADO et al., 1997), Itália (RAMBELLI et al., 2004), Panamá (GOOS; PIROZYNSKI, 1975) e Venezuela (CASTAÑEDA et al., 2003b).

Comentários: atualmente, este gênero compreende 18 espécies (KIRK; COOPER, 2011), com a espécie-tipo C. *kakombensis* Piroz. Goh e Hyde (1996) fizeram uma breve discussão sobre este gênero e seus aliados, fornecendo uma chave para 16 espécies. Marques et al. (2008a) descreveram as espécies ocorrentes no Brasil e forneceram uma chave para todas as espécies do gênero. Esta espécie é frequentemente isolada do folhedo de várias espécies de plantas, tanto em países tropicais, como subtropicais (MARQUES et al., 2008a).

Cryptophialoidea fasciculata Kuthub. & Nawawi, *Mycol. Res.* 98: 686, 1994 (Figura 2c).

Conidióforos setiformes (145-213 × 4-6 μm), eretos, simples, paredes espessas, septados, castanhos. Região fértil (30-57 × 15-19 μm), consistindo de uma única fileira de fiálides, arranjados em apenas um

lado do conidióforo. Células conidiogênicas monofialídicas, evidentes, determinadas, lageniformes, com colarete em forma de funil, fiálides arranjadas em grupos de 3-4. Conídios falcados (15-22 × 1-1,5 μm), afilados no ápice, 1-septo transversal, lisos, produzidos em mucilagem, hialinos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 19-VIII-2007, sobre ráquis e pecíolo em decomposição de *Astrocaryum gynacanthum*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190728); sobre folíolo em decomposição de *Geonoma baculifera*, 17-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190735).

Distribuição: Brasil (MARQUES et al., 2008a), Malásia (KUTHUBUTHEEN; NAWAWI, 1994).

Comentários: este gênero possui cinco espécies descritas, com a espécie-tipo C. *secunda* (Kuthub. & B. Sutton) Kuthub. & Nawawi. Delgado et al. (2005) elaboraram uma chave para as espécies descritas. Até o momento, a distribuição desta espécie está restrita à Malásia e ao Brasil, sendo isolada sobre folhas em decomposição (MARQUES et al., 2008a).

Curvularia lunata (Wakker) Boedijn, *Bull. Jard. Bot. Buitenz.* III 13: 127, 1933.

=*Acrothecium lunatum* Wakker, in Wakk. & Went., De Ziektan van het Suikerriet op Java: 196, 1898.

Conidióforos retos ou flexuosos, simples, solitários (56-78 × 3-5 μm), lisos, septados, castanho-escuros. Células conidiogênicas politétricas, integradas, intercalares, terminais, desenvolvimento simpodial, cilíndricas, com cicatriz. Conídios solitários (15-23 × 7-10 μm), elipsoides, retos ou ligeiramente curvos, 3-septos transversais, célula mediana castanha, células das extremidades castanho-claras, hilo não protuberante.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre folíolos em decomposição de *Bactris hirta*, A. Hernández (MG 190710).

Distribuição: cosmopolita (MERCADO et al., 1997).

Comentários: o gênero *Curvularia* é composto por 111 espécies (KIRK; COOPER, 2011), e sua espécie-tipo é C. *lunata* (Wakker) Boedijn. Esta espécie é uma das mais comuns do gênero, e já foi isolada de muitos substratos diferentes. É um importante fitopatógeno, causador de manchas foliares em várias plantas cultivadas no Brasil (GUSMÃO et al., 2005b).

Dictyochaeta assamica (Agnihothr.) Aramb., Cabello & Mengasc., *Darwiniana* 28: 297, 1987 (Figura 3a).

=*Codinaea assamica* (Agnihothr.) S. Hughes & W.B. Kendr., N.Z. Jl Bot. 6: 334, 1968.
=*Menisporella assamica* Agnihothr., Proc. Indian Natn Sci. Acad., Part B. Biol. Sci. 56: 99, 1962.

Setas eretas (153-310 × 5-9 μm), retas ou levemente curvadas, lisas, septadas, castanho-escuras, região apical fértil com polifiálides. Conidióforos eretos (47-118 × 3-5 μm), simples, originando-se em grupos em torno da base da seta, mais ou menos cilíndricos, lisos, septados, castanho-claros; colaretes terminais e laterais, paredes finas (3-4,5 × 1,5-2 μm). Conídios unicelulares, curvados (10-14 × 1,5-2,5 μm), afilados em ambas as extremidades; com uma sétula em cada extremidade (5-10 μm).

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre folíolo em decomposição de *Bactris hirta*, A. Hernández s.n. (MG 190700); sobre folíolo em decomposição de *Geonoma baculifera*, 14-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190701).

Distribuição: Itália (RAMBELLI et al., 2004), Malásia (KUTHUBUTHEEN; NAWAWI, 1991) e México (HEREDIA et al., 1995).

Comentários: este gênero compreende, até o momento, 92 espécies descritas (KIRK; COOPER, 2011), com a espécie-tipo D. *fuegiana* Speg. É um gênero taxonomicamente complexo e desde a redescrição de sua espécie-tipo por Gamundi et al. (1977) passou a abrigar várias espécies do gênero C*odinaea* Maire (considerada seu sinônimo). D*ictyochaeta assamica* já foi registrada em partes decompostas de várias espécies de plantas, sendo mais frequente em áreas tropicais (HEREDIA et al., 1995).

D*ictyochaeta minutissima* A. Hern. & J. Mena, M*ycol*. R*es*. 100 (6): 687, 1996.

Conidióforos solitários ou agrupados (30-77,5 × 3-7,5 μm), eretos ou flexuosos, simples, paredes espessas, lisos, castanhos. Células conidiogênicas fialídicas (5-9 × 2-5 μm), originando-se de células basais lobadas, alargadas, lisas, castanho-claras. Conídios unicelulares, fusiformes [5-11(-12) × 1 μm], arredondados nas extremidades, retos ou ligeiramente curvos, lisos, hialinos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre pecíolos em decomposição de G*eonoma baculifera*, A. Hernández s.n. (MG 190705); sobre folíolo em decomposição de O*enocarpus distichus*, 08-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190689).

Distribuição: Brasil (GRANDI, 1999), Cuba (GUTIÉRREZ; PORTALES, 1996).

Comentários: os espécimes da Flona Caxiuanã não continham ramificações laterais, como relatado na descrição da espécie por Gutiérrez e Portales (1996). Até o momento, esta espécie foi registrada colonizando somente palmeiras: C*occothrinax miraguama* (Kunth.) Leon, E*uterpe edulis* Mart. e O*enocarpus distichus*.

D*ictyochaetopsis polysetosa* R.F. Castañeda, Gusmão, Guarro & Saikawa, M*ycotaxon* 103: 2, 2008 (Figura 3b).

Conidióforos polisetosos (167-250 × 4-6 μm), aciculares no ápice, eretos, retos ou flexuosos, lisos, castanhos a castanho-escuros, verticilados com 4-5 ramos setosos (25-65 × 2-3 μm), castanhos a castanho-escuros. Células conidiogênicas fialídicas (15-32 × 3-5 μm), lageniformes a cilíndricas, lisas, castanhas, originando-se de células basais do conidióforo e sobre o segundo e quarto septo do eixo principal geralmente sem ramos setosos; ou sobre os ramos setosos. Conídios falcados a alantoides (12-16 × 2-3 μm), asseptados, lisos, hialinos, com uma sétula filiforme em cada extremidade (5-10 μm), produzidos em mucilagem.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre folíolos e ráquis em decomposição de G*eonoma baculifera*, A. Hernández s.n. (MG 190704).

Distribuição: Brasil (CASTAÑEDA et al., 2008).

Comentários: o gênero D*ictyochaetopsis* possui atualmente 14 espécies (KIRK; COOPER, 2011), com a espécie-tipo D. *apicalis* (Berk. & Curt.) Aramb. & Cab. Whitton et al. (2000) transferiram quatro espécies de D*ictyochaeta* com fiálides laterais para D*ictyochaetopsis* e forneceram uma chave para doze espécies deste gênero. Os espécimes da Flona Caxiuanã apresentaram polifiálides, característica não mencionada na descrição da espécie. Este é o segundo registro da espécie para o Brasil, ampliando sua distribuição para a Amazônia brasileira.

D*ictyophrynella bignoniacearum* Bat. & Cavalc. P*ort*. A*cta* B*iol*. B 7: 356, 1964 (Figura 3c).

Hifopódios laterais (5-8 × 4-5 μm), um por célula, alternos e opostos, subglobosos, mucronados, castanhos. Conidióforos micronematosos. Células conidiogênicas integradas, tréticas, intercalares, permanecendo prostradas, subcilíndricas, com uma cicatriz oval. Conídios acrógenos, solitários [26-48(-50) × 5-7 μm],

obclavados, lisos, com 3-4 septos transversos e 0 (-1) septos oblíquos, base levemente truncada, célula apical alongada mais clara que as outras células, castanhos a castanho-claros.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 24-VIII-2007, sobre liquens não identificados em folíolos em decomposição de *Astrocaryum gynacanthum*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190742); sobre liquens não identificados em folíolos em decomposição de *Bactris hirta*, 14-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190708); 17-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190738); sobre liquens não identificados em folíolos em decomposição de *Oenocarpus distichus*, 08-XII-2006 A. Hernández s.n. (MG 190692).

Distribuição: Brasil (HAWKSWORTH, 1979)

Comentários: este gênero é monotípico e foi introduzido por Batista e Cavalcanti (1964), com a espécie-tipo D. *bignoniacearum* Bat. & Cavalc. Hawksworth (1979) ressalta que a espécie está restrita a liquens, e aparentemente não coloniza áreas adjacentes da folha, característica também presente nos espécimes da Flona Caxiuanã.

Didymostilbe coffeae Henn., *Hedwigia* 41: 148, 1902 (Figura 3d).

Conidiomas em sinema (440-700 × 32-55 μm), eretos, não ramificados, lisos, subhialinos. Conidióforos densamente unidos, difíceis de serem individualizados e medidos, subhialinos. Células conidiogênicas fialídicas, integradas, terminais ou laterais, cilíndricas, lisas, hialinas; colaretes ausentes. Conídios acrógenos (15-18 × 4-6 μm), fusoides a elipsoides, retos ou levemente curvados, lisos, 1-septo, base geralmente truncada, ápice levemente maminiforme, hialinos.

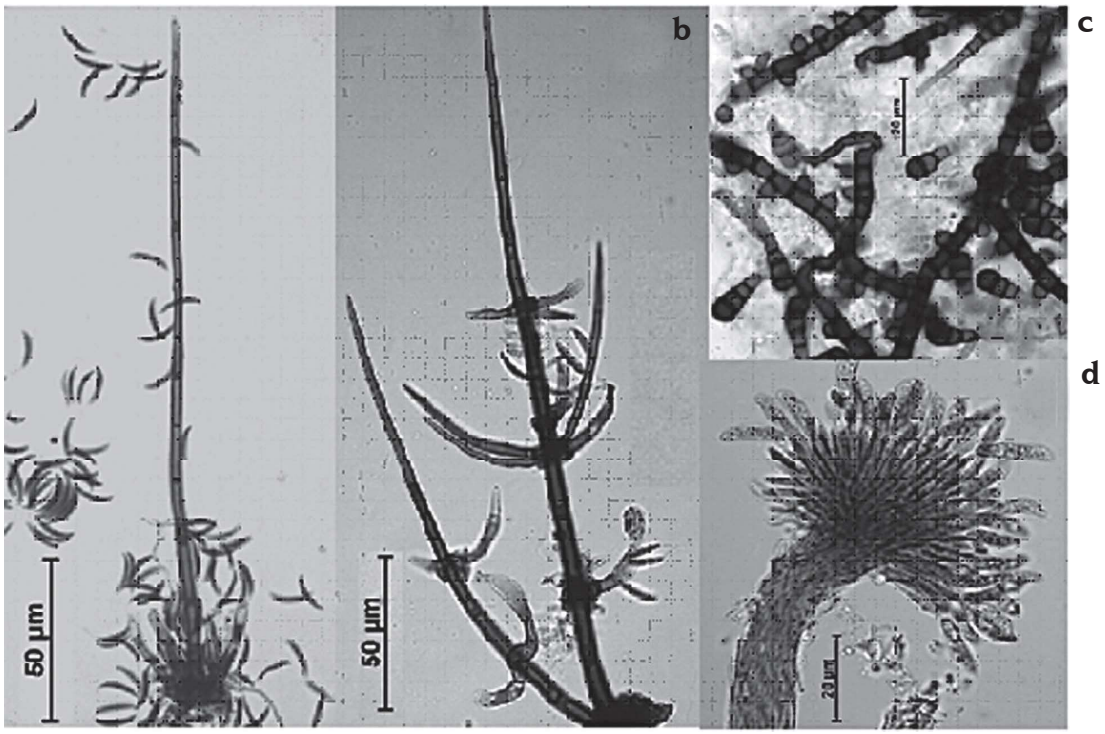


Figura 3a-d. a. Conidióforos e conídios de *Dictyochaeta assamica*; b. Conidióforo setiforme com ramos laterais e células conidiogênicas de *Dictyochaetopsis polysetosa*; c. Micélio com hifopódios e conídios de *Dictyophrynella bignoniacearum*; d. Detalhe do arranjamento das células coniogênicas e conídios de *Didymostilbe coffeae*.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre ráquis em decomposição de *Geonoma baculifera*, A. Hernández s.n. (MG 190703).

Distribuição: Indonésia, México, Sri Lanka (SEIFERT, 1990).

Comentários: o gênero *Didymostilbe* apresenta 16 espécies descritas (KIRK; COOPER, 2011) e tem como espécie-tipo D. *coffeae* Henn. Seifert (1985) fornece uma chave para este gênero. Hyde e Goh (1997) descreveram D. *australiensis* Goh & K.D. Hyde em madeira em decomposição submersa, na Austrália. Esta espécie foi registrada em poucos hospedeiros (*Coffea arabica* L. e *Camellia sinensis* (L.) Kuntze.), não sendo frequentemente isolada do ambiente.

Ellisembia leonensis (M. B. Ellis) Mckenzie, *Mycotaxon* 56: 13, 1995.

=*Sporidesmium leonense* M.B. Ellis, Mycol. Pap. 70: 28, 1958.

Conidióforos solitários (54-95 × 5-7 μm), retos ou flexuosos, simples, lisos, septados, castanhos, mais claros no ápice. Células conidiogênicas monoblásticas, integradas, terminais, determinadas, cilíndricas, afilando-se próximo ao ápice. Conídios acrógenos, solitários (48-73 × 14-19 μm, 3-5 μm de larg. na base), retos ou levemente flexuosos, obclavados, geralmente rostrados, ápices arredondados, base cônico-truncada, lisos, 7-8 septos, castanhos, com células basais e apicais mais claras.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre folíolo em decomposição de *Geonoma baculifera*, A. Hernández s.n. (MG 190703).

Distribuição: Brasil (GRANDI, 1999), Serra Leoa (ELLIS, 1971).

Comentários: este gênero, incluído no complexo *Sporidesmium* (SUBRAMANIAN, 1992), possui atualmente 37 espécies descritas (KIRK; COOPER 2011), com a espécie-tipo E. *coronata* (Fuckel) Subram. Esta espécie foi descrita do oeste da África por Ellis (1958), como S. *leonense* e transferida para o gênero *Ellisembia* por Mckenzie (1995), devido à presença de conídios pseudoseptados. A espécie já foi registrada sobre duas palmeiras: *Elaeis guineensis* Jacq. (ELLIS, 1958) e *Euterpe edulis* Mart. (GRANDI, 1999).

Kionochaeta ramifera (Matsush.) P. M. Kirk & B. Sutton, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 85(4): 715, 1985.

=*Chaetopsina ramifera* Matsush., Microfungi of the Solomon Islands and Papua-New Guinea (Osaka): 13, 1971.

Conidióforos setiformes (152-195 × 5-6 μm), subulados, lisos, septados, ápice estéril, com 4-5 ramos estéreis, laterais, inseridos abaixo da região mediana, castanho-escuros; ramos castanhos (35-65 × 3-4 μm). Região fértil situada imediatamente abaixo dos ramos estéreis, compreendendo um aparato conidiogênico, compactado, ramificado, hialino. Células conidiogênicas fialídicas, ampuliformes, com colaretes indistintos, hialinos. Conídios unicelulares, falciformes ou levemente curvos (6-8 × 1 μm), lisos, produzidos em mucilagem, hialinos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 17-VIII-2007, sobre folíolo em decomposição de *Geonoma baculifera*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190736).

Distribuição: Austrália, Brasil, Cuba, Malásia, Papua Nova-Guiné, Quênia, Rússia, Taiwan (MERCADO et al., 1997), Costa do Marfim, México (MERCADO; HEREDIA 1994), Itália (RAMBELLI, et al., 2004), Nova Caledônea (MOUCHACCA, 1990) e Venezuela (CASTAÑEDA et al., 2003b).

Comentários: o gênero K*ionochaeta* apresenta 12 espécies descritas atualmente (KIRK; COOPER, 2011), e apresenta como espécie-tipo K. *ramifera* (Matsush.) P.M. Kirk & B. Sutton. Este gênero foi estabelecido a partir da segregação de C*haetopsina*, e se caracteriza pelos conidióforos setiformes, com ou sem ramos laterais setiformes, pelas células conidiogênicas evidentes sobre ramos férteis compactados ou irregularmente arranjados (KIRK; SUTTON, 1985). Mercado et al. (1997) comentam que há uma grande variabilidade quanto ao número de ramos, entre 5 e 24 (em material cubano), e que isso é comum na espécie. Esta espécie já foi observada sobre folhedo de várias plantas e isolada, principalmente de áreas tropicais (MERCADO; HEREDIA, 1994).

Menisporopsis pirozynskii Varghese & V.G. Rao, B*ot*. N*otiser* 131: 215, 1978 (Figura 4a).

Setas solitárias (160-192,5 × 4-5 μm), eretas, simples, cilíndricas, lisas, castanho-escuras. Conidióforos sinemáticos (50-85 × 3-4 μm), firmemente compactados, ao redor da seta, castanhos. Células conidiogênicas fialídicas, integradas, terminais, lisas, castanho-claras. Conídios unicelulares, alantoides (14-18 × 2-3 μm), lisos, hialinos; com duas sétulas mais longas (4-10 μm), uma em cada extremidade, e duas sétulas mais curtas (3-6 μm e 2-4 μm), subterminais, sobre o lado convexo do conídio, próximos de cada extremidade, produzidos em mucilagem.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre pecíolo em decomposição de G*eonoma baculifera*, A. Hernández s.n. (MG 190702).

Distribuição: Brasil (GUSMÃO et al., 2001), Cuba (CASTAÑEDA et al., 1997), Malásia (MATSUSHIMA, 1996) e Nova Caledônea (MOUCHACCA, 1990).

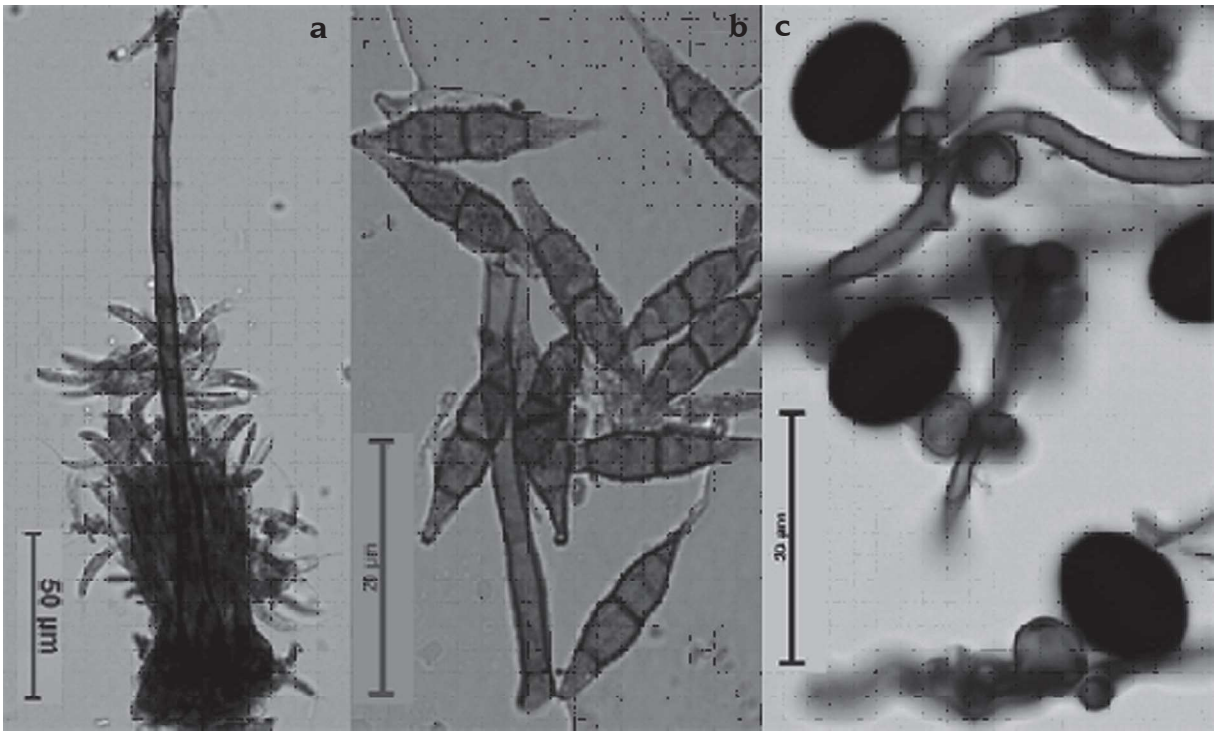


Figura 4a-c. a. Conidioma sinematoso e conídios de M*enisporopsis pirozynskii*; b. Conídios e conidióforos denticulados de N*akataea fusispora*; c. Detalhe das células conidiogênicas e conídios de N*igrospora sphaerica*.

Comentários: este gênero apresenta 11 espécies descritas (KIRK; COOPER, 2011), e tem como espécie-tipo M. *theobromae* Hughes. Castañeda et al. (2001) forneceram uma chave para oito espécies deste gênero. Castañeda et al. (1997), ao redescreverem a espécie, apontam que a diversidade, número, comprimento e arranjo dos apêndices são as principais características que a distingue das outras espécies de M*enisporopsis*.

Menisporopsis theobromae S. Hughes, M*ycol. Pap*. 48: 59, 1952.

Setas solitárias (170-420 × 5-7,5 μm), simples, eretas, subuladas, castanho-claras. Conidióforos sinemáticos (50-150 × 3-4 μm), compactados, em torno da seta, castanhos. Células conidiogênicas fialídicas, integradas, terminais, lisas, castanho-claras. Conídios unicelulares, alantoides (9-18 × 2 μm), lisos, hialinos; com uma sétula em cada extremidade (5-10 μm), produzidos em mucilagem.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 08-XII-2006, sobre folíolos em decomposição de B*actris acanthocarpa*, A. Hernández s.n. (MG 190698); sobre folíolos em decomposição de B*actris hirta*, 17-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190738); sobre folíolos em decomposição de G*eonoma baculifera*, 09-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190717); 17-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190736); sobre folíolos em decomposição de O*enocarpus distichus*, 08-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190692).

Distribuição: Brasil (GRANDI, 2004), Costa do Marfim (HUGHES, 1952), Cuba, Gana, Japão, Papua Nova-Guiné, Taiwan (ELLIS, 1971; MATSUSHIMA, 1980; MERCADO et al., 1997), Itália (RAMBELLI et al., 2004) e Venezuela (CASTAÑEDA et al., 2001).

Comentários: esta espécie é a mais comum do gênero e já foi isolada do folhedo de várias plantas, principalmente em áreas tropicais (HEREDIA, 1994).

Myrothecium setiramosum R. F. Castañeda, D*euteromycotina de Cuba*. H*yphomycetes* IV: 10, 1986.

Esporodóquios pulvinados, mucilaginosos, eretos, massas de conídios verde-escuros, brancos na margem. Setas estéreis (92-137,5 × 3-4 μm), eretas, retas, cilíndricas, lisas, septadas, politômicas no ápice, hialinas. Conidióforos eretos, ramificados, lisos, hialinos. Células conidiogênicas monofialídicas (11-13 × 1-1,5 μm), integradas, verticiladas, ampuliformes, hialinas. Conídios unicelulares, levemente elípticos (7-10 × 1-2 μm), lisos, hialinos ou ligeiramente oliváceos, produzidos em mucilagem, verdes.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 21-VIII-2007, sobre folíolo em decomposição de B*actris hirta*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190747).

Distribuição: Brasil (CASTAÑEDA et al., 2003a), Cuba (CASTAÑEDA, 1986), México (HEREDIA et al., 2006), Nigéria (CALDUCH et al., 2002).

Comentários: o gênero M*yrothecium* apresenta 65 espécies descritas (KIRK; COOPER, 2011) e tem como espécie-tipo M. *inundatum* Tode. A espécie isolada é similar a M. *dimorphum* T. S. Watan., pois ambas possuem setas politômicas ao redor do esporodóquio; contudo, as setas de M. *setiramosum* são estéreis e as de M. *dimorphum* são férteis e formam conídios globosos. Watanabe et al. (2003) elaboraram uma chave para nove espécies de M*yrothecium* que formam esporodóquios com hifas estéreis ou setas.

Nakataea fusispora (Matsush.) Matsush., I*con. Microfung. Matsush. Lec.* (K*obe*): 100, 1975 (Figura 4b).

=*Vakrabeeja fusispora* Matsush., Microfungi of the Solomon Islands and Papua-New Guinea (Osaka): 66, 1971.

Conidióforos solitários ou em grupos (34-70 × 3-4 μm), eretos, retos ou flexuosos, lisos, castanhos. Células conidiogênicas poliblásticas, integradas, terminais, denticuladas, com desenvolvimento simpodial, dentículos cilíndricos, castanho-claras. Conídios fusiformes (23-32 × 4-6 μm), 3-septos transversais, ápice alongado, base cônica geralmente com cicatriz escura, células medianas castanhas, verruculosas, células apicais com ou sem ornamentação, castanho-claras.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre folíolos em decomposição de *Geonoma baculifera*, A. Hernández s.n. (MG 190702).

Distribuição: Brasil (GRANDI, 2004), Cuba (CASTAÑEDA; KENDRICK, 1990), Equador, Japão, Peru (MATSUSHIMA, 1975, 1993), Itália (RAMBELLI et al., 2004), Venezuela (CASTAÑEDA et al., 2003b).

Comentários: este gênero apresenta cinco espécies atualmente, e tem como espécie-tipo N. *sigmoidea* (Cavara) Hara (KIRK; COOPER, 2011). Castañeda et al. (1996c) elaboraram uma chave para todas as espécies descritas de *Nakataea*. Esta espécie já foi isolada do folhedo de várias plantas em regiões australianas, orientais e neotropicais (HEREDIA et al., 1995).

Nigrospora sphaerica (Sacc.) E.W. Mason, *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 12: 158, 1927 (Figura 4c).

=*Trichosporum sphaericum* Sacc., Michelia 2(8): 579, 1882.

Conidióforos semi-macronematosos (3-6 μm de larg), ramificados, flexuosos, lisos, castanho-claros. Células conidiogênicas monoblásticas (7-10 μm de diâm), solitárias, ampuliformes, castanho-claras. Conídios acrógenos, (15-18 μm, principalmente 16-18, de diâm), unicelulares, solitários, esféricos, lisos, pretos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 17-VIII-2007, sobre folíolo em decomposição de *Bactris hirta*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190752).

Distribuição: cosmopolita (ELLIS, 1971).

Comentários: o gênero *Nigrospora* possui 15 espécies descritas (KIRK; COOPER, 2011), com a espécie-tipo N. *panici* Zimm. Esta espécie é comum no ambiente e já foi isolada de várias espécies de plantas (incluindo as cultivadas) e ocasionalmente do solo, sendo mais frequente nas regiões tropicais (DOMSCH; GAMS, 1980; ELLIS, 1971).

Solheimia costispora E. F. Morris, *Mycopath. Mycol. Appl.* 32: 181, 1967 (Figura 5a).

Conidiomas em sinema (200-830 × 20-38 μm), solitários, eretos, retos ou levemente flexuosos, castanhos; hifas sinemáticas, septadas, verrucosas, castanhas, 2-3 μm de larg. Células conidiogênicas fialídicas, cilíndricas, levemente clavadas, castanho-claras. Conídios unicelulares, naviculares (12-18 × 3-5 μm), pontiagudos no ápice, cônico-truncados na base, longitudinalmente estriados, oliváceos, produzidos em mucilagem.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre ráquis em decomposição de *Bactris hirta*, A. Hernández s.n. (MG 190706); 21-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190747).

Distribuição: Costa Rica (BILLS; POLISHOOK, 1994), Panamá (MORRIS, 1967), Tailândia (PINRUAN et al., 2007).

Comentários: este gênero apresenta apenas duas espécies: S. *kamatii* Varghese & V. G. Rao e S. *costispora* E. F. Morris, sua espécie-tipo. S. *costispora* se diferencia de S. *kamatii* por apresentar conidióforos menores, não ramificados e conídios maiores (até 17 μm comp.), enquanto o último possui conidióforos ramificados dicotomicamente e conídios menores (10-12 μm comp.). Bills et al., (1994) comentaram que este fungo pode ser localmente abundante no folhedo de florestas tropicais, em planícies do sul da América Central.

Sporidesmium macrurum (Sacc.) M. B. Ellis, *Mycol. Pap.* 70: 53, 1958.

=*Helminthosporium macrurum* Sacc. [as '*Helmisporium*'], Bull. Orto Bot. Napoli 6: 62, 1921.

Conidióforos solitários (95-180 × 4-5 μm), eretos, retos ou levemente flexuosos, simples, lisos, septados, com até duas proliferações sucessivas, castanhos. Células conidiogênicas monoblásticas, integradas, terminais, cilíndricas, afilando próximo ao ápice. Conídios solitários (37-67 × 8-11 μm, 3-4 μm de larg. na base), retos ou curvados, obclavados, rostrados, base cônico-truncada e protuberante, 3-4 septos, lisos ou verruculosos, células inferiores castanho-escuras, células superiores castanho-claras.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 23-VIII-2007, sobre folíolo em decomposição de *Astrocaryum gynacanthum*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190758).

Distribuição: Brasil, Ceilão, Ilhas Salomão, Índia, Java, Malásia, Papua Nova-Guiné, Serra Leoa (ELLIS, 1971).

Comentários: o gênero *Sporidesmium* apresenta mais de 150 espécies descritas, incluindo vários sinônimos (KIRK; COOPER, 2011) e tem como espécie-tipo S. *atrum* Link. Este gênero é complexo e foi desmembrado em seis outros gêneros (*Ellisembia*, *Penzigomyces*, *Polydesmus*, *Repetophragma*, *Sporidesmiella* e *Stanjehughesia*) por Subramanian (1992), numa tentativa de reavaliar o complexo *Sporidesmium*. Gutiérrez e Sutton (1997) descreveram mais dois gêneros (*Imimyces* e *Linkosia*) para acomodar espécies que não estavam de acordo com as características utilizadas na revisão de Subramanian (1992). Esta espécie, até o momento, parece restrita a regiões tropicais, sendo isolada, principalmente, de palmeiras (ELLIS, 1971).

Stachybotrys bisbyi (Sriniv.) G. L. Barron, *Mycologia* 56: 315, 1964.

=*Hyalostachybotrys bisbyi* Sriniv., J. Indian Bot. Soc. 37: 340, 1958.
=*Hyalostachybotrys sacchari* Sriniv., J. Indian Bot. Soc. 37: 341, 1958.
=*Stachybotrys aurantia* G.L. Barron, Can. J. Bot. 40: 258, 1962.
=*Stachybotrys sacchari* (Sriniv.) G.L. Barron, Mycologia 56(2): 315, 1964.

Conidióforos eretos (110-195 (-208) × 4-8 μm), retos ou levemente flexuosos, simples, lisos, septados, castanho-claros na base e hialinos no ápice. Células conidiogênicas fialídicas (10-19 × 3-5 μm), em verticilos de 4-5, subclavadas, hialinas. Conídios elipsoides (12-19 × 6-8 μm), bigutulados, lisos, hialinos; produzidos em mucilagem.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 09-XII-2006, 14-XII-2006, sobre folíolo em decomposição de *Bactris hirta*, A. Hernández s.n. (MG 190715); idem (MG 190706); idem 17-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190738).

Distribuição: África do Sul, Alasca, Alemanha, Canadá, Egito, Índia, Japão, Moçambique, Papua Nova-Guiné, (DOMSCH; GAMS, 1980), Brasil (MARQUES et al., 2007), Cuba (MERCADO et al., 1997) e Filipinas (WHITTON et al., 2001).

Comentários: este gênero possui 55 espécies descritas e aceitas, com a espécie-tipo S. *atra* Corda (PINRUAN et al., 2004; KIRK; COOPER, 2011). Este gênero é similar a M*emnoniella*, mas diferencia-se desta por apresentar os conídios formados em massas mucilaginosas, enquanto esta última forma conídios em longas cadeias. Pinruan et al. (2004) elaboraram uma chave para 52 espécies de S*tachybotrys*, incluindo também espécies de M*emnoniella*. S*tachybotrys bisbyi* tem sido frequentemente isolada do solo, tanto em regiões tropicais como temperadas e, em menor frequência, de folhas e ramos em decomposição de plantas (DOMSCH; GAMS, 1980; MERCADO-SIERRA et al., 1997).

Stachybotrys parvispora S. Hughes, M*ycol*. P*ap*., 48: 74, 1956.

Conidióforos eretos (75-238 × 3-6 μm), solitários, simples, retos, lisos, hialinos em quase toda sua extensão e oliváceos no ápice. Células conidiogênicas fialídicas (8-12 × 2,5-4 μm), em verticilos 4-6, obovoides a cilíndricas, hialinas a subhialinas. Conídios elipsoides (3-5 × 2-3 μm), lisos, castanho-escuros, produzidos em mucilagem.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 18-VIII-2007, sobre folíolos em decomposição de A*strocaryum gynacanthum*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190731); sobre folíolos em decomposição de B*actris hirta*, 14-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190710); 21-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190747); sobre folíolos em decomposição de G*eonoma baculifera*, 14-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190704).

Distribuição: Brasil (BARBOSA et al., 2009), China, Filipinas, (WHITTON et al., 2001), Congo, Cuba, Gana, Ilhas Seychelles, Japão, Malásia, Serra Leoa (ELLIS, 1971, MATSUSHIMA 1985, Mercado et al., 1997), Costa do Marfim (HUGHES, 1952), Costa Rica (BILLS; POLISHOOK, 1994), Itália (RAMBELLI et al., 2004).

Comentários: esta espécie possui ampla distribuição em regiões tropicais e temperadas, e já foi registrada sobre várias espécies de plantas, e isolada do solo (ELLIS, 1971; WHITTON et al., 2001).

Stachylidium bicolor Link M*ag*. G*es*. N*aturf*. F*r*. B*erlin* 3(1): 15, 1809; S. F. Gray, N*at*. A*rrangement* B*ritish* P*lants* p. 553, 1821 (Figura 5b).

Conidióforos solitários ou em pequenos fascículos, eretos [185-700(-850) × 4-8 μm], retos ou flexuosos, pouco ou não ramificados, verruculosos, com a parte inferior castanha e a parte superior castanho-clara, incluindo os ramos e fiálides. Células conidiogênicas fialídicas (9-21 × 2-4 μm), evidentes, cilíndricas ou elípticas, verrucosas, castanho-claras a sub-hialinas. Conídios elipsoides ou cilíndricos (4-6 × 1,5-2 μm), ápices arredondados, lisos, hialinos a oliva-claro.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 09-XII-2006, 14-XII-2006, sobre folíolo e ráquis em decomposição de B*actris hirta*, A. Hernández s.n. (MG 190711/190706); sobre folíolos em decomposição de O*enocarpus distichus*, 20-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190726).

Distribuição: Brasil (CRUZ; GUSMÃO, 2009b), Costa do Marfim (HUGHES, 1952), Cuba, Gana, Ilhas Salomão, Japão, Malásia, Nova Guiné, Nova Zelândia, Serra Leoa, Taiwan, Uganda, Zimbábue, (ELLIS, 1971, MATSUSHIMA, 1980, MERCADO et al., 1997), Itália (RAMBELLI et al., 2004) e Venezuela (CASTAÑEDA et al., 2003b).

Comentários: o gênero S*tachylidium* apresenta 32 espécies descritas (KIRK; COOPER, 2011) e tem como espécie-tipo S. *bicolor* Link. Esta espécie é muito comum no ambiente e já foi isolado do folhedo de várias espécies de plantas, possuindo ampla distribuição, principalmente em regiões tropicais.

Vermiculariopsiella immersa (Desm.) Bender, *Mycologia* 24 (4): 412, 1932.

=*Excipula immersa* Desm., Bull. Soc. Bot. Fr. 4: 911, 1857.
=*Dinemasporium immersum* (Desm.) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 10: 439, 1892
=*Vermiculariopsis immersa* (Desm.) Höhn., Ber. Dt. Bot. Ges. 36: 317, 1918.
=*Oramasia hirsuta* var. *hirsuta* Urries, An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles 14: 168, 1956.
=*Dinemasporium adeanum* Petrak, Bot. Jahrb. Syst. Beiblatt 62: 150, 1929.

Conidioma em esporodóquio, superficial, setoso, originando-se de um estroma basal, castanho, produzindo uma massa branca de conídios. Setas numerosas (170-380 × 5-9 μm), 13-14 por esporodóquio, eretas, retas a levemente curvadas, afilando em direção ao ápice, ápices agudos, lisos, septados, castanho-escuros. Conidióforos compactados, difíceis de serem individualizados e medidos, curtos, cilíndricos, castanho-claros. Células conidiogênicas fialídicas, arranjadas em colunas compactadas, lisas, hialinas, com um colarete estreito e recurvado. Conídios unicelulares (10-17 × 1-1,5 μm), gutulados, cilíndricos, ápice levemente curvado e pontiagudo, base com uma protuberância pontiaguda, lisos, hialinos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre folíolo em decomposição de *Geonoma baculifera*, A. Hernández s.n. (MG 190704).

Distribuição: Brasil (GUSMÃO et al., 2005a), Malásia (NAWAWI; KUTHUBUTHEEN, 1990).

Comentários: o gênero *Vermiculariopsiella* possui 15 espécies descritas (KIRK; COOPER, 2011), e apresenta *V. immersa* (Desm.) Bender como espécie-tipo. Marques et al. (2008b) apresentaram as espécies presentes na Serra da Jiboia (BA), incluindo uma chave de identificação. Esta espécie é a mais comumente isolada deste gênero e apresenta variações morfológicas quanto ao tamanho dos esporodóquios e setas, e seus conídios geralmente não septados, às vezes podem apresentar de 1-3 septos (NAWAWI; KUTHUBUTHEEN, 1990).

Virgatospora echinofibrosa Finley, *Mycologia* 59: 538, 1967.

=*Didymostilbe echinofibrosa* (Finley) Rossman, Stud. Mycol. 42: 56, 1999.

Conidiomas em sinema (75-325 × 27,5 μm), solitários, eretos, retos, subhialinos. Hifas sinemáticas septadas, ramificadas no ápice, verruculosas, subhialinas. Células conidiogênicas monofialídicas (14-15 × 2,5-3 μm), determinadas, cilíndricas a clavadas. Conídios elipsoides (33-46 × 10-15 μm), fusiformes, retos ou levemente curvados, com papilas em cada extremidade, 3-septos transversais, com finas estriações longitudinais, produzidos em massas mucilaginosas pretas.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre folíolo em decomposição de *Geonoma baculifera*, A. Hernández s.n. (MG 190703).

Distribuição: África do Sul, Belize, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Gabon, Indonésia, Malásia, Peru, Venezuela (HEREDIA et al., 1997; SEIFERT, 1990; GRANDI; GUSMÃO, 2001), Nova Guiné, Panamá e Serra Leoa (ELLIS, 1971).

Comentários: o gênero *Virgatospora* possui somente duas espécies descritas: *V. echinofibrosa* Finley sua espécie-tipo e *V. natarajensis* D'Souza, S.K. Singh & Bhat. Esta espécie diferencia-se de *V. natarajensis* por possuir conídios elipsoidais a limoniformes, papilados nas extremidades e com 3-septos, enquanto a última possui conídios fusiformes, sem septos e bem menores. *Virgatospora echinofibrosa* já foi isolada de várias plantas e parece ter sua distribuição restrita a regiões tropicais (GRANDI; GUSMÃO, 2001).

Volutella minima Höhn., Sber. Akad. Wiss. Wien, *Math. Naturw. Kl., Abt.* I 118: 1543, 1909.

Conidioma em sinema (80-150 × 20-65 μm. larg. na base e 67-100 μm larg. no ápice). Setas eretas (150-330 × 3-8 μm), ligeiramente recurvadas, simples, verrucosas, septadas, pontiagudas no ápice, circundando o conidioma, refringentes, hialinas. Conidióforos e células conidiogênicas densamente unidos, difíceis de serem individualizados e medidos. Conídios unicelulares, cilíndricos (4-8 × 1 μm), com extremidades arredondadas, lisos, hialinos, agrupados em mucilagem.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 17-VIII-2007, sobre folíolos em decomposição de *Bactris hirta*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190752); sobre folíolos em decomposição de *Oenocarpus distichus*, 20-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190726).

Distribuição: Brasil (PFFENING, 1997), Costa Rica (BILLS; POLISHOOK, 1994), Porto Rico (POLISHOOK et al., 1996).

Comentários: este gênero apresenta, até o momento, 138 espécies registradas (KIRK; COOPER, 2011), com a espécie-tipo *V. ciliata* (Alb. & Schwein.) Fr. As setas deste material apresentaram-se desde lisas até rugosas, sendo que esta última característica não está descrita para *V. minima*, podendo ser resultante de alguma variação no ambiente; contudo, seria necessária uma análise criteriosa deste táxon para chegar a conclusões definitivas.

Zygosporium echinosporum Bunting & E. W. Mason, *Mycol. Pap.* 5: 135, 1941.

Conidióforos setiformes [55-175(-187,5) × 2-4 μm], eretos, retos ou curvados, simples ou ramificados, lisos, septados, castanho-claros; quando ramificados terminam em uma célula apical esférica (4-6 μm de diâm.); células do estipe (10-23 × 2-4 μm) mais ou menos cilíndricas; vesículas unicelulares (9-12 × 4-7 μm), mais ou menos piriformes ou obovoides, determinadas, evidentes, lisas, castanho-escuras. Células conidiogênicas cilíndricas a obclavadas, com ápice arredondado, discretas, em grupos de 3 na porção apical da vesícula, hialinas. Conídios unicelulares (5-8 μm diâm.), esféricos, solitários, verruculosos, hialinos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 24-VIII-2007, sobre folíolos em decomposição de *Astrocaryum gynacanthum*, J.S. Monteiro s.n. (MG 190742); sobre folíolos em decomposição de *Bactris hirta*, 14-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190706); sobre folíolos em decomposição de *Geonoma baculifera*, 09-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190717); sobre folíolos em decomposição de *Oenocarpus distichus*, 22-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190744).

Distribuição: Brasil (GUSMÃO et al., 2001), Costa do Marfim (HUGHES, 1952), China (YANNA et al., 2001), Gana, Nigéria, Serra Leoa, Trinidad (ELLIS, 1971), Filipinas (WHITTON et al., 2003), Itália (RAMBELLI et al., 2004), México (HEREDIA et al. 2006), Peru (MATSUSHIMA, 1993), Reino Unido (KIRK, 1983) e Taiwan (MATSUSHIMA, 1980).

Comentários: o gênero *Zygosporium* apresenta 23 espécies descritas atualmente (KIRK; COOPER, 2011), e tem como espécie-tipo *Z. oscheoides* Mont. Whitton et al. (2003) revisaram este gênero e elaboraram uma chave para 15 espécies aceitas. Esta espécie é uma das mais comumente isoladas e apresenta ampla distribuição, incluindo regiões tropicais e temperadas (WHITTON et al., 2003).

Zygosporium gibbum (Sacc., M. Rousseau & E. Bommer) S. Hughes, *Can. J. Bot.* 36: 825, 1958.

=*Clasterosporium gibbum* Sacc., M. Rousseau & E. Bommer, in Saccardo, Atti Inst. Veneto Sci. lett., ed Arti, Série 6 2: 455, 1884.

=*Pimina parasitica* Grove, J. Bot., London 26: 206, 1888.
=*Urophiala parasitica* (Grove) A.L. Sm., Trans. Br. Mycol. Soc. 6: 296, 1920.
=*Zygosporium parasiticum* (Grove) Bunting & E.W. Mason, Mycol. Pap. 5: 137, 1941.

Conidióforos ausentes. Vesículas produzidas diretamente do micélio superficial (10-17 × 7-9 μm), unicelulares, mais ou menos piriformes ou obovoides, determinadas, evidentes, lisas, castanho-escuras; com apêndices apicais cilíndricos (4-5 × 3-4 μm); sustentadas por 1-2 células suportes curtas (4-10 × 4-3 μm), em forma de barril, castanhos. Células conidiogênicas piriformes a ovoides, geralmente curvadas, em grupos de 2-3 na porção apical da vesícula, hialinas. Conídios não observados.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 14-XII-2006, sobre folíolos em decomposição de *Geonoma baculifera*, A. Hernández s.n. (MG 190702).

Distribuição: Brasil (SILVA; MINTER, 1995), China, Costa Rica, Gana, Ilhas Salomão, Índia, Paquistão, Serra Leoa (ELLIS, 1971), Costa do Marfim (HUGHES, 1952), Itália (RAMBELLI et al., 2004), Reino Unido (KIRK, 1981), U.S.A. (SUTTON, 1978) e Vietnã (WHITTON et al., 2003).

Comentários: esta espécie é similar a Z. *mycophilum* (Vuill.) Sacc, mas diferencia-se desta por apresentar vesículas, células suportes e apêndices apicais maiores. Possui ampla distribuição em regiões tropicais e temperadas (WHITTON et al., 2003).

Zygosporium oscheoides Mont., *Ann. Sci. Nat. Sér.* 2, 77: 121, 1842 (Figura 5c).

=*Cladotrichum passiflorae* Pim, Gardener's Chronicle 24: 724, 1885.
=*Zygosporium paraense* Vincens, Bull. Soc. Pathol. Veg. Fr. 2: 19, 1915.
=*Zygosporium blighiae* Gonz. Frag. & Cif., Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. 27: 332, 1927.

Conidióforos subulados (27-52 × 2-4 μm), sustentando uma única vesícula lateralmente sobre uma célula suporte acima da base, castanho-claros; parte superior estéril, terminando em uma célula apical clavada. Vesículas mais ou menos piriformes ou obovoides (9-13 × 5-7 μm), determinadas, lisas, castanho-escuras. Células conidiogênicas piriformes a ovoides, geralmente curvadas, duas por vesícula, hialinas. Conídios unicelulares (7-12 × 4-7 μm), elipsoides, lisos, hialinos ou sub-hialinos.

Material examinado: BRASIL. Pará: Portel, Floresta Nacional de Caxiuanã, 08-XII-2006, sobre folíolos em decomposição de *Bactris acanthocarpa*, A. Hernández s.n. (MG 190693); sobre folíolos em decomposição de *Bactris hirta*, 14-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190700); sobre folíolos em decomposição de *Geonoma baculifera*, 09-XII-2006, A. Hernández s.n. (MG 190718); sobre folíolos em decomposição de *Oenocarpus distichus*, 22-VIII-2007, J.S. Monteiro s.n. (MG 190744).

Distribuição: Brasil, Ceilão, Congo, Cuba, Gana, Índia, Jamaica, Nova Guiné, Serra Leoa, Seychelles, Sri Lanka, Tanzânia, Uganda, U.S.A., Venezuela (ELLIS, 1971), China (YANNA et al., 2001), Costa do Marfim (HUGHES, 1952), Itália (RAMBELLI et al., 2004), México (HEREDIA et al., 2006), Panamá (GOOS; PIROZYNSKI, 1975), Peru (MATSUSHIMA, 1993), Samoa, Vietnã (WHITTON et al., 2003) e Taiwan (MATSUSHIMA, 1980).

Comentários: esta é a espécie mais comum do gênero, e está amplamente distribuída em áreas tropicais e subtropicais, colonizando uma grande variedade de substratos vegetais (WHITTON et al., 2003).

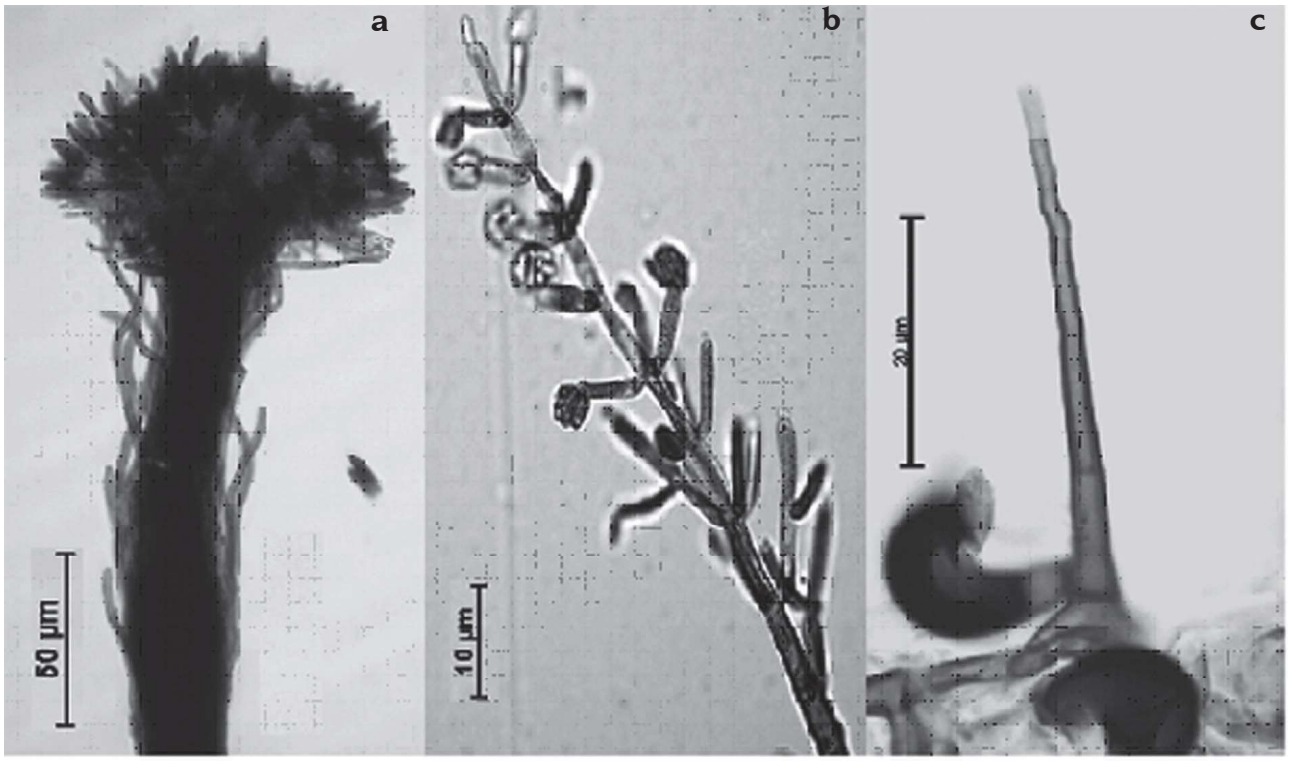


Figura 5a-c. a. Visão geral do sinêmio e conídios de *Solheimia costispora*; b. Conidióforos e conídios agrupados em mucilagem de *Stachylidium bicolor*; c. Conidióforo de *Zygosporium oscheoides*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as regiões tropicais, qualquer esforço que se faça para inventariar os fungos, em especial os conidiais, mesmo de pequenas áreas, constitui-se em obtenção de dados importantes para a ciência.

A Flona Caxiuanã apresenta uma alta diversidade de fungos conidiais associados às palmeiras. Estas plantas apresentaram muitos táxons raros de fungos e outros pouco frequentes, sugerindo que em ambientes de terra firme existem microambientes que podem condicionar micotas diversas e, consequentemente, uma diversidade significativa que precisa ser conhecida.

Como essa reserva tem inúmeras plantas, pode-se inferir a quantidade enorme de fungos conidiais que ainda precisam ser conhecidos, associados, tanto a plantas vivas como ao folhedo, galhos ou qualquer outra parte vegetal em decomposição. As pesquisas sobre diversidade auxiliam e completam outros dados sobre as espécies, como distribuição geográfica, morfologia, ecologia e outros.

O presente estudo é mais uma contribuição ao conhecimento da diversidade de fungos conidiais na Flona Caxiuanã, e evidencia a necessidade de outras pesquisas, a fim de ampliar o conhecimento sobre os fungos conidiais na Amazônia brasileira.

AGRADECIMETOS

Os autores agradecem ao CNPq/PNOPG e ao MCTI/PPBio, pelo financiamento parcial deste trabalho; ao MPEG, Coordenação de Botânica, pelo apoio logístico e infraestrutura oferecida; ao Laboratório de Micologia da UFPA, pelo apoio na preparação das fotos; aos técnicos, assim como aos auxiliares, que participaram de algumas das etapas de campo.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, F. R.; MAIA, L. C.; GUSMÃO, L. F. P. Novos registros de Hyphomycetes decompositores para o estado da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 23, n. 2, p. 323-329, 2009.

BATISTA, A. C.; CAVALCANTI, W. A. Novos Hyphomycetes de micélio hifopodiforme. **Portugalia Acta Biológica**, v. 7, p. 347-360, 1964.

BILLS, G. F. Analyses of microfungal diversity from a user's perspective. **Canadian Journal of Botany**, v. 73, p. S33-S41, 1995. Supl. 1.

BILLS, G. F.; POLISHOOK, J. D. Abundance and diversity of microfungi in leaf litter of a lowland rain forest in Costa Rica. **Mycologia**, v. 86, n. 2, p. 187-198, 1994.

BILLS, G. F.; ROSSMAN, A. Y.; POLISHOOK, J. D. Rediscovery of *Albosynnema elegans* and *Solheimia costaspora*. **Sydowia**, v. 46, n. 1, p. 1-11, 1994.

CALDUCH, M.; GENÉ, J.; MERCADO SIERRA, A.; CASTAÑEDA-RUIZ, R. F. Hyphomycetes from Nigerian rain forests. **Mycologia**, v. 94, p. 127-135, 2002.

CANNON, P. F. Strategies for rapid assessment of fungal diversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 6, p. 669-680, 1997.

CANNON, P. F.; SUTTON, B. C. Microfungi on wood and plant debris. In: MUELLER, G. M.; BILLS, G. F.; FOSTER, M. S. (Eds.). **Biodiversity of fungi**: inventory and monitoring methods. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004. p. 218-239.

CAPELARI, M.; GRANDI, R. A. P.; GUGLIOTTA, A.; PIREZ-ZOTTARELLI, C. L. A.; SCHOENLEINCRUSIUS, I. H. Fungos: diversidade. In: LOPES, M. I. M. S.; KIRIZAWA, M.; MELO, M. M. R. F. (Orgs.). **Patrimônio da Reseva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2009. p. 213-228.

CASTAÑEDA, R. F. **Deuteromycotina de Cuba**. Hyphomycetes IV. Habana: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt", 986. p. 10-11.

CASTAÑEDA, R. F.; KENDRICK, B. **Conidial fungi from Cuba I**, 1990. p. 1-53.

CASTAÑEDA, R. F; CANO, J.; GUARRO, J. Notes on conidial fungi VII. Two new species of *Beltraniella* from Cuba. **Mycotaxon**, v. 68, p. 243-251, 1996a.

CASTAÑEDA, R. F; GUARRO, J.; CANO, J. Notes on conidial fungi X. A new species of *Ceratosporella* and some new combinations. **Mycotaxon**, v. 60, p. 275-281, 1996b.

CASTAÑEDA, R. F; SAIKAWA, M.; HENNEBERT, G. L. Some new conidial fungi from Cuba. **Mycotaxon,** v. 59, p. 453-460, 1996c.

CASTAÑEDA, R. F; CANO, J.; GUARRO, J. Notes on conidial fungi VI. *Menisporopsis*. **Mycotaxon**, v. 64, p. 335-342, 1997.

CASTAÑEDA, R. F.; ITURRIAGA, T.; SAIKAWA, M.; CANO, J.; GUARRO, J. The genus *Menisporopsis* in Venezuela with the addition of M. *anisospora* anam. sp. nov. from palm tree. **Cryptogamie Mycologie**, v. 22, n. 4, p. 259-263, 2001.

CASTAÑEDA, R. F.; GUARRO, J.; VELÁZQUEZ-NOA, S.; GENÉ, J. A new species of *Minimelanolocus* and some Hyphomycete records from rain forests in Brazil. **Mycotaxon**, v. 85, p. 231-239, 2003a.

CASTAÑEDA, R. F.; ITURRIAGA, T.; MINTER, D. W.; SAIKAWA, M.; VIDAL, G.; VELÁZQUEZ-NOA, S. Microfungi from Venezuela. A new species of *Brachydesmiella*, a new combination, and new records. **Mycotaxon**, v. 85, p. 211-219, 2003b.

CASTAÑEDA, R. F.; GUSMÃO, L. F. P.; GUARRO, J.; STCHIGEL, A. M.; STADLER, M.; SAIKAWA, M.; FERREIRA, S. M. L. Two new anamorphic fungi from Brazil: *Dictyochaetopsis polysetosa* and *Myrothecium compactum*. **Mycotaxon**, v. 103, p. 1-8, 2008.

CRUZ, A. C. R.; GUSMÃO, L. F. P. Fungos conidiais na Caatinga: espécies associadas ao folhedo. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 999-1012, 2009a.

CRUZ, A. C. R.; GUSMÃO, L. F. P. Fungos conidiais na Caatinga: espécies lignícolas. **Acta Botanica Brasilica,** v. 23, n. 4, p. 1133-1144, 2009b.

CRUZ, A. C. R.; MARQUES, M. F. O.; GUSMÃO, L. F. P. Fungos anamórficos (Hyphomycetes) da Chapada Diamantina: novos registros para o Estado da Bahia e Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 21, n. 4, p. 847-855, 2007.

DEIGHTON, F. C. African fungi. I. **Mycological Papers**, v. 78, p. 1-43, 1960.

DELGADO, G.; MENA-PORTALES, J.; GENÉ, J.; GUARRO, J. New species of C*ryptophialoidea* and H*ughesinia* (hyphomycetes, anamorphic fungi) from Cuba. **Fungal Diversity**, v. 20, p. 31-38, 2005.

DIANESE, J. C.; MEDEIROS, R. B.; SANTOS, L. T. P. Biodiversity of microfungi found on native plants of the brazilian cerrado. In: HYDE, K. D. (Ed.). **Biodiversity of Tropical Microfungi**. Hong Kong: Hong Kong University Press, 1997. p. 367-417.

DOMSCH, K. H.; GAMS, W. **Compendium of soil fungi**. London: Academic Press, 1980. v. 1. p. 1-860.

DULYMAMODE, R.; CANNON, P. F.; PEERALLY, A. Fungi on endemic plants of M*auritius*. **Mycological Research**, v. 105, n. 2, p. 1472-1479, 2001.

ELLIS, M. B. C*lasterosporium* and some allied dematiaceae- phragmosporae. 1. **Mycological Papers**, v. 70, p. 1-89, 1958.

ELLIS, M. B. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Kew: Commonwealty Mycological Institute, 1971. p. 1-608.

ELLIS, M. B. **More Dematiaceous Hyphomycetes**. Kew: Commonwealty Mycological Institute, 1976. p. 1-507.

FRÖHLICH, J.; HYDE, K. D. Biodiversity of palm fungi in the tropics: are global fungal diversity estimates realistic? **Biodiversity and Conservation**, v. 8, p. 977-1004, 1999.

GAMUNDI, I. J.; ARAMBARRI, A. M.; GIAIOTTI, A. L. Microflora de la hojarasca de N*othofagus dombeyi*. **Darwiniana**, v. 21, p. 81-114, 1977.

GOH, T.; HYDE, K. D. C*ryptophiale multiseptata*, sp. nov. from submerged wood in Australia, and keys to the genus. **Mycological Research**, v. 100, n. 8, p. 999-1004, 1996.

GOOS, R. D.; PIROZYNSKI, K. A. Fungi of Barro Colorado Island: new and interesting Hyphomycetes. **Canadian Journal of Botany**, v. 53, p. 2927-2932, 1975.

GRANDI, R. A. P. Hifomicetos decompositores do folhedo de E*uterpe edulis* Mart. **Hoehnea**, v. 26, n. 1, p. 87-101, 1999.

GRANDI, R. A. P. Anamorfos da serapilheira nos Vales dos Rios Moji e Pilões, município de Cubatão, São Paulo, Brasil. **Hoehnea** v. 31, n. 3, p. 225-238, 2004.

GRANDI, R. A. P.; ATTILI, D. S. Hyphomycetes on A*lchornea triplinervia* (Spreng.) Müell. Arg. leaf litter from the ecological reserve Juréia-Itatins, state of São Paulo, Brazil. **Mycotaxon**, v. 60, p. 373-386, 1996.

GRANDI, R. A. P.; GUSMÃO, L. F. P. Range extension of the mitosporic fungus V*irgatospora echinofibrosa* (Hyphomycetes) to Brasil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 49, n. 3-4, p. 1269, 2001.

GUSMÃO, L. F. P.; GRANDI, R. A. P. Espécies do grupo B*eltrania* (Hyphomycetes) associadas a folhas de C*edrela fissilis* Vell. (Meliaceae), em Maringá, PR, Brasil. **Hoehnea**, v. 23, n. 1, p. 91-102, 1996.

GUSMÃO, L. F. P.; GRANDI, R. A. P.; MILANEZ, A. I. Hyphomycetes from leaf litter of M*iconia cabussu* in the Brazilian Atlantic rain forest. **Mycotaxon**, v. 79, p. 201-213, 2001.

GUSMÃO, L. F. P.; CRUZ, A. C. R.; GOÉS-NETO, A. Fungos. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; JUNCÁ, F. A.; FUNCH, L.; ROCHA, W. (Eds.). **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina**. Brasília: MMA, 2005a. p. 227-240.

GUSMÃO, L. F. P.; BARBOSA, F. R.; CRUZ, A. C. R. Espécies de C*urvularia* (Fungos Anamórficos- Hyphomycetes) no Semi-árido do Estado da Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v. 5, n. 1, p. 12-16, 2005b.

GUSMÃO, L. F. P.; BARBOSA, F. R.; BARBOSA, F. F. Fungos Conidiais. In: GUSMÃO, L. F. P.; MAIA, L.C. (Eds.). **Diversidade e caracterização dos fungos do semi-árido brasileiro**. Recife: Associação Plantas do Nordeste/MCT, 2006. p. 161-201.

GUSMÃO, L. F. P. Fungos Anamórficos. In: FORZZA, R. C. (Org.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 1. p. 113-140.

GUTIÉRREZ, A. H.; PORTALES, J. M. D*ictyochaeta minutissima* sp. nov. on C*occothrinax miraguama* from Cuba. **Mycological Research**, v. 100, n. 6, p. 687-688, 1996.

GUTIÉRREZ, A. H.; SUTTON, B. C. I*mimyces* and L*inkosia*, two new genera segregated from S*poridesmium sensu lato*, and redescription of P*olydesmus*. **Mycological Research**, v. 101, n. 2, p. 201-209, 1997.

GUTIÉRREZ, A. H.; MONTEIRO, J. S.; SOTÃO, H. M. P. Hifomicetos (fungos anamorfos) associados a palmeiras na Floresta Nacional de Caxiuanã, PA, Brasil. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã:** desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 397-405.

HAWKSWORTH, D. L. The lichenicolous Hyphomycetes. **Bulletin of the British Museum Natural History Botany**, v. 6, n. 3, p. 183-300, 1979.

HAWKSWORTH, D. L. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. **Mycological Research**, v. 95, p. 641-645, 1991.

HAWKSWORTH, D. L. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. **Mycological Research**, v. 105, n. 12, p. 1422-1432, 2001.

HAWKSWORTH, D. L.; MINTER, D. W.; KINSEY, G. C.; CANNON, P. F. Inventorying a tropical fungal biota: intensive and extensive approaches. In: JANARDHANAN, K. K.; RAJENDRAN, C.; NATARAJAN, K.; HAWKSWORTH, D. L. (Eds.). **Tropical Micology**. New Hampshire: Science Publishers, 1997. p. 29-50.

HEREDIA, G. Hifomicetes dematiaceos en bosque mesofilo de Montaña, registros nuevos para México. **Acta Botánica Mexicana**, v. 27, p. 15-32, 1994.

HEREDIA, G.; MERCADO-SIERRA, A.; PORTALES, J. M. Conidial fungi from leaf litter in a mesophilic cloud forest of Veracruz, México. **Mycotaxon**, v. 55, p. 473-490, 1995.

HEREDIA, G. H.; PORTALES, J. M.; SIERRA, A. M.; ESTEBANEZ, M. R. Tropical Hiphomycetes of Mexico. II Some species from the Tropical Biology Station "Los Tuxtlas", Veracruz, Mexico. **Mycotaxon**, v. 64, p. 203-223, 1997.

HEREDIA, G.; CASTAÑEDA, R.; HERNÁNDEZ, C. I. B.; MOTA, R. M. A. Contribución al conocimiento de los hongos anamorfos saprobios del Estado de Tabasco I. **Revista Mexicana de Micologia**, v. 23, p. 53-62, 2006.

HEREDIA, G.; ARIAS, R. M.; REYES, M.; CASTAÑEDA-RUIZ, R. New anamorph fungi with rhombic conidia from Mexican tropical forest litter. **Fungal diversity**, v. 11, p. 99-107, 2002.

HUGHES, S. J. Fungi from the Gold Coast I. **Mycological Papers**, v. 48, p. 1-91, 1952.

HYDE, K. D.; GOH, T. K. Fungi on submerged wood in a small stream on Mt Lewis, North Queensland, Australia. **Muelleria**, v. 10, p. 145-157, 1997.

HYDE, K. D.; ALIAS, S. A. Biodiversity and distribution of fungi associated with decomposing N*ypa fruticans*. **Biodiversity and Conservation**, v. 9, p. 393-402, 2000.

HYDE, K. D.; BUSSABAN, B.; PAULUS, B.; CROUS, P. W.; LEE, S.; MCKENZIE, E. H. C.; PHOTITA, W.; LUMYONG, S. Diversity of saprobic microfungi. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 1, p. 7-35, 2007.

HYDE, K. D.; MCKENZIE, E. H. C.; KOKO, T. W. Towards incorporating anamorphic fungi in a natural classification – checklist and notes for 2010. **Mycosphere**, v. 2, n. 1, p. 1-88, 2011.

KATZ, B. Preliminary results of leaf litter-decomposing microfungi survey. **Acta Amazonica**, v. 11, n. 2, p. 410-411, 1981.

KIRK, P. M. New or interesting microfungi III. A preliminary account of microfungi colonizing L*aurus nobilis* leaf litter. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 77, n. 3, p. 457-473. 1981.

KIRK, P. M. New or interesting microfungi X. Hyphomycetes on L*aurus nobilis* leaf litter. **Mycotaxon**, v. 18, p. 259-298, 1983.

KIRK, P. M.; SUTTON, B. C. A reassessment of the anamorph genus C*haetopsina* (Hyphomycetes). **Transactions of the British Mycological Society**, v. 85, n. 4, p. 709-718, 1985.

KIRK, P. M.; COOPER, J. 2011. Index Fungorum. Cabi Biosciences Databases. Disponível em: <http://www.indexfungorum.org>. Acesso em: 18 mar. 2011.

KUTHUBUTHEEN, A. J.; NAWAWI, A. D*ictyochaeta guadalcanalensis* comb. nov. and several new records of the genus in Malaysia. **Mycological Research**, v. 95, n. 10, p. 1220-1223, 1991.

KUTHUBUTHEEN, A. J.; NAWAWI, A. C*ryptophialoidea fasciculata* sp. nov. and C. *manifesta* com. nov. from Malaysia. **Mycological Research**, v. 98, n. 6, p. 686-688, 1994.

LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 1-671.

LISBOA, P. L. B.; FERRAZ, M. G. **Estação Científica Ferreira Penna**: ciência e desenvolvimento sustentável na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1999. p. 1-151.

MAIA, L. C. Diversidade de fungos e liquens e sucessão fúngica na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; PÔRTO, K. C. (Orgs.). **Reserva Ecológica de Dois Irmãos**: estudos em um remanescente de mata atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil). Recife: SECTMA; Ed.UFPE, 1998. p. 85-113.

MANOHARACHARY, C.; SRIDHAR, K.; SINGH, R.; ADHOLEYA, A. ; SURYANARAYANAN, T. S.; RAWAT, S.; JOHRI, B. N. Fungal biodiversity: distribution, conservation and prospecting of fungi from India. **Current Science,** v. 89, n. 1, p. 58-71, 2005.

MARQUES, M. F. O.; MORAES JÚNIOR, V. O.; SANTOS, S. M. L.; GUSMÃO, L. F. P.; MAIA, L. C. Fungos conidiais lignícolas em um fragmento de Mata Atlântica, Serra da Jibóia, BA. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1186-1188, 2007.

MARQUES, M. F. O.; CRUZ, A. C. R.; BARBOSA, F. F.; GUSMÃO, L. F. P. C*ryptophiale* and C*ryptophialoidea* (Conidial fungi) from Brazil and Keys to the genera. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 2, p. 339-344, 2008a.

MARQUES, M.F.O.; GUSMÃO, L. F. P.; MAIA, L. C. Espécies de *Vermiculariopsiella* (Hyphomycetes) associadas a substratos vegetais em fragmento de Mata Atlântica, Serra da Jibóia, Estado da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 4, p. 659-665, 2008b.

MATSUSHIMA, T. **Icones Microfungorum a Matsushima Lectorum**. Kobe: T. Matsushima, 1975.

MATSUSHIMA, T. **Saprophytic microfungi from Taiwan.** Kobe: T. Matsushima, 1980. (Matsushima Mycological Memories, n. 1).

MATSUSHIMA, T. **Matsushima Mycological Memories, n. 3.** Kobe: T. Matsushima, 1983.

MATSUSHIMA, T. **Matsushima Mycological Memories, n. 4**. Kobe: T. Matsushima, 1985.

MATSUSHIMA, T. **Matsushima Mycological Memories, n. 6**. Kobe: T. Matsushima, 1989.

MATSUSHIMA, T. **Matsushima Mycological Memories, n. 7**. Kobe: T. Matsushima, 1993.

MATSUSHIMA, T. **Matsushima Mycological Memories, n. 8**. Kobe: T. Matsushima, 1995.

MATSUSHIMA, T. **Matsushima Mycological Memories, n.9**. Kobe: T. Matsushima, 1996.

MCKENZIE, E. H. C. Dematiaceous Hyphomycetes on Pandanaceae. S*poridesmium* sensu lato. **Mycotaxon**, v. 56, p. 9-29, 1995.

MERCADO-SIERRA, A.; HEREDIA, G. Hyphomycetes asociados a restos vegetales en el estado de Veracruz, México. **Revista Mexicana de Micologia**, v. 10, p. 33-48, 1994.

MERCADO-SIERRA, A.; HOLUBOVÁ-JECHOVÁ, V.; MENA-PORTALES, J. **Hifomicetes Demaciáceos de Cuba Enteroblásticos**. Monografie XXIII. Torino: Museo Regionale di Scienze Naturali, 1997. p. 1-388.

MONTEIRO, J. S.; GUTIÉRREZ, A. H.; SOTÃO, H. M. P. Fungos anamorfos (hyphomycetes) da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil: novos registros para o Neotrópico. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 871-876, 2010.

MORELET, M. B*eltrania* Penzig.: B. *magnoliae* sp. nov., avec clé d'identification des espéces. **Cryptogamie Mycologiae**, v. 22, n. 1, p. 29-33, 2001.

MORRIS, E. F. Studies on the synnematous fungi imperfect II. **Mycopathologia**, v. 33, p. 179-185, 1967.

MOUCHACCA, J. Champignons de Nouvelle-Calédonie II. Quelques dématiées interessantes de litiére forestiére. **Nova Hedwigia**, v. 51, p. 459-468, 1990.

MULAS, B.; PASQUALETTI, M.; RAMBELLI, A. Influence of the substratum on the morphology of E*ndophragmiella boewei* and B*eltrania rhombica*. **Flora Mediterranea**, v. 3, p. 233-238, 1993.

NAWAWI, A.; KUTHUBUTHEEN, A. J. New species and combinations in *Vermiculariopsiella* (Hyphomycetes). **Mycotaxon,** v. 37, p. 173-182, 1990.

PAULUS, B.; GADEK, P.; HYDE, K. D. Estimation of microfungal diversity in tropical rainforest leaf litter using particle filtration: the effects of leaf storage and surface treatment. **Mycological Research**, v. 107, n. 6, p. 748-756, 2003.

PFENNING, L. H. Soil and rhizosphere microfungi from Brazilian tropical forest ecosystems. In: HYDE, K. D. (Org.). **Diversity of tropical microfungi**. Hong Kong: University Press, 1997. p. 337-362.

PINNOI, A; LUMYONG, S.; HYDE, K. D.; JONES, E. B. G. Biodiversity of fungi on the palm E*leiodoxa conferta* in Sirindhorn peat swamp forest, Narathiwat, Thailand. **Fungal Diversity**, v. 22, p. 205-218, 2006.

PINRUAN, U.; MCKENZIE, E. H. C.; JONES, E. B. G.; HYDE, K. D. Two new species of S*tachybotrys*, and key to the genus. **Fungal Diversity**, v. 17, p. 145-15, 2004.

PINRUAN, U.; HYDE, K. D.; LUMYONG, S.; McKENZIE, E. H. C.; JONES, E. B. G. Occurrence of fungi on tissues of the peat swamp palm L*icuala longicalycata*. **Fungal Diversity**, v. 25, p.157-173, 2007.

PIROZYNSKI, K. A. C*ircinotrichum* and G*yrothrix*. **Mycological Papers**, v. 84, p. 1-28, 1962.

PIROZYNSKI, K. A. C*ryptophiale*, a new genus of Hyphomycetes. **Canadian Journal of Botany**, v. 46, p. 1124-1126, 1968.

PIROZYNSKI, K. A.; PATIL, S. D. Some setose Hyphomycetes of leaf litter in south India. **Canadian Journal of Botany**, v. 48, p. 567-581, 1970.

POLISHOOK, J. D.; BILLS, G. F.; LODGE, D. J. Microfungi from decaying leaves of two rain forest trees in Puerto Rico. **Journal of Industrial Microbiology**, v. 17, p. 284-294, 1996.

RAMBELLI, A.; MULAS, B.; PASQUALETTI, M. Comparative studies of microfungi in tropical ecosystems in Ivory Coast forest litter: behaviour on different substrata. **Mycological Research**, v. 108, n. 3, p. 325-336, 2004.

SEIFERT, K. A. A monograph of S*tilbella* and some allied Hyphomycetes. **Studies in Mycology**, v. 27, p. 1-235, 1985.

SEIFERT, K. A. Synnematous Hyphomycetes. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 59, p. 109-154, 1990.

SHIROUZU, T.; HIROSE, D.; TOKUMASU, S.; TO-ANUN, C.; MAEKAWA, N. Host affinity and phylogenetic position of a new anamorphic fungus B*eltraniella botryospora* from living and fallen leaves of evergreen oaks. **Fungal Diversity**, v. 43, n. 1, 85-92, 2010.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H.; MILANEZ, A. I.; TRUFEM, S. F. B.; PIREZ-ZOTTARELLI, C. L. A.; GRANDI, R. A. P.; SANTOS, M. L.; GIUSTRA, K. C. Microscopic fungi in the Atlantic rainforest in Cubatão, São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology,** vol. 37, n. 3, p. 267-275, 2006.

SILVA, M.; MINTER, D. W. **Fungi from Brazil**. Wallingford: CAB International, 1995. p. 1-585.

SUBRAMANIAN, C. V. A reassessment of S*poridesmium* (Hyphomycetes) and some related taxa. **Proceedings of the Indian National Science Academy**, v. 58, n. 4, p. 179-190, 1992.

SUTTON, B. C. New and interesting Hyphomycetes from Tampa, Florida. **Mycologia** , v. 70, p. 784-801, 1978.

TAYLOR, J. E.; HYDE, K. D.; JONES, E. B. C. The biogeographical distribution of microfungi associated with three palm species from tropical and temperate habitats. **Journal of Biogeography**, v. 27, p. 297-310, 2000.

WATANABE, T.; WATANABE, Y.; NAKAMURA, K. M*yrothecium dimorphum*, sp. nov., a soil fungus from beach sand in the Bonin (Ogasawara) Islands, Japan. **Mycoscience**, v. 44, p. 283-286, 2003.

WHITTON, S. R.; MCKENZIE, E. H. C.; HYDE, K. D. D*ictyochaeta* and D*ictyochaetopsis* species from the Pandanaceae. **Fungal Diversity**, v. 4, p. 133-158, 2000.

WHITTON, S. R.; MCKENZIE, E. H. C.; HYDE, K. D. Microfungi on the Pandanaceae: S*tachybotrys*, with three new species. **New Zealand Journal of Botany**, v. 39, p. 489-499, 2001.

WHITTON, S. R.; MCKENZIE, E. H. C.; HYDE, K. D. Microfungi on the Pandanaceae: Z*ygosporium*, a review of the genus and two species. **Fungal Diversity**, v. 12, p. 207-222, 2003.

YANNA, W. H. H.; HYDE, K. D. Fungal communities on decaying palm fronds in Australia, Brunei, and Hong Kong. **Mycologia Research**, v. 105, n. 12, p. 1458-1471, 2001.

YANNA, W. H. H.; HYDE, K. D.; GOH, T. K. Occurrence of fungi on tissues of L*ivistona chinensis*. **Fungal Diversity**, v. 6, p. 167-180, 2001.

ZHANG, M.; ZHANG, T. Y. A new species of B*eltrania* (Hyphomycetes) from China. **Mycosystema**, v. 22, n. 4, p. 520-521, 2003.

ZHOU, D.; HYDE, K. D. Host-specificity, host-exclusivity, and host-recurrence in saprobic fungi. **Mycological Research, v. 105, n. 12, p. 1449-1457, 2001.**

NOVOS REGISTROS DE FUNGOS (PUCCINIALES) PARA A FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ, AMAZÔNIA E BRASIL

Helen Maria Pontes Sotão
Joe F. Hennen
Érika S. Freires
Fernanda Mendonça
Fabiano Brito
Isadora França
Carla Castro

INTRODUÇÃO

Os fungos da ordem Pucciniales (Basidiomycota-Pucciniomycetes), causadores de ferrugens, são parasitas ecologicamente abrigados de plantas e apresentam alta especificidade em relação aos hospedeiros (CUMMINS; HIRATSUDA, 2003).

Carvalho-Júnior e Sotão (2010) citam 729 espécies de fungos Pucciniales para o Brasil, das quais 111 espécies apresentam registro para o estado do Pará. Entre os biomas brasileiros melhor representados em relação ao conhecimento do reino Fungi, estão a Mata Atlântica, o Cerrado e a Amazônia. Na Amazônia, estes fungos também foram inventariados anteriormente na Floresta Nacional de Caxiuanã, e os resultados foram apresentados nos trabalhos de Hennen e Sotão (1996) e Sotão et al. (1997, 2006, 2007, 2009). Para esta região foram computadas 67 espécies de fungos da ordem Pucciniales, que parasitavam 56 gêneros de plantas. Apesar destes levantamentos, ainda são necessários mais estudos nesta área para que se chegue a uma melhor aproximação de sua diversidade. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar os novos registros de ferrugens para o Brasil, Amazônia e Caxiuanã, procedentes de coletas realizadas na Flona Caxiuanã.

MATERIAL E MÉTODOS

A Floresta Nacional de Caxiuanã ocupa uma área de aproximadamente 320.000 hectares, nos municípios de Portel e Melgaço, no Pará, situada entre as coordenadas 01^{0}37'S/ 51^{0}19'W e 01^{0}54'S/ 51^{0}58'W e ao sul 02^{0}15'S/51^{0}15'W e 02^{0}15'S/51^{0}56'W.

O material estudado foi coleto no sítio do PPBio, localizado ao centro da Flona Caxiuanã, com acesso pelo igarapé do Caquajó (PPBio, 2011) e, na parte norte da Flona, em áreas da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), tendo como coordenadas de referência: 1^{0}57'36,79"S - 56^{0}36'55,08"W para o sítio do PPBio e 1^{0}44'293''S – 51^{0}27'335W para a ECFPn.

A etapa de identificação dos fungos Pucciniales foi realizada no laboratório de Micologia da Coordenação de Botânica, do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), tendo como base as observações microscópicas das estruturas fúngicas montadas em lâminas com lactoglicerol; plantas hospedeiras; bibliografia especializada, como Carvalho-Júnior et al. (2002), Cummins e Hiratsuka (2003); Hennen e Sotão (1996); Hennen et al. (2005); comparações com espécimes depositados no herbário João Murça Pires (MG), do MPEG. As identificações das plantas hospedeiras foram realizadas pelo técnico do MPEG, Luís Carlos Lobato.

Para as espécies que são novos registros para a Amazônia e Caxiuanã, são apresentadas a obra Princeps, citação de literatura com descrição, material estudado e comentários. Para a espécie que constitui novo registro para o Brasil, apresenta-se descrição da espécie e ilustração em microscopia óptica, e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

A nomenclatura adotada para as espécies referidas está de acordo com Index fungorum (2011) ou Hennen et al. (2005). Todo material estudado encontra-se depositado no herbário MG do MPEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentadas cinco espécies como novas ocorrências para a Flona Caxiuanã, entre estas, M*aravalia sapotae* (Mains) Ono, que também representa o primeiro registro para o Brasil; A*ecidium xylopiae* P. Hennings, P*hakopsora chavesii* Dianese, Santos & Medeiros e P*hakopsora rossmaniae* Dianese, Santos & Tessman são novos registros para a Amazônia. P*uccinia fallax* Arthur é o segundo registro para o Pará, e o primeiro para Caxiuanã.

Considerando o trabalho de Sotão et al. (2009), o presente trabalho amplia o número de espécies de Pucciniales conhecidas para a Flona Caxiuanã para 72 espécies, sendo esta a maior riqueza conhecida para uma área do bioma Amazônia.

M*aravalia sapotae* **(Mains) Ono**, Mycologia 76 (5): 908. 1984 (Figura 1a-d)

Tipo: sobre A*chras zapota* L. (Sapotaceae), Belize, El Cayo, Valentin, 25/VI/1936, E. B. M*ains* – 3600.
S*copella sapotae* Mains em Cummins, Mycologia 48:607. 1956.
S*copella sapotae* (Arth. & J.R. John) Mains, Ann. Mycol. 37:59. 1939.

Anamorfo:
U*redo sapotae* Arth. & J.R. John, Mem. Torrey Bot. Club 17:169. 1918. (II).

Espermogônios e écios desconhecidos. Uredínios abaxiais, em manchas irregulares, subepidermais, irrompentes, agrupados ou espaçados, marrom-canela. Urediniosporos pedicelados, 22-32 x 18-24 μm, subglobosos a obovoides ou semitriangulares; parede bilaminada, uniforme, 1.5-2.5 μm de espessura, marrom a marrom-canela, equinulada, com áreas irregulares lisas próximo a base; 2 poros germinativos, próximos ao hilo. Télios abaxiais, em manchas irregulares, subepidermais, irrompentes, cerosos. Teliósporos pedicelados, 32-38 x 16-22 μm, obovoides; parede uniforme, 1 μm de espessura, amarelo claro, lisa; pedicelos persistentes, 18-20 μm de comprimento, hialinos.

Material examinado: BRASIL, Pará: Portel - Melgaço, Flona Caxiuanã: sítio do PPBio, sobre M*anilkara* sp. (Sapotaceae), 18.VIII.2007, H. S*otão* H2007-104 (MG); ECFPn, sobre M*anilkara* sp. (Sapotaceae): 19/XI/1995,

H. S*otão & col*. 95-262 (MG); *ibiden* 20.XI.1995, H. S*otão & col*. - 95-310. (MG); *ibiden* 25/I/1998, H. S*otão & col*. - 98-34 (MG); *ibiden*, 20/X/1997, H. S*otão & col*. - 97-624 (MG); *ibiden*, 06/VI/1998, H. S*otão & col*. - 98-151 (MG); *ibiden* , 18/IV/1998, H. S*otão & col*. - 98-74 (MG); *ibiden*, 28/V/1997, H. S*otão & col*. - 97-374 (MG).

Comentários: Ono (1984) apresenta uma revisão do gênero M*aravalia*, com dez espécies parasitando seis gêneros da família Sapotaceae: sobre M*aniuara* (=A*chras*), M. *bolivarensis* Ono e M. *sapotae* (Mains) Ono; sobre L*ucuma*, M. *lucumae* (Dietel) Ono; sobre M*adhuca*, M. *echinulata* (Raben) Ono; sobre M*imusops*, M. *aulica* (H. Sydow) Ono, M. *gentilis* (H. Sydow) Ono, M. *kevorkianii* (Cummins) Cummins & Y. Hirat. e M. *mimusops* (Cooke) Ono; sobre P*alaquium*, M. *palaquii* (Cummins) Ono; sobre P*ayena*, M. *payenae* (Racib.) Ono; sobre Sapotaceae indeterminada, M. *fici* (Mund. & Thir.) Ono. Destas onze espécies, cinco têm distribuição geográfica conhecida para as regiões neotropicais; M. *sapotae*, M. *palaquii*, M. *lucumae*, .M. K*evorkianii* e M. *bolivarensis*. M*aravalia sapotae* difere-se de M. *bolivarensis* que também ocorre sobre M*anilkara*, e das demais espécies, por apresentar urediniósporos equinulados, com áreas lisas próximos à base; teliósporos com pedicelo curto (cerca de 20 μm de comprimento), sem efeito higroscópico. Em M. *bolivarensis* não são conhecidos os uredínios; os teliósporos são maiores (40-56 x 10-16 μm), com pedicelo higroscópico e longo, acima de 100 μm de comprimento.

Hennen et al. (2005) citam para o Brasil duas espécies de M*aravalia*, sobre plantas da família Sapotaceae: M. *lucumae* (Dietel) Ono sobre L*ucuma*., de ocorrência para os estados do Pará, Rio de Janeiro e São Paulo e M. *palaquii* (Cummins) Ono, sobre P*alaquium*, de ocorrência para o estado do Rio de Janeiro, e A*chrotelium lucumae* Cummins, sobre P*outeria*.

Na área de estudo, A*chrotelium lucumae* também foi registrada por Sotão et al. (2009) sobre planta da família Sapotaceae (P*outeria*), que diferencia-se de M. *sapotae* por apresentar urediniósporos de parede higroscópica, medindo 4-6 μm de espessura, sendo uniformemente equinulada e com os teliósporos cilíndricos, 66-99 x 15-22 μm, enquanto que M. *sapotae*, apresenta urediniósporos de parede uniforme, 1.5-2.5 μm de espessura, equinulada com áreas irregulares lisas próximos a base e teliósporos obovoides, 32-38 x 16-22 μm.

Esta é a primeira referência de M. *sapotae* para o Brasil. Esta espécie tem distribuição geográfica conhecida para Bahamas, Cuba, Belize e Venezuela (ONO, 1984).

***Aecidium xylopiae* P. Hennings**, Hedwigia 34: 100. 1895.

Tipo: em X*ylopia* sp., Brasil, Goiás: Catalão, VI.1892, U*le*-1921.

Descrição: Hennen et al. (2005) p. 35-36.

Material examinado: BRASIL, Pará: Portel, Flona Caxiuanã, sítio do PPBio, sobre planta X*ylopia* sp. (Annonaceae), 18.VIII.2007, H. S*otão* H2007-105 (MG).

Comentários: esta espécie caracteriza-se principalmente por apresentar largas manchas amareladas nas folhas, em algumas coleções, causando vassoura de bruxa (não observado no material estudado); écios abaxiais, cupulados; células peridiais 22-28 x 17-20 μm, elipsoide regularmente pentagonal, firmemente unidas; parede externa irregularmente estriada-verrucosa, 4-6 μm de espessura, espessada no ápice; parede interna verrucosa; 2-2,5 μm de espessura; eciósporos globosos, angular a elipsoide, 15-19 x 13-16 μm; parede 1 μm de espessura, hialina, densamente e irregularmente verrucosa, com vários e grandes grânulos de refração, com áreas lisas.

Nove espécies de Uredinales do gênero A*ecidium* são reportadas sobre gêneros da família Annonaceae nas regiões neotropicais. Para o Brasil, tem-se registrado: 1- A*ecidium annonae* P. Henn. sobre A*nnona*; 2- A*ecidium duguetiae* P. Har. sobre D*uguetia*; 3- A*ecidium guatteriae* Dietel sobre G*uatteria*; 4- A*ecidium huallagense* P. Hennen sobre G*uatteria*; 5- A*ecidium rionegrense* P. Hennen sobre G*uatteria*; 6- A*ecidium amazonense* P. Henn. sobre G*uatteria*; 7- A*ecidium juruense* P. Hennen sobre U*nonopsis*; 8- A*ecidium xylopiae* P. Hennen sobre X*ylopia*; 9- A*ecidium chrysophaeum* P. Henn. sobre R*ollinia*. A maioria destas espécies produzem sintomas similares e são difíceis de serem diferenciadas pelas descrições que têm sido publicadas. As espécies acima relacionadas produzem largas manchas hipertrofiadas nas folhas, inicialmente amareladas a marrom-amareladas, com espermogônios em forma de pontos pretos adaxiais. Posteriormente, estas manchas tornam-se enegrecidas e crostosas, estendendo-se transversalmente, de um a vários centímetros. A ornamentação das paredes das células peridiais podem ser verrucosas, verrucosas-estriadas ou verrucosas-labirintiformes, sendo esta a principal característica morfológica utilizada para diferenciar estas espécies. Porém, a observação e a determinação do tipo de ornamentação da parede é confusa, dependendo do recurso que se utiliza (M.O e MEV). Hennen et al. (2005), apresenta uma discussão sobre as semelhanças das espécies de A*ecidium* em Annonaceae, recomendando estudos para elucidar e estabelecer características consistentes para agrupar espécies similares e definir as categorias de variedades e espécies válidas.

Para a Flona Caxiuanã foram registradas por Sotão et al. (2009), outras duas espécies de ferrugens sobre Xylopia: A*ecidium rionegrense* Henn. e D*asyspora gregária* (Kunze) Henn. Sendo D. *gregária* facilmente diferenciada por não produzir o soro ecial, e ter teliósporos bicelulares e de parede ornamentada. A. *rionegrense* diferencia-se de A. *xylopiae* por não ter as paredes das células peridiais espessadas no ápice; apresentar células peridiais oblongas, 26-35 x 18-27 μm; parede 2,5 μm de espessura; parede externa estriada-verrucosa; parede interna minutamente verrucosa; eciósporos catenulados, 15-25 x 15-20 μm, globoides a elipsoides, parede uniforme, 1-1.5 μm de espessura; amarela, minutamente verrucosa.

Esta citação representa um novo registro para a Amazônia, referida por Hennen et al. (2005), para os estados de Goiás, Mato Grosso, São Paulo, Maranhão, Minas Gerais e Tocantins.

P*hakopsora chavesii* Dianese, Santos & Medeiros in Dianese et al., Fitopatol. Bras. 18: 140.1993.

Tipo: T*erminalia phaeocarpa* Eichler. **Brasil**, Distrito Federal: Brasilia, 2.V.1993, Dianese-3850.

Descrição: Hennen et al. (2005) p.113-114; Buritica (1999)

Material examinado: BRASIL, Pará: Portel, Flona Caxiuanã, sítio do PPBio, sobre planta T*erminalia* sp. (Combretaceae), 13.XII.2006, H. S*otão* H2006-192 (MG).

Comentários: de acordo com Buritica (1999), P. *chavesii* não tem espermogônio conhecido; os uredínios apresentam paráfises livres no himênio, cilindrícas a clavados, 14- 18 x 10-12 μm, parede hialina; urediniósporos sésseis; elipsoides a angularmente elipsoides, 20-24 x 17-21 μm; parede equinulada, com pequenos e abundantes espinhos, uniforme; hialina a amarela; 1,0-1,5 μm de espessura; télios ao redor dos uredínios; teliosporos irregularmente arranjados em 3-4 camadas; retangulares; oblongos; elipsoides, 15-17 x 8-10 μm; parede amarela, 1.5-2.5 μm de espessura uniforme.

Esta espécie é a única citada por Hennen et al. (2005) sobre plantas da família Combretaceae no Brasil, referida para os estados de Goiás, Mato Grosso, São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal. Esta citação representa um novo registro para Amazônia.

P*hakopsora rossmaniae* Dianese, Santos & Tessman, in J. Dianese, Medeiros, Santos, Furlaneto, Sanchez & A. Dianese, Fitopatol. bras. 18: 437. 1993.

Tipo: C*ampomanesia adamantiium* (Cambessedes) O. Berg. **Brasil**, Goiás: Goiatuba, 28.V.1993, J. D*ianese*-4050.

Descrição: Hennen et al. (2005) p. 126; Dianese et al. (1993)

Material examinado: BRASIL, Pará: Portel, Flona Caxiuanã, Sítio do PPBio, sobre planta E*ugenia* sp. (Myrtaceae), 18.VIII.2007, E. Freire E2007-07 (MG).

Comentários: com base em Dianese et al. (1993) e no material estudado no presente trabalho, as principais características observadas nesta espécie são: uredínios com numerosas paráfises periféricas, encurvadas (17-)20-29(-35) x 5-8(-12) μm; parede engrossada no ápice e na lateral; urediniósporos sésseis, reniforme a obovoide, (14-)18-23 x (12-)14-18 μm, parede uniforme, equinulada, 0.5-1.0 μm de espessura; marrom canela, 3 a 4 poros germinativos, geralmente equatoriais. Télios normalmente ao redor dos uredínios, cerosos, teliosporos sésseis, cuboides, cilíndricos a elipsoides, formando de 2-4 (-5) camadas irregulares, 10-14 x 6-9 μm, parede uniforme, 1.0-1.5 μm de espessura.

Sobre plantas da familia Myrtaceae, estão citadas para o Brasil três espécies: P. *rossmaniae*, P*uccinia psidii* Winter e U*redo seclusa* H.S. Jacks. & Holw. (HENNEN et al., 2005), porém, estas outras duas espécies são facilmente diferenciadas por apresentarem uredínios sem paráfises, e P. *psidii* tem teliósporos pedicelados e bicelulares.

A espécie é citada somente para o Brasil e referida para os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (HENNEN et al., 2005). Esta citação representa um novo registro para Amazônia.

P*uccinia fallax* Arthur in Mains, Carnegie Inst. Washington Publ. 461: 103. 1935.

Tipo: Sobre P*alicourea crocea* (Sw.) R. S., Porto Rico, Maricoa, 23. III. 1916, W*hetzel e* O*live* 353.

Anamorfo: U*redo fallaciosa* Arthur, Mycologia 7: 323. 1915.

Descrição e Ilustração: Mains (1935); Index Fungorum (2011).

Material examinado: BRASIL, Pará: Portel, Flona Caxiuanã, sítio do PPBio, sobre planta P*sychotria* sp (Rubiaceae), 18.VIII.2007, H. S*otão* H2007-106 (MG).

Comentários: a espécie caracteriza-se principalmente por apresentar urediniósporos sésseis, globoides a obovoides, hialinos, 25-27 x 20-25 μm, parede irregularmente equinulada, com cerca de 2,5 μm de espessura; teliósporos bicelulares, pedicelados, elipsoides, 13-16 x 26-31 μm, moderadamente constritos no septo; parede com 1-1,5 μm de espessura, hialina ou amarelo-claro, lisa, pedicelo hialino e curto.

Carvalho-Júnior e Sotão (2010), além de P. F*allax*, também citam para o Brasil sobre o gênero P*alicourea*, a espécie P*uccinia palicoureae* Mains, a qual pode ser diferenciada de P. F*allax* por apresentar parede dos urediniósporos com equinulações maiores e com áreas lisas, enquanto que em P. *fallax*, as equinulações da parede desses esporos são menores e distribuídas uniformemente. Mains (1935) citou que P. *palicoureae* apresenta a parede dos urediniósporos com muitas e pronunciadas equinulações, e teliósporos maiores. Cummins (1941) apresenta como principal característica de P. P*alicoureae* seus urediniósporos grandes

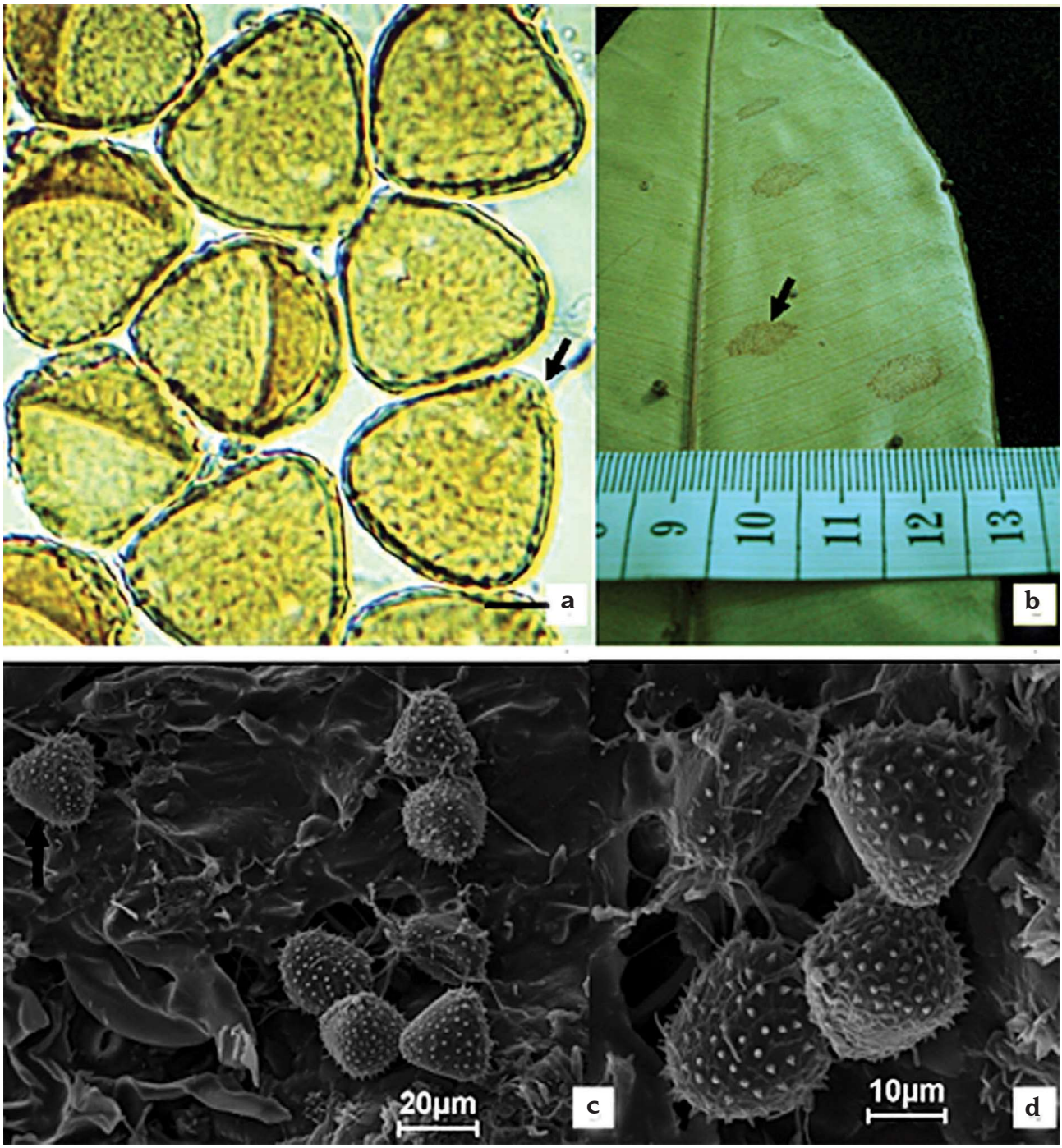


Figura 1a-d. M*aravalia sapotae* (Mains) Ono: a. Urediniósporos em microscopia óptica, evidenciando a forma semitriangular e poros germinativos. Barra = Ca. 8,7 μm; b. Folha de P*alicourea* sp, com manchas contendo soros de M. *sapoteae*; c-d. Urediniósporos em microscopia eletrônica de varredura (MEV), evidenciando a forma semitriangular e área lisa próximo à base.

(22-32 x 22-24 μm), elipsoides, obovoides ou subgloboides; parede com cerca de 1-1,5 μm de espessura, amarela-clara ou acinzentada, um pouco espaçadamente equinulada, com as equinulações proeminentes, acima de 2 μm de comprimento e largos na base; teliósporos 32-42 x 12-16 μm, fusiforme-oblongo, parede muito fina, hialina a levemente corada; pedicelo curto; teliósporos germinando sem período de dormência.

No Brasil, esta espécie é citada para os estados do Pará e Minas Gerais (CARVALHO-JÚNIOR; SOTÃO, 2010), sendo este o segundo registro para o Pará, coletado anteriormente sobre *Palicoureae guianensis* Aublet., (Rubiaceae), por F. C. Albuquerque (IAN 420), Belém, 05/VIII/1957 (Albuquerque,1971). Esta citação representa o primeiro registro para a Flona Caxiuanã.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Biodiversidade da Amazônia (PPBio)/MCTI - Amazônia Oriental, núcleo executor Belém (MPEG), pelos projetos financiados; ao MPEG, Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) e Coordenação de Botânica, pela infraestrutura oferecida em Caxiuanã e no laboratório de Micologia do MPEG; aos colegas técnicos em botânica do MPEG, Luiz Carlos Lobato e Mário Rosa Silva, pelo acompanhamento em campo e identificação das plantas hospedeiras; aos guias locais, que deram suporte à pesquisa de campo; aos revisores deste artigo, pela valiosa colaboração.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. C. Relação das espécies Uredinales coletadas na Amazônia. **Pesq. Agropec. Bras.** Sér. Agron., v. 6, p.147-150, 1971.

BURITICÁ, P. La familia Phakopsoraceae en el neotrópico III– Géneros: B*atistopsora* y P*hakopsora*. **Rev. Acad. Colomb. Cienc**., v. 23, n. 87, p. 407-431, 1999.

CARVALHO J.R.; FIGUEIREDO, M. B.; FURTADO, L. B.; HENNEN, J. F. Micota Uredinológica da Reserva Florestal "Armando de Salles Oliveira", São Paulo, Brasil: sobre Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Bignoniaceae e Boraginaceae. **Hoehnea**, v. 29, n. 1, p. 19-30, 2002.

CARVALHO JÚNIOR, A. A.; SOTÃO, H. Uredinales. In: FORZZA, R. et al. (Org.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 1. p. 210-242.

CUMMINS, G. B. Uredinales of New Guinea III. **Mycologia**, v. 23, p. 143-154, 1941.

CUMMINS, G. B.; HIRATSUKA, Y. **Illustrated genera of rust fungi**. 3 ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 2003. 225 p.

DIANESE, J. C., MEDEIROS, R. B., SANTOS, L. T. P., FURLANETTO, C., SANCHEZ, M., DIANESE, A. C. B*atistopsora* gen. nov. and new P*hakopsora*, R*avenelia*, C*erotelium* and S*kierka* species from the Brazilian Cerrado. **Fitopatol. Bras.**, v. 18, p. 436-450, 1993.

HENNEN, J. F.; SOTÃO, H. M. P. New species of Uredinales on Bignoniaceae from Brazil. **SIDA**, v. 17, p. 173-184, 1996.

HENNEN, J. F., FIGUEIREDO, M. B., CARVALHO JR, A. A.; HENNEN, P. G. **Catalogue of plant rust fungi (Uredinales) of Brazil**. 2005. Disponível em: <http://.jbrj.gov.br>. Acesso em: 02. fev. 2011.

HENNEN, J. F., HENNEN, M. M., FIGUEIREDO, M. B. Índice das ferrugens (Uredinales) do Brasil. **Arq. Inst. Biol.**, v. 49, p. 1-201, 1982. Suplemento 1.

INDEX FUNGORUM. Disponível em: < www.indexfungorum.org>. Acesso em: 02. fev. 2011.

MAINS, E. B. Rusts and smuts from the Yucatan peninsula. **Carnegie Institution of Washington Publication**, v. 461, p. 93-106. 1935.

ONO, Y. A monografia of M*aravalia* (Uredinales). **Mycologia**, v. 76, n. 5, p. 892-911, 1984.

PPBIO-AMAZÔNIA ORIENTAL. 2011. Disponível em: <http://marte.museu-goeldi.br/PPBio>. Acesso em: 20 jan.2011.

SOTÃO, H. M. P.; HENNEN, J. F.; GUGLIOTTA, A. M.; MELO, O. A.; CAMPOS, E. L. Os fungos – Basdiomycotina. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 213-219.

SOTÃO, H. M. P.; FRANÇA, I. F.; HENNEN, J. F. Fungos das famílias Phakopsoraceae e Uropyxidaceae (Uredinales) da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. **Hoehnea,** São Paulo, v. 33, n. 4, p. 407-417, 2006.

SOTÃO, H. M. P.; FRANÇA, I. F.; HENNEN, J. F.; FREIRES, E.; MOURA, M. F.; MARTINS JÚNIOR, A.; MEDEIROS, P. S.; SILVA, M. F. F. Ferrugens (Uredinales-Basidiomycota) da Flona de Caxiuanã, Pará, Brasil. In: LISBOA, (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 395-406.

SOTÃO, H. M. P.; HENNEN, J. F.; RESENDE, D. V. P*uccinia caxiuanensis* sp. nov. de Uredinales em espécies de Burseraceae no Brasil. **Hoehnea,** São Paulo, v. 34, n. 4, p. 493-495, 2007.

FUNGOS POROIDES (AGARICOMYCETES) NO SÍTIO DO PROGRAMA DE BIODIVERSIDADE DA AMAZÔNIA (PPBIO) EM CAXIUANÃ

Priscila Sanjuan de Medeiros
Helen Maria Pontes Sotão
Tatiana Baptista Gibertoni
José Henrique Cattanio

INTRODUÇÃO

Os macrofungos tratados como poroides são caracterizados por apresentarem poros em sua superfície himenial e o himenóforo organizado em tubos (WEBSTER; WEBSTER, 2007; BERNICCHIA, 2005). São popularmente conhecidos como "orelhas de pau" ou "urupês" e formam um grupo com mais de 2.200 espécies, distribuídas por todo o mundo. Estão incluídos, de acordo com Hibbett et al. (2007), no filo Basidiomycota, classe Agaricomycetes, e distribuídos em seis ordens: Corticiales, Gloeophyllales, Hymenochaetales, Polyporales, Russulales e Trechisporales.

As espécies de fungos poroides são, em sua maioria, sapróbias e, por decomporem lignina e celulose, são considerados os principais decompositores de madeira morta (ALEXOPOULOS et al., 1996; BERNICCHIA, 2005; DEACON, 2006). Segundo Hoff et al. (2004), aparentemente são os únicos organismos capazes de decompor totalmente a lignina. Degradam, além dos troncos mortos, outros restos vegetais e elementos da própria micota (HEILMANN-CLAUSEN; CHRISTENSEN, 2004). Algumas espécies são parasitas, podendo causar danos e até a morte de plantas (HIBBETT, 2006). Outras são utilizadas por insetos fungívoros, pois os basidiomas proporcionam, além de alimento, um microhabitat para diversas espécies, como ocorre com os coleópteros (ORLEDGE; REYNOLDS, 2005). As características apresentadas pelos fungos poroides os tornam componentes fundamentais na ciclagem dos nutrientes e na manutenção dos ecossistemas terrestres (HAWKSWORTH; COLWELL, 1992), tornando-se indispensável o conhecimento das espécies para a sua conservação.

Uma estimativa recente da riqueza de espécies de fungos para o mundo é apresentada por Schmit e Müller (2007), que citam 78.925 espécies, sendo 21.679 de macrofungos. A estimativa mínima global apresentada por estes autores é de 712.000 fungos e 49.500 para os macrofungos. Mesmo assim, o número de espécies já registradas é muito inferior: apenas 6.595 espécies de fungos são citadas para a América Central e América do Sul.

Considerando as florestas tropicais, alguns autores citam que o número atual de espécies de fungos descritos para esta região representa apenas uma pequena fração do número de espécies que pode ser encontrado (FROHLICH; HYDE, 1999).

Em uma iniciativa de listar o número de plantas e fungos conhecidos para o Brasil, Maia e Carvalho-Junior (2010) apresentaram 3.608 espécies de fungos, sendo a Mata Atlântica o bioma brasileiro com o maior

número de registros (1.664), seguido pela Caatinga (734) e Amazônia (519). Dentre as ordens nas quais estão inseridos os fungos poroides, Polyporales, com 333 espécies, é a que apresenta o maior número de registros no Brasil, seguida por Hymenochaetales (136), Russulales (46), Corticiales (10), Trechisporales (nove) e Gloeophyllales (três).

Na região Norte do país, alguns estudos têm tentado revelar a riqueza de fungos poroides (BONONI, 1981; CAPELARI; MAZIERO, 1988; BONONI, 1992; JESUS, 1996; SOTÃO et al., 1997, 2002, 2009). Recentemente, Gomes-Silva; Gibertoni (2009), fundamentadas em literatura, publicaram um inventário sobre Aphyllophorales para a Amazônia brasileira, no qual citaram a presença de 150 fungos poroides.

Para a região de Caxiuanã, alguns trabalhos foram publicados sobre esses fungos (SOTÃO et al., 1997, 2002, 2009; MARTINS-JUNIOR et al., 2008). Em Sotão et al. (2009), é realizada uma compilação destes dados, sendo citada a ocorrência de 90 espécies, distribuídas em 43 gêneros e 10 famílias das ordens Hymenochaetales (Hymenochaetaceae, Schizoporaceae), Polyporales (Fomitopsidaceae, Ganodermataceae, Meripilaceae, Meruliaceae, Phanerochaetaceae, Polyporaceae), Russulales (Wrigthoporiaceae) e Trechisporales (Hydnodontaceae). No entanto, as áreas de estudo desses trabalhos estão concentradas na Estação Cientifica Ferreira Penna (ECFPn), localizada na parte norte da Flona.

Este trabalho faz parte da dissertação de mestrado da primeira autora e apresenta os fungos poroides identificados para a área de estudo, com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre os Agaricomycetes dessa região.

MATERIAL E MÉTODOS

O sítio do PPBio (1°57'36" S e 51°36'55" W), implantado na Floresta Nacional de Caxiuanã, está localizado no município de Portel, estado do Pará, Brasil. Na área, foi demarcada uma grade de 5 x 5 km^2, com um sistema de trilhas e parcelas. A vegetação predominante é de floresta ombrófila densa (terra firme), cortada em alguns pontos por pequenos igarapés (http://www.museu-goeldi.br/ppbio).

Foram realizadas 16 excursões: em dezembro de 2006, agosto de 2007 e de julho de 2009 a agosto de 2010. Os fungos foram coletados em diversos pontos da grade, tanto em trilhas como em parcelas, seguindo os métodos habituais de coleta (FIDALGO; BONONI, 1989). A identificação dos espécimes foi realizada principalmente com base em características macroscópicas, observação das microestruturas e em literatura especializada. A nomenclatura utilizada seguiu o I*ndex Fungorum* (http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp). Todos os espécimes identificados estão depositados no herbário João Murça Pires (MG), do MPEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 73 espécies de fungos poroides (Agaricomycetes), classificadas em 27 gêneros, pertencentes a cinco famílias de Hymenochaetales (Hymenochaetaceae) e Polyporales (Ganodermataceae, Meripilaceae, Meruliaceae e Polyporaceae) (Tabelas 1-2). Nas Figuras 1a-f e 2a-f estão ilustrados alguns espécimes identificados para a área de estudo.

A riqueza encontrada nesta área representa uma das maiores já registradas em número de espécies para a região Norte do país (CAPELARI; MAZIERO, 1988; JESUS, 1996; SOTÃO et al., 1991, 1997, 2003, 2009) e representa 50% de todas as espécies referidas por Gomes-Silva e Gibertoni (2009) para a Amazônia brasileira.

Tabela 1. Espécies de fungos poroides (Agaricomycetes) e material selecionado para o sítio do PPBio - Caxiuanã. [a]Espécies registradas apenas no sítio do PPBio. [b]Novos registros para o estado do Pará.

Espécie	Material selecionado
Ganodermataceae Donk	
Amauroderma boleticeum (Pat. & Gaillard) Torrend	MG 195345
Amauroderma calcigenum (Berk.) Torrend	MG 195343
Amauroderma camerarium (Berk.) J.S. Furtado	MG 195412
Amauroderma exile (Berk.) Torrend	MG 195094
Amauroderma omphalodes (Berk.) Torrend	MG 195099
Amauroderma praetervisum (Pat.) Torrend	MG 195087
Amauroderma rude (Berk.) Torrend	MG 195413
Amauroderma schomburgkii (Mont. & Berk.) Torrend	MG 195092
Amauroderma sprucei (Pat.) Torrend	MG 195105
Ganoderma australe (Fr.) Pat.	MG 194964
Ganoderma stipitatum (Murrill) Murrill	MG 195162
Humphreya coffeata (Berk.) Steyaert	MG 195161
Hymenochaetaceae Imazeki & Toki	
Cyclomyces iodinus (Mont.) Pat.	MG 195228
Coltricia hamata (Romell) Ryvarden	MG 195367
Phellinus baccharidis (Pat.) Pat.	MG 195163
Phellinus calcitratus (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden	MG 195275
Phellinus dependes (Murril) Ryvarden [a, b]	MG 195381
Phellinus extensus (Lév.) Pat.	MG 195109
Phellinus fastuosus (Lév.) Ryvarden	MG 195246
Phellinus gilvus (Schwein.) Pat.	MG 194900
Phellinus membranaceus Wright & Blumenf.	MG 195276
Phellinus merrillii (Murrill) Ryvarden	MG 195283
Phellinus shaferi (Murrill) Ryvarden	MG 195410
Phellinus umbrinellus (Bres.) Herrera & Bondarzeva	MG 195262
Phellinus undulatus (Murrill) Ryvarden	MG 195282
Phylloporia chrysites (Berk.) Ryvarden	MG 195411
Phylloporia spathulata (Hook.) Ryvarden	MG 195384
Meripilaceae Jülich	
Rigidoporus amazonicus Ryvarden	MG 195395
Rigidoporus biokoensis (Bres. ex Lloyd) Ryvarden	MG 195271
Rigidoporus lineatus (Pers.) Ryvarden	MG 195399
Rigidoporus microporus (Sw.) Overeem	MG 195253
Rigidoporus ulmarius (Sowerby) Imazeki	MG 195272
Rigidoporus vinctus (Berk.) Ryvarden	MG 195151
Meruliaceae P. Karst.	
Flaviporus liebmannii (Fr.) Ginns	MG 195160

Tabela 1. (cont.) Espécies de fungos poroides (Agaricomycetes) e material selecionado para o sítio do PPBio - Caxiuanã. [a]Espécies registradas apenas no sítio do PPBio. [b]Novos registros para o estado do Pará.

Espécie	Material selecionado
Polyporaceae Corda	
Abundisporus roseoalbus (Jungh.) Ryvarden	MG 195427
Cerrena sclerodepsis (Berk.) Ryvarden [a, b]	MG 195168
Coriolopsis caperata (Berk.) Murrill	MG 195002
Coriolopsis floccosa (Jungh.) Ryvarden	MG 195369
Coriolopsis polyzona (Pers.) Ryvarden	MG 105159
Earliella scabrosa (Pers.) Gilb. e Ryvarden	MG 195054
Echinochaete brachypora (Mont.) Ryvarden	MG 195415
Fomes fasciatus (Sw.) Cooke	MG 195416
Hexagonia glabra (P. Beauv.) Ryvarden	MG 195165
Hexagonia hydnoides (Sw.) M.Fidalgo	MG 195146
Hexagonia papyracea Berk.	MG 195417
Megasporoporia carvenulosa (Berk.) Ryvarden	MG 195230
Microporellus dealbatus (Berk. & M.A.Curtis) Murrill	MG 195418
Microporellus obovatus (Jungh.) Ryvarden	MG 195419
Nigrofomes melanoporus (Mont.) Murrill	MG 195265
Nigroporus rigidus Ryvarden	MG 195169
Nigroporus vinosus (Berk.) Murrill	MG 195375
Perenniporia aurantiaca (A.David & Rajchenb.) Decock e Ryvarden	MG 195158
Perenniporia inflexibilis (Berk.) Ryvarden	MG 195238
Perenniporia martia (Berk.) Ryvarden	MG 195420
Perenniporia ohiensis (Berk.) Ryvarden	MG 195421
Perenniporia stipitata Ryvarden	MG 195189
Polyporus dictyopus Mont.	MG 195203
Polyporus grammocephalus Berk.[a, b]	MG 195204
Polyporus guianensis Mont.	MG 195320
Polyporus leprieurii Mont.	MG 194930
Polyporus tenuiculus (P. Beauv.) Fr.	MG 195331
Pycnoporus sanguineus (L.) Murrill	MG 195340
Tinctoporellus epimiltinus (Berk. & Broome) Ryvarden	MG 195040
Trametes cotonea (Pat. & Har.) Ryvarden	MG 195422
Trametes cubensis (Mont.) Sacc.	MG 195423
Trametes lactinea (Berk.) Sacc.	MG 195424
Trametes maxima (Mont.) A. David & Rajchenb. [a]	MG 195425
Trametes modesta (Kunze ex Fr.) Ryvarden	MG 195031
Trametes pavonia (Hook.) Ryvarden [a, b]	MG 195372
Trichaptum griseofuscens Ryvarden & Iturr.	MG 195408
Trichaptum perrottetii (Lév.) Ryvarden	MG 195292
Trichaptum sector (Ehrenb.) Kreisel	MG 195268
Trichaptum sprucei (Berk.) Rajchenb. & Bianchin.	MG 195374

Tabela 2. Espécies de fungos poroides (Agaricomycetes) para o sítio do PPBio - Caxiuanã e suas distribuição geográfica.

Espécie	Distribuição geográfica - Brasil
Ganodermataceae Donk	
Amauroderma boleticeum	PA, RO, MT, BA (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Amauroderma calcigenum	PA, AM, RO, MT, GO, BA, SE, SP, RJ, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Amauroderma camerarium	PA, AM, MT, PE, BA, SE, RJ, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Amauroderma exile	PA, AM, PE, BA, SP, RJ, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Amauroderma omphalodes	PA, AM, RO, MT, PE, BA, AL, SE, MG, SP, RJ, PR, SC (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Amauroderma praetervisum	PA, MT, PB, PE, BA, RJ, PR (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Amauroderma rude	PA, AM, PE, BA, SP, RJ, PR, SC (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Amauroderma schomburgkii	PA, AM, RO, MT, PE, BA, SE, SP, RJ, PR, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Amauroderma sprucei	PA, AM, MT, PE, SE, MG, SP, RJ, RS, (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Ganoderma australe	PA, AM, RO, RR, AC, PE, BA, MG, SP, RJ, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Ganoderma stipitatum	PA, AM, RO, AC, PB, PE, AL, RJ, PR, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Humphreya coffeata	PA, AM, RO, BA, SP, PR, SC (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Hymenochaetaceae Imazeki & Toki	
Cyclomyces iodinus	PA, RO, MT, PE, BA, ES, SP, PR, SC (GIBERTONI et al., 2012)
Coltricia hamata	PA, RO, AM, MT (GIBERTONI et al., 2012)
Phellinus baccharidis	PA, RN, PB, PE, BA, AL (GIBERTONI et al., 2012)
Phellinus calcitratus	PA, AM, RO, PE, BA, RS (GIBERTONI et al., 2012)
Phellinus dependes	AM, PE, RS (GIBERTONI et al., 2012)
Phellinus extensus	PA, AM, BA (GIBERTONI et al., 2012)
Phellinus fastuosus	RR, PA, AM, RO, MT, MA, RN, PB, PE, BA, AL, PR, RS (GIBERTONI et al., 2012)
Phellinus gilvus	RR, AP, PA, AM, AC, RO, RN, PB, PE, BA, AL, SE, MT, MS, SP, RJ, PR, SC, RS (GIBERTONI et al., 2012)
Phellinus membranaceus	PA, PE, BA (GOMES-SILVA et al., 2009)
Phellinus merrillii	PA, RO, BA, PR (GOMES-SILVA et al., 2009)
Phellinus shaferi	PA, RO, PE, AL (GIBERTONI et al., 2010)
Phellinus umbrinellus	PA, RO, RN, PE, BA, AL, SE, SP, PR, SC, RS (GOMES-SILVA; GIBERTONI, 2009; GIBERTONI et al., 2012)
Phellinus undulatus	PA, AL, SC (GIBERTONI et al., 2012)
Phylloporia chrysites	PA, AC, RO, RN, PB, PE, BA, SP, PR, SC (GIBERTONI et al., 2012)
Phylloporia spathulata	PA, AM, RO, PB, BA, MG, SP, SC, RS (GIBERTONI et al. 2010)
Meripilaceae Jülich	
Rigidoporus amazonicus	PA, AM, SC (GIBERTONI, 2008; GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Rigidoporus biokoensis	PA, PE, AL, SE (GOMES-SILVA; GIBERTONI, 2009; GUGLIOTTA et al., 2010)
Rigidoporus lineatus	AM, PA, AP, AL, PB, PE, BA, SP, PR, SC, RS, (SOTÃO et al., 2003; GIBERTONI, 2008; GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)

Tabela 2. (cont.) Espécies de fungos poroides (Agaricomycetes) para o sítio do PPBio - Caxiuanã e suas distribuição geográfica.

Espécie	Distribuição geográfica - Brasil
Rigidoporus microporus	PA, RR, RO, PB, PE, BA, AL, SP, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Rigidoporus ulmarius	PA, SP, PR, SC, RS (GOMES-SILVA; GIBERTONI, 2009; GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Rigidoporus vinctus	AM, PA, PE, AL, SP, PR, SC (GOMES-SILVA; GIBERTONI, 2009; GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Meruliaceae P. *Karst.*	
Flaviporus liebmannii	PA, AM, RO, BA, SP PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Polyporaceae Corda	
Abundisporus roseoalbus	PA, BA, PR, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Cerrena sclerodepsis	AM, RO, AL, PE, PR, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Coriolopsis caperata	AC, AP, PA, RO, RR, AL, RN, PB, PE, SE, BA, MT,MG, RJ, SP, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Coriolopsis floccosa	RO, PA, RR, PB, PE, BA, AL, SE, SP, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Coriolopsis polyzona	AP, PA, AM, AC, PE, BA, MT, MS, SP, RJ, PR, SC (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Earliella scabrosa	RR, AP, PA, AM, AC, RO, PB, PE, BA, AL, SP, PR, SC (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Echinochaete brachypora	PA, PB, BA, AL, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Fomes fasciatus	PA, RR, PI, RN, PB, PE, BA, AL, SP, SC) (GOMES-SILVA; GIBERTONI, 2009; GUGLIOTTA et al., 2010)
Hexagonia glabra	PA (SOTÃO et al., 2009)
Hexagonia hydnoides	AM, PA, RO, MA, RN, PB, PE, BA, AL, SE, MT, MS, ES, SP, RJ, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Hexagonia papyroceae	RR, PA, AM, RN, PB, PE, BA, AL, SE, MS, MG, ES, SP, RJ, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Megasporoporia carvenulosa	AP, PA, AL, RN, PE, BA, SE, SP, PR, SC RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Microporellus dealbatus	PA, AM, RO, SC (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Microporellus obovatus	AM, PA, RO, RN, PB, PE, BA, AL, SE, SP, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Nigrofomes melanoporus	RR, PA, RO, PB, PE, BA, AL, SP, PR (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Nigroporus rigidus	PA (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Nigroporus vinosus	PA, AP, AC, RO, MT, RN, PB, PE, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Perenniporia aurantiaca	PA, PB, PE, AL, SE (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Perenniporia inflexibilis	RR, PA, AM, BA (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Perenniporia martia	PA, AM, RN, PB, PE, BA, MS, SP, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Perenniporia ohiensis	PA, MT, SC, SP, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Perenniporia stipitata	RR, PA, SC (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Polyporus dictyopus	RR, PA, AM, RO, RN, PE, BA, AL, SE, MG, SP, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)
Polyporus grammocephalus	PA, AM, RO, RN, PE, PB, AL, SE, SP, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012).
Polyporus guianensis	PA, AM, AC, MT, PB, PE, BA, SP, PR, SC, RS (GUGLIOTTA; ABRAHÃO, 2012)



Figura 1a-f. Basidiomas de Agaricomycetes do sítio do Programa de Biodiversidade da Amazônia (PPBio), em Caxiuanã: a. A*mauroderma exile*; b. A. *omphalodes*; c. P*hellinus membranaceus*; d. P. *fastuosus*; e. C*oltricia hamata*; f. P*hylloporia spathulata*.



Figura 2a-f. Basidiomas de Agaricomycetes do sítio do Programa de Biodiversidade da Amazônia (PPBio) em Caxiuanã: a. *Ganoderma stipitatum*; b. *Perenniporia inflexibilis*; c. *Hexagonia papyracea*; d. *Microporellus dealbatus*; e. *Polyporus guianensis*; f. *Trametes lactinea*.

Polyporaceae Fr. ex Corda está representada por um maior número de espécies (40), seguida por Hymenochaetaceae Imazeki & Toki. (15). Estas duas famílias também são as melhores representadas para a Flona Caxiuanã (SOTÃO et al. 2009), Amazônia (GOMES-SILVA; GIBERTONI, 2009) e Brasil (MAIA; CARVALHO-JUNIOR, 2010). Phellinus Quél s.l. apresentou o maior número de espécies (11). Este gênero tem oito espécies conhecidas para a ECFPn (SOTÃO et al. 2009); 15, para a Amazônia (GOMES-SILVA; GIBERTONI, 2009) e 48 delas para o Brasil (MAIA; CARVALHO-JUNIOR, 2010).

Como ampliação sobre o conhecimento da distribuição geográfica dos fungos poroides, as espécies *Phellinus dependens*, *Cerrena sclerodepsis* e *Trametes pavonia* representam primeiro registro para o Estado do Pará. As possíveis novas espécies e novos registros para a Amazônia e Brasil serão apresentados posteriormente.

Comparando as espécies registradas nas duas principais áreas de amostragem, na Flona Caxiuanã (ECFPn e sítio PPBio), apenas cinco espécies foram exclusivas do sítio do PPBio (*Phellinus dependens*, *Cerrena sclerodepsis*, *Polyporus grammocephalus*, *Trametes pavonia* e T. *maxima*). As demais (93%) já foram encontradas na área da ECFPn, sinalizando para uma alta similaridade de espécies deste grupo de fungos entre as duas áreas.

A diferença encontrada na riqueza de espécies entre as duas principais áreas de estudo em Caxiuanã (31 a mais na ECFPn), pode ser atribuída a um número maior de trabalhos realizados na ECFPn, com coletas realizadas a partir de 1995 (SOTÃO et al. 1997, 2002, 2009 MARTINS-JUNIOR et al., 2008), abrangendo os diferentes tipos vegetacionais desta área (floresta ombrófila, vegetação savanoide, vegetação secundária e floresta de inundação – várzea e igapó). Por outro lado, no sítio do PPBio, as coletas foram iniciadas em 2006 e em uma região de floresta ombrófila densa, que apresenta, em alguns pontos, pequenos igarapés onde se formam áreas de Igapó, resultando em um menor esforço amostral em dois tipos de ambientes.

Os resultados deste estudo representam um incremento ao conhecimento dos fungos poroides no estado do Pará, bem como em um melhor entendimento sobre a sua distribuição na Flona Caxiuanã, oferecendo uma contribuição para futuros estudos e elaboração do plano de manejo desta unidade de conservação, fato importante diante da exploração sustentável desta imensa área de floresta tropical.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Museu Paraense Emílio Goeldi, pelo apoio logístico no laboratório de Micologia da Coordenação de Botânica e da ECFPn, em Caxiuanã; ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) da Amazônia e Projeto Cenários, pelo financiamento e apoio durante as coletas e treinamento da primeira autora; ao Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB) e Fundação Gordon e Betty Moore, pela concessão de Bolsa de Estudos em Conservação da Amazônia (BECA) à primeira autora; ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (UFPA/MPEG/EMBRAPA); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq), pela bolsa de mestrado da primeira autora; à Pós-Graduação em Biologia de Fungos (UFPE), pelo apoio logístico no Laboratório II; ao técnico da Coordenação de Botânica/MPEG Luís Carlos Lobato, ao Sr. Cleidimar "Pelado", funcionário do PPBio, e demais guias locais que auxiliaram nas coletas de campo.

REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology.** 4 ed. New York: John Wiley and Sons, 1996. 868 p.

BERNICCHIA, A. **Polyporaceae s.l. Fungi europaei 10.** Alassio: Edizioni Candusso, 2005. 807 p.

BONONI, V. L. Alguns basidiomycetos hidnóides da região amazônica. **Rickia**, v. 9, p. 17-30, 1981.

BONONI, V. L. Fungos macroscópicos de Rio Branco, Acre, Brasil. **Hoehnea**, v. 19, p. 31-37, 1992.

CAPELARI, M.; MAZIERO, R. Fungos macroscópicos do estado de Rondônia, região dos rios Jaru e Ji-Paraná. **Hoehnea**, v. 15, p. 28-36, 1988.

DEACON, J. **Fungal Biology**. 4 ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 371 p.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. **Guia de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. 62 p.

FROHLISCH, K.; HYDE, K. D. Biodiversity of palm fungi in the tropics: are global fungal diversity estimates realistic? **Biodiversity and Conservation**, v. 8, p. 977-1004, 1999.

GIBERTONI, T. B. **Polyporoid fungi (Agaricomycetideae) in the Estação Científica Ferreira Penna (state of Pará, Brazilian Amazonia)**: diversity and ecological aspects. 2008. Tese (Doutorado) – Università Degli Studi di Pavia, Pavia, 2008.

GIBERTONI, T. B. et al. Hymenochaetales. In: **Lista de espécies da flora do Brasil.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB000017>. Acesso em: 2012.

GOMES-SILVA, A. L.; GIBERTONI, T. B. Checklist of the aphyllophoraceous fungi (*Agaricomycetes*) of the Brazilian Amazonia. **Mycotaxon**, v. 108, p. 319-322, 2009.

HAWKSWORTH, D. L.; COLWELL, R. R. Microbial Diversity 21: biodiversity amongst micro-organisms and its relevance. **Biodiversity and Conservation**, v.1, p. 221-226, 1992.

HEILMANN-CLAUSEN, J.; CHRISTENSEN, M. Wood inhabiting macrofungi in Danish beech forests – conflicting diversity patterns and their implications in a conservation perspective. **Biological Conservation**, v. 122, p. 633-642, 2004

GOMES-SILVA, A. L.; RYVARDEN, L.; GIBERTONI, T. B. *Coltricia fragilissima*, a new record for Brazil. **Mycotaxon**, v. 105, p. 469-472, 2009.

GUGLIOTTA, A. M.; ABRAHÃO, M. C. **Polyporales**. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB108459>. Acesso em: 2012.

HIBBETT, D. S. A phylogenetic overview of the Agaricomycotina. **Mycologia**, v. 98, n. 6, p. 917-925, 2006.

HIBBETT, D. S. et al. A higher level phylogenetic classification of the Fungi. **Mycological Research**, v. 111, n. 5, p. 509-547, 2007.

HOLF, J. A. et al. **Roles of woody root-associated fungi in forest ecosystem.** Recent Advances in Fungal Identification. [s.l.]: Rocky Mountain Research Station, 2004. 6 p.

JESUS, M. A. Contribution to the knowledge of wood-rotting fungi in Brazil. II. Checklist of fungi from Maraca Island, Roraima State. **Mycotaxon**, v. 57, p. 323-328, 1996.

MAIA, L. C.; CARVALHO-JUNIOR, A. A. Os fungos do Brasil. In: FORZZA et al. (Ed.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil,** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v 1.

MARTINS-JUNIOR, A. S.; GIBERTONI, T. B.; SOTÃO, H. M. P. *Diplomitoporus allantoporus* (Basidiomycetes): a new record for Brazil. **Mycotaxon**, v. 106, p. 195-198, 2008.

ORLEDGE, G. M.; REYNOLDS S. E. Fungivore hostuse groups from cluster analysis: patterns of utilization of fungal fruiting body by ciid beetles. **Ecological Entomology**, v. 30, p. 620-641, 2005.

SCHMIT, J. P.; MÜLLER, E. G. M. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, p. 99-111, 2007.

SOTÃO, H. M. P.; BONONI, V. L. R.; FIGUEIREDO, T. S. Basidiomycetes de manguezais da Ilha de Maracá, Amapá, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 7, n. 1, p. 109-114, 1991.

SOTÃO, H. M. P. et al. Os Fungos - Basidiomycotina. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 213-219.

SOTÃO, H. M. P. et al. Fungos poliporóides. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 433-444.

SOTÃO, H. M. P. et al. Fungos macroscópicos: Basidiomycetes. In: FERNANDES M.E.B. (Org.). **Os manguezais da costa norte brasileira**. São Luís: Fundação Rio Bacanga, 2003. p. 45-59.

SOTÃO, H. M. P. et al. Fungos macroscópicos da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil: Basidiomycota (Agaricomycetes). In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 395-406.

WEBSTER, J.; WEBER, R. W. S. **Introduction to Fungi**. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 841 p.

NOVAS CONTRIBUIÇÕES AO CONHECIMENTO DOS FUNGOS MACROSCÓPICOS DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ: AGARICALES, BOLETALES E RUSSULALES (BASIDIOMYCOTA – AGARICOMYCETES)

Rosana Maziero
Marina Capelari
Fernanda Karstedt
Massimo Tasselli

INTRODUÇÃO

A Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), localizada na Flona Caxiuanã, compreende seis tipologias vegetais, de porte florestal e não florestal, sendo a mais representativa a floresta ombrófila densa de terra firme, responsável por cerca de 80-85% da área. As demais tipologias vegetais são: floresta inundável de várzea, floresta inundável de igapó, vegetação campestre não florestal e vegetação aquática (ALMEIDA; THALES, 2003).

Segundo Amaral et al. (2009), as florestas ombrófilas densas de Caxiuanã possuem uma elevada diversidade de espécies arbóreas (150 a 180/ha) que, em retorno, gera um rico e diversificado estrato de serapilheira, resultante da queda de folhas, galhos, gravetos, além de troncos e outros resíduos orgânicos vegetais e animais. Toda esta matéria orgânica possibilita uma grande diversidade de fungos, inclusive de Agaricomycetes. Estes organismos são capazes de degradar não somente a celulose e a hemicelulose, mas também a lignina, principais componentes dos resíduos vegetais. A decomposição destas moléculas possibilita a ciclagem da matéria orgânica mobilizada pelas plantas e outros organismos. Portanto, no complexo ecossistema das florestas tropicais, os fungos macroscópicos possuem uma importância vital na ciclagem da matéria orgânica. Até o momento, na Flona Caxiuanã foi possível verificar uma predominância de espécies saprófitas, ou seja, de decompositores, e umas poucas espécies com possibilidade de serem micorrízicas (SOTÃO et al., 1997, 2009), uma vez que pertencem a gêneros que tradicionalmente fazem esta associação.

A importância dos fungos nos ecossistemas muitas vezes é pouco considerada. Um exemplo prático é a chamada "*red list*", ou seja, o elenco das espécies que correm risco de extinção, que são criticamente ameaçadas ou vulneráveis. Dados de "*red lists*" de animais e plantas são muito mais disponíveis e divulgadas que de fungos, apesar dos esforços para a sua elaboração. Para podermos analisar e definir se uma espécie é rara ou em via de extinção, é fundamental que se tenha um profundo conhecimento dos componentes de cada ecossistema e das relações entre eles.

Apesar da micobiota dos diferentes ecossistemas presentes no Brasil ser ainda pouco conhecida, recentemente muitos trabalhos têm contribuído para o levantamento e estudo da diversidade destes organismos (MEIJER, 2008; MENOLLI et al., 2009a, 2009b; PUCCINELLI; CAPELARI, 2009; ROSA; CAPELARI,

2009; ROTHER; SILVEIRA, 2009a,b; SOTÃO et al., 2009; WARTCHOW, 2009; WARTCHOW et al., 2009; ALBUQUERQUE et al., 2010; CAPELARI et al., 2010a,b; DESJARDIN et al., 2010; GILBERTONI; DRECHSLER-SANTOS, 2010; KARSTEDT; CAPELARI, 2010; MENOLLI; CAPELARI, 2010; WARTCHOW; CAVALCANTI, 2010; WARTCHOW et al., 2010; JUSTO et al., 2011; CAPELARI, 2011). No entanto, apenas o trabalho de Capelari et al. (2010b) reporta a ocorrência de *Lentinula raphanica* (Murrill) J.L. Mata & R.H. Petersen para o estado do Amazonas, sendo possível, então, notar o déficit em estudos de fungos no estado do Pará.

Este trabalho, junto com vários outros projetos de estudo da micobiota da Flona Caxiuanã, teve como objetivo realizar um levantamento da diversidade das espécies de Agaricales, Boletales e Russulales desta área, além de obter informações sobre a ecologia e distribuição destes fungos.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em floresta pluvial de terra firme, em dois períodos de chuva (março 2007 e fevereiro 2008) e em um período de seca (agosto 2008), nas seguintes áreas:

- adjacências (10 m de cada lado) das trilhas de acesso (cerca 1 km de comprimento) para o *plote* 1 (51°27'34.35" W e 1°42'24.09" S), *plote* 2 (51°29'0.73" W e 1°43'43.24" S), *plote* 3 (51°30'38.62" W e 1°43'59.21" S) e *plote* 4 (51°31'14.72" W e 1°45'12.84" S);
- adjacências (10 m de cada lado) das trilhas situadas atrás da Base (TAB) do ECFPn: TAB-Direita e TAB-Esquerda (51°27'17.75" W e 1°44'12.96" S);
- além destes locais, também foram efetuadas coletas na trilha atrás da base (TAB) que dá acesso ao projeto Esecaflor, na área coberta e descoberta do projeto Esecaflor (51°31' W e 1°42' S) e nas vizinhanças da base do ECFPn.

O material foi fotografado no ambiente natural e então acondicionado em sacos de papel ou caixas de plástico para o transporte. No laboratório foram realizadas as descrições das características macroscópicas dos espécimes ainda frescos. O material herborizado foi depositado no Herbário do Museu Goeldi (MG), em Belém (PA).

Neste trabalho serão apresentados resultados parciais destas coletas, pois parte do material ainda não foi identificado.

No que diz respeito às considerações ecológicas, procurou-se, na medida do possível, e com a ajuda de um técnico experiente, identificar o substrato (tronco, folha etc.) onde se encontravam os basidiomas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Além das espécies já mencionadas no trabalho anterior (SOTÃO et al., 2009), a Tabela 1 apresenta os materiais identificados até o momento, com a especificação de novas ocorrências para a Flona Caxiuanã, para o Pará e para o Brasil.

Foram identificadas 14 espécies (Figuras 1a-g e 2a-f), sendo 13 Agaricales e uma Russulales, todas novas citações para a Flona Caxiuanã; seis para o Estado do Pará; e três para o Brasil. Destas 14 espécies, duas são reidentificação: *Hohenbuehelia nigra* é a nova identificação do material citado em Sotão et al. (2009), como *Melanotus alpiniae* e *Pleurotus djamor* é a nova identificação de *Pleurotus ostreatoroseus*. O material anteriormente identificado como

Nothopanus hygrophanus, não será considerado no presente trabalho porque deve ser submetido a um estudo de biologia molecular, para se comprovar o gênero a que pertence, provavelmente *Pleurotus*.

Visto que este trabalho é a continuação de Sotão et al. (2009), até o momento a Flona Caxiuanã conta com o registro de 35 espécies de Agaricales, uma de Boletales e uma de Russulales (são consideradas somente as espécies de hábito agaricoide com lamelas e poros).

Das 35 espécies identificadas, somente *Marasmius haedinus* foi coletada em todos os locais amostrados e *Marasmius haematocephalus*, de distribuição pantropical, foi coletado em todos os locais, com excessão da área do Esecaflor coberto. *Tetrapyrgus nigripes*, *Marasmiellus volvatus*, *Marasmius cladophyllus*, *Gerronema citrinum e Hygrocybe trinitensis* foram coletadas em quase todos os locais, e mais de uma vez (Tabela 2).

Outras espécies, como *Calocybe cyanocephala*, *Inocephalus dragonosporus*, E. aff. *hololeucum*, E. aff. *pseudopapillatum*, A. *sericella*, *Filoboletus gracilis*, *Hygroaster nodulisporus*, *Hygrocybe* aff. *cinerascens*, H. aff. *martinicensis*, H. *hypohaemacta*, *Hygrophoropsis tapinia*, *Marasmius ruber, Rimbachia paradoxa* e *Russula puigarii*, até o momento foram registradas somente em uma das áreas.

Embora 17 espécies tenham sido coletadas no solo, a única espécie que comprovadamente forma associação micorrízica é *Russula puiggarii*. Haug et al. (2005) realizaram um estudo com espécies de Nyctaginaceae (Caryophyllales) da floresta tropical do Equador, e os fungos associados que formavam ectomicorriza, e identificaram *Russula puiggarii* como sendo uma delas.

Em diferentes regiões geográficas a formação de basidioma é influenciada pela altitude, pela latitude e pela temperatura (OHENOJA, 1993 apud LODGE et al., 2004). Assim, uma mesma espécie pode formar basidiomas nas diferentes estações do ano, separadas por uma grande distância geográfica ou ao longo do gradiente de altitude (LODGE et al., 2004).

A ampla distribuição geográfica pode ser verificada através da comparação das espécies amostradas na Flona Caxiuanã, entre outras áreas.

Tabela 1. Citações novas para a Flona Caxiuanã, estado do Pará e Brasil.

Espécie	Flona Caxiuanã	Pará	Brasil
Coprinellus disseminatus (Pers.) J.E. Lange	♦		
Inocephalus dragonosporus (Singer) T.J. Baroni & Largent	♦	✶	
Alboleptonia sericella (Fr.) Largent & R.G. Benedict	♦	✶	
Hohenbuehelia nigra (Schwein.) Singer	♦		
Hygrocybe hypohaemacta (Corner) Pegler	♦		
Hygroaster nodulisporus (Dennis) Singer	♦		
Lepiota subflavescens Murr.	♦		
Amparoina spinosissima (Singer) Singer	♦	✶	
Pleurotus djamor (Rumph. ex Fr.) Boedij	♦		
Russula puigarii (Speg.) Singer	♦		
Entoloma aff. *hololeucum* (Singer) E. Horak	♦	✶	❁
Entoloma aff. *pseudopapillatum* (Pegler) Courtec. & Fiard	♦	✶	❁
Hygrocybe aff. *cinerascens* (Berk. & Br.) Pegler	♦		
Hygrocybe aff. *martinicensis* Pegler & Fiard	♦	✶	❁

Flona Caxiuanã ♦; Pará ✶; Brasil ❁



Figura 1a-g. a. E*ntoloma* aff. *hololeucum* (Singer) E. Horak; b. E*ntoloma* aff. *pseudopapillatum* (Pegler) Courtec. & Fiard; c. I*nocephalus dragonosporus* (Singer) T.J. Baroni & Largent; d. L*epiota subflavescens* Murr.; e. A*mparoina spinosissima* (Singer) Singer; f. C*oprinellus disseminatus* (Pers.) J.E. Lange; g. A*lboleptonia sericella* (Fr.) Largent & R.G. Benedict.



Figura 2a-f. a. H*ygrocybe hypohaemacta* (Corner) Pegler; b. H*ygrocybe* aff. *cinerascens* (Berk. & Br.) Pegler; c. R*ussula puigarii* (Speg.) Singer; d. H*ohenbuehelia nigra* (Schwein.) Singer; e. H*ygroaster nodulisporus* (Dennis) Singer; f. Larva que se alimenta de um basidioma.

Tabela 2. Distribuição das espécies nas diferentes áreas de coleta.

Espécie	Substrato	Plote 1*	Plote 2	Plote 3	Plote 4	TAB-D	TAB-E	Base Esecaflor	Esecaflor coberto
Agaricus purpurellus	S						X		X
Calocybe cyanocephala	S			X					
Coprinellus disseminatus	S				X				
Gerronema citrinum	S	X	X X	X	X X		X		X
Inocephalus dragonosporus	L		X						
Entoloma aff. *hololeucum*	S						X		
Entoloma aff. *pseudopapillatum*	S					X			
Alboleptonia sericella	S						X		
Amparoina spinosissima	L		X	X	X	X	X		
Filoboletus gracilis	M						X		
Hohenbuehelia nigra	M				X				
Hydropus cavipes	M	X	X						
Hygroaster nodulisporus	S			X					
Hygrocybe aff. *cinerascens*	S			X					
Hygrocybe aff. *martinicensis*	S	X							
Hygrocybe hypohaemacta	S							X	
Hygrocybe occidentalis var. *occidentalis*	S				X		X		
Hygrocybe occidentalis var. *scarletina*	S	X		X			X		
Hygrocybe trinitensis	S	X	X	X		X	X	X	
Hygrophoropsis tapinia	M		X						
Lepiota subflavescens	S								X
Leucocoprinus brunneoluteus	S		X	X	X				X
Marasmiellus troyanus	M			X					
Marasmiellus volvatus	M	X	X	X		X	X	X	X
Marasmius cladophyllus	L	X X	X X	X X		X		X	X
Marasmius griseoradiatus	L	X	X			X	X	X	X
Marasmius haedinus	L	X X	X	X	X	X	X	X	X
Marasmius haematocephalus	L	X	X	X	X	X	X	X	
Marasmius ruber	L					X			
Oudemansiella canarii	M		X						
Pleurotus djamor	M	X				X			X
Pseudohiatula irrorata	M			X			X		
Rimbachia paradoxa	M		X						
Russula puiggarii	S							X	
Tetrapyrgus nigripes	L		X	X	X X		X		X
Xerula steffenii	S		X		X				X

(S = solo, M = madeira, L = serrapilheira)
X = espécie coletada no período de seca; **X** espécie coletada no período de chuva.
* Plote: área demarcada padrão, onde são realizados os estudos.

As espécies em comum com a listagem feita por Capelari e Maziero (1988), dos fungos macroscópicos da floresta pluvial na região dos rios Jarú e Ji-Paraná, em Rondônia, são: H*ygrocybe occidentalis*, M*arasmius cladophyllus*, M. *haematocephalus*, M. *ruber* e O*udemansiella canarii*. Se comparadas com a flora da Venezuela (DENNIS, 1970), por exemplo, mais espécies são de comum ocorrência: F*iloboletus gracilis*, H*ohebuehelia nigra*, H*ydropus cavipes*, H*ygroaster nodulisporus*, H*ygrocybe cinerascens*, H. *hypohaemacta*, H. *occidentalis*, H. *trinitensis*, M*arasmiellus troyanus*, M*arasmius cladophyllus*, M. *haematocephalus*, M. *haedinus*, M. *ruber*, O*udemansiella canarii*, P*seudohiatula irrorata*, R*imbachia paradoxa*, R*ussula puiggarii*, T*etrapyrgos nigripes* e X*erula steffenii*.

As espécies M*arasmiellus volvatus*, I*nocephalus dragonosporus*, A*mparoina spinosissima*, L*eucocoprinus bruneoluteus*, M*arasmius griseoradiatus* e P*leurotus djamor* não foram citadas por Pegler (1983), na das Antilhas.

No caso dos basidiomas encontrados em madeira morta, raramente é possível reconhecer a madeira hospedeira, porque a diversidade de plantas presente neste tipo de ecossistema é grande e o processo de degradação é rápido. No entanto, com a ajuda de um técnico, foi possível identificar alguns tipos de substratos que apresentam características particulares. Por exemplo, P*seudohiatula irrorata* foi coletada em tronco de L*icania blackii* (Chrysobalanaceae), popularmente chamada de "farinha seca amarela", e C*oprinellus disseminatus* em um cipó pertencente ao gênero D*erris* sp (Fabaceae).

Além da importância na decomposição da matéria orgânica, os basidiomas também possuem um papel pouco considerado no ecossistema, que é o de servir de alimento a insetos e a outros pequenos animais, como as lesmas. É comum encontrar basidiomas parcialmente consumidos ou ainda com o animal que o consome se alimentando. Ainda podem servir como local de deposição dos ovos de diferentes insetos. As larvas, após eclodirem, alimentam-se do basidioma, formam a pupa e dão continuidade ao seu ciclo de vida (Figura 2f).

Um ponto interessante ainda a ser estudado é a sazonalidade; ou mesmo como a umidade e a temperatura influenciam a produção dos basidiomas. Embora nas florestas de clima temperado, por exemplo, este tipo de influência seja conhecida para a maioria das espécies, nas florestas tropicais os dados são escassos, principalmente pela falta de registro. R*imbachia paradoxa*, P*seudohiatula irrorata*, H*ohenbuehelia nigra*, C*oprinellus disseminatus*, I*nocephalus dragonosporus* e A. *sericella* foram coletados somente no período de pouca chuva (agosto). Por outro lado, não houve nenhuma ocorrência de representantes da família Hygrophoraceae neste mesmo período. O*udemansiella canarii*, X*erula steffenii*, H*ydropus cavipes*, M*arasmius haematocephalus*, M. *griseoradiatus*, A*mparoina spinosissima*, L*eucocoprinus brunneoluteus*, L*epiota subflavescens*, A*garicus purpurellus*, C*alocybe cyanocephala*, E*ntoloma* aff. *hololeucum*, E. aff. *pseudopapillatum*, R*ussula piggarii*, F*iloboletus gracilis*, e todas as espécies de Hygrophoraceae foram coletadas somente no período chuvoso.

Outro ponto importante a ser estudado é a área do projeto Esecaflor, onde os resultados parciais demonstraram uma diferença marcante no número de espécies presentes, no mesmo período do ano, na área coberta (com exclusão das chuvas) e nas demais áreas de coleta (Tabela 2). No entanto, é preciso considerar que a diferença pode resultar da falta da água da chuva, mas que esta não é a única variável presente. Depois de vários anos privados deste grande volume de água, a estrutura e composição do solo desta área da floresta é diferente das demais, tanto do ponto de vista físico, como biológico. Estas alterações seguramente interferem nas populações dos micro-organismos presentes e das interações entre eles.

CONCLUSÕES

Este projeto contribuiu para o conhecimento da micota de Agaricales, Russulales e Boletales da Flona Caxiuanã, com a identificação de 37 espécies pertencentes a 25 gêneros. Parte do material coletado ainda não foi identificado e, entre ele encontram-se espécies potencialmente novas para a ciência. De especial interesse são os dados obtidos na área do Projeto ESECAFLOR, os quais serão posteriormente analisados.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. P.; PEREIRA, A. B.; CARVALHO, A. A. The family Agaricaceae Chevall. in the Tingua Biological Reserve rain forest, Nova lguaçú, Rio de Janeiro, Brazil: Genera *Agaricus*, *Cystolepiota* and *Lepiota*. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 497-509, 2010.

AMARAL, D. D.; ALMEIDA, S. S.; COSTA, D. C. T. Contribuições ao manejo florestal de espécies de valor madeireiro e não madeireiro na Floresta Nacional de Caxiuanã. In: LISBOA, P.L.B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 199-221.

ALMEIDA, S. S.; THALES, M. C. Tipos **de vegetação da ECFPn, Caxiuanã, Município de Melgaço, Pará**: uma primeira aproximação. In: SEMINÁRIO CAXIUANÃ. 2003. Belém. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/semicax/CBO_003.pdf.>.

CAPELARI, M. New species and new records of *Crepidotus* from the northwest region of São Paulo state, Brazil. **Mycotaxon**, v. 115, p. 145-153, 2011.

CAPELARI, M.; ANTONIN, V.; ASAI, T.; COSTA, H.; VENTURA, J. A. A new pathogenic species of *Marasmiellus* from Brazil. **Cryptogamie Mycologie**, v. 31, n. 2, p. 137-142, 2010a.

CAPELARI, M.; ASAI, T.; ISHIKAWA, N. K. Occurence of *Lentinula raphanica* in Amazonas state, Brazil. **Mycotaxon**, v. 113, p. 355-364, 2010b.

CAPELARI, M.; MAZIERO, R. Fungos macroscópicos do estado de Rondônia, região dos rios Jaru e Ji-Paraná. **Hoehnea**, v. 15, p. 28-36, 1988.

DENNIS, R.W.G. Fungus flora of Venezuela and adjacent coutries. **Kew Bulletin Additional Series**, v. 3, p. 1-531, 1970.

DESJARDIN, D. E.; PERRY, B. A.; LODGE, D. J.; STEVANI, C. V.; NAGASAWA, E. Luminescent *Mycena*: new and noteworthy species. **Mycologia**, v. 102, n. 2, p. 459-477, 2010.

GILBERTONI, T. B.; DRECHSLER-SANTOS, E. R. Lignocellulolytic Agaricomycetes from the brazilian cerrado biome. **Mycotaxon**, v. 111, p. 87-90, 2010.

HAUG, I; WEISS, M.; HOMEIER, J.; OBERWINKLER, F.; KOTTKE, I. Russulaceae and Thelephoraceae form ectomycorrhizas with members of the Nyctaginaceae (Caryophyllales) in the tropical mountain rain forest of southern Ecuador. **New Phytologist**, v. 165, n. 3, p. 923-36, 2005.

JUSTO, A.; VIZZINI, A.; MINNIS, A.M.; MENOLLI JR., N.; CAPELARI, M.; RODRÍGUEZ, O.; MALYSEHVA, E.; CONTU, M.; GHIGNONE, S.; HIBBETT, D. S. Phylogeny of the Pluteaceae (Agaricales, Basidiomycota): taxonomy and characater evolution. **Fungal Biology**, v. 115, p. 1-20, 2011.

KARSTEDT, F.; CAPELARI, M. New species and new combinations of *Calliderma* (Entolomataceae, Agaricales). **Mycologia**, v. 102, n. 1, p. 163-173, 2010.

LODGE, D. J.; AMMIRATI, J. F.; O'DELL, T. E.; MUELLER, G. M. Collecting and describing macrofungi. In: MUELLER, G. M.; BILLS, G. F.; FOSTER, M. S. (Org.). **Biodiversity of Fungi**: inventory and monitoring methods. [s.l.]: Elsevier Academic Press. 2004. p. 128-158.

MENOLLI JR., N.; ASAI, T.; CAPELARI, M. *Amanita coacta* (Amanitaceae, Agaricales) with a key to *Amanita* species occurring in Brazil. **Mycotaxon**, v. 107, p. 419-430, 2009a.

MENOLLI JR., N.; CAPELARI, M.; BASEIA, I. G. Records and new species of *Pluteus* from Brazil based on mophological and molecular data. **Mycology**, v. 1, n. 2, p. 130-153, 2009b.

MENOLLI JR., N.; CAPELARI, M. Notes on *Pluteus* (Pluteaceae, Agaricales) from Brazil including two new species and a new record. **Mycologia**, v. 102, n. 3, p. 697-707, 2010.

MEIJER, A. A. R. **Macrofungos notáveis das florestas de pinheiro-do-Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 432 p.

PEGLER, D. N. Agaric flora of The Lesser Antilles. **Kew Bulletin Additional Series**, v. 9, p. 1-669, 1983.

PUCCINELLI, C.; CAPELARI, M. *Marasmius* do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: seções *Globulares*, *Hygrometrici*, *Marasmius* e *Neosessiles*. **Hoehnea**, v. 36, p. 249-258, 2009.

ROSA, L. H.; CAPELARI, M. Agaricales fungi from atlantic rain forest fragments in Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 40, n. 4, p. 846-851, 2009.

ROTHER, M. S.; SILVEIRA, R. M. B. *Leucocoprinus* Pat. (Agaricaceae, Basidiomycota) Parque Estadual de Itapuã. **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n. 3, p. 720-728, 2009a.

ROTHER, M. S.; SILVEIRA, R. M. B. *Leucocoprinus lilaceus* (Agaricaceae), a poorly know Neotropical agaric. **Mycotaxon**, v. 107, p. 473-481, 2009b.

SOTÃO, H. M.; HENNEN, J. F.; GUGLIOTTA, A. M.; MELO, O. A.; CAMPOS, E. L. Os fungos – Basidiomycetes. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 213-219.

SOTÃO, H. M.; GIBERTONI, T.; MAZIERO, R.; BASEIA, I.; MEDEIROS, P.S.; MARTINS JR., A.; CAPELARI, M. Fungos macroscópicos da Floresta Nacional de Caxiuanã: Basidiomycota (Agaricomycetes). In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 383-396.

WARTCHOW, F. *Volvariella cubensis*: a rare neotropical agaric new to South America**. Mycotaxon**, v. 107, p. 181-187, 2009.

WARTCHOW, F.; TULLOSS, R. E.; CAVALCANTI, M. A. Q. *Amanita lippiae*: a new species from the semi-arid caatinga region of Brazil. **Mycologia**, v. 101, n. 6, p. 864-870, 2009.

WARTCHOW, F.; CAVALCANTI, M. A. Q. *Lactarius rupestris* - a new species from the Brazilian semi-arid region. **Mycotaxon**, v. 112, p. 55-63, 2010.

WARTCHOW, F.; PEREIRA, J.; DRECHSLER-SANTOS, E. R.; GOMES-SILVA, A. C.; TIAGO, P. V.; PUTZKE, J.; CAVALCANTI, M. A. Q. Two *Oudemansiella* species with echinulate basidiospores from South America with O. *macracantha* lectotypified. **Mycotaxon**, v. 113, p. 119-127, 2010.

POROID FUNGI (AGARICOMYCETES, BASIDIOMYCOTA) IN THE NATIONAL CAXIUANÃ FOREST

Tatiana Baptista Gibertoni
Leif Ryvarden
Annarosa Bernicchia
Elena Savino

INTRODUCTION

According to Kirk et al. (2008), the Kingdom Fungi is divided in six phyla: Ascomycota, Basidiomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota, MIcrosporida and Zygomycota. Basidiomycota is subdivided in three sub-phyla: Agaricomycotina, Pucciniomycotina and Ustilaginomycotina. The former groups three classes, Dacrymycetes, Tremellomycetes and Agaricomycetes, in which the poroid fungi are found. According to Donk (1964), the poroid fungi or polypores are those belonging to the family Polyporaceae of the ancient order Aphyllophorales, and are mostly characterised by their poroid hymenial surface. However, other fungi may also show this kind of hymenial surface and may be also be included in the Polyporaceae, an assembly with no evolutionary relation since the poroid condition seems to have developed many independent times during basidiomycete evolution (HIBBET; DONOGHUE, 1995). Currently, the polypores are spread among different orders of Agaricomycetes such as Corticiales, Gloeophyllales, Hymenochaetales, Polyporales, Russulales, and Trechisporales (HIBBET et al., 2007).

Polypores are generally characterised by the production of holobasidia, i.e. basidia without septa in a well-defined, non lamellate hymenium, where sterile structures may also occur. Basidiomata (also called basidiocarps or fruitbodies), where basidia and basidiospores are produced, are strongly variable in colour, consistency and morphology. The basidiospores are not repetitive (they do not produce another spore when they germinate), are forcedly discharged and therefore called ballistospores. Their morphology may be extremely variable and they are mostly hyaline, smooth and thin-walled (DONK, 1964; RYVARDEN, 1991; BERNICCHIA, 2005).

The hyphal system can be monomitic, when only generative hyphae are present; dimitic, when generative and skeletal hyphae, or seldom generative and binding hyphae are present; or trimitic, when the three types of hyphae are present in the basidiomata. The generative hyphae may also be clamped or simple septate (TEIXEIRA, 1995).

According to chemical reactions, microstructures can be amyloid, when they become greyish-bluish to lilac, or dextrinoid, when they become reddish, both in the presence of the Melzer reagent; when tested with Cotton Blue (or Amann Blue), they can be cyanophilous if a blue staining of the walls is shown, or xantochroic, when darkening in KOH (RYVARDEN, 1991; TEIXEIRA, 1995; BERNICCHIA, 2005).

All the above mentioned macro- and micromorphological characteristics are important for the taxonomy of the group and some of them, such as chemical reactions and morphology of the basidiospores, are considered of evolutionary significance.

Species of poroid fungi are mainly saprobes on dead wood, but many are dangerous parasites, especially of different tree species (ALEXOPOULOS et al., 1996; DEACON, 2006). They are considered the major wood decomposers, especially species of Polyporaceae, Corticiaceae and Hymenochaetaceae, but they can also decay other vegetal, animal, microbial or fungal remains. Thus, they play a crucial role in nutrient cycling, releasing among other things carbon originally removed from the atmosphere by autotrophic organisms in arboreous and shrubby ecosystems (RYVARDEN, 1991; ALEXOPOULOS et al., 1996; BERNICCHIA, 2005; DEACON, 2006).

Some species of poroid fungi are edible, but some of these wood-inhabiting fungi are toxic and can cause gastroenterological irritations (ALEXOPOULOS et al., 1996; GERHARDT, 2005). Other fungi can be found in association with the basidiomata of polypores (MAEKAWA; TSUNEDA, 2001; JONSELL; NORDLANDER, 2002; POLDMAA, 2007; KIRSCHNER et al., 2007), which are commonly used by insects as food and as reproduction sites (KOMONEN et al., 2004). Bryophytes are also reported to grow on polypores (VITAL et al., 2000).

Many species can be used as indicators of disturbance in native forests because they are more frequent in less affected areas and prefer to colonize larger and more decomposed logs, which become less frequent with selective logging (BADER et al., 1995; SAMUELSSON et al., 1994; NORSTEDT et al., 2001; SVERDRUP-THYGESON; LINDENMAYER, 2003; GIBERTONI et al., 2007). This aspect is very important for evaluation of fungal diversity because loss of plant diversity can lead to loss of fungal diversity. Other aspects that can affect polypore diversity in ecosystems are the diversity, size and quality of plant species (GILBERT et al., 2002; HEILMANN-CLAUSEN; CHRISTENSEN, 2004, 2005; LINDHE et al., 2004; NORDÉN et al., 2004; PENTTILÄ et al., 2004; ROLSTAD et al., 2004; HATTORI, 2005; SCHMIT, 2005; GIBERTONI et al., 2007; KÜFFER et al., 2008), the rainfall gradient (LINDBLAD, 2001b; GIBERTONI et al., 2007), influence of insects on the dissemination of species (MÜLLER et al., 2002) and the effect of fire on the colonization of environments (SAMUELSSON et al., 1994).

Some poroid fungi have been used for several purposes by human populations during the history (ALEXOPOULOS et al., 1996; PEINTNER et al., 1998; BERNICCHIA et al., 2006), including Brazilian populations (FIDALGO, 1965; SOTÃO; FIGUEIREDO, 1996; GÓES-NETO; BANDEIRA, 2003). Extracts of polypores species have been and are still tested for anti-viral activity against HIV-1 (WALDER et al. 1995a,b), and also for anti-bacterial and anti-fungal activity (SUAY et al., 2000; STAMETS, 2002; ROSA et al., 2003; WANG et al., 2004; SMANIA et al., 2007), with promising results. Some others are used as improvers of the immunological system and in cancer therapy (SHON; NAM, 2001; SMITH et al., 2002; ZJAWIONY, 2004; SLIVA, 2006) and many sub-products of species of poroid fungi are usually commercialised with these purpose (www.fungi.com).

The poroid fungi represent a group with approximately 2200 species spread by diverse regions of the world, but mainly associated with arboreous and shrubby ecosystems (RYVARDEN, 1991; KIRK et al., 2008). The first reports of poroid fungi in the Brazilian Amazonia (States of Amazonas and Pará) are due to Berkeley who studied fungi collected by Spruce (BERKELEY, 1851, 1856a,b,c,d) and HENNINGS (1900, 1901, 1902, 1904a,b,c,d, 1905, 1909a,b) who published a series of papers about fungi collected by Huber and Ule. In the Floresta Nacional de Caxiuanã, State of Pará, where the Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) is located, several works have been published and 86 species of polypores have been reported so far (SOTÃO et al., 1997, 2002, 2009), a number far lower than the already described species of poroid fungi.

MATERIAL AND METHODS

Area of study - The National Caxiuanã Forest: the ECFPn (http://www.museu-goeldi.br/ecfpn/) is located in the Floresta Nacional de Caxiuanã (Flona of Caxiuanã), Melgaço municipality, about 400 km W of Belém, capital city of the State of Pará, in the east part of the Brazilian Amazonia.

The Flona of Caxiuanã covers an area of 330.000 ha, 33.000 ha of which was donated by the Ministério do Meio Ambiente (MMA) and by the Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IBAMA) to the Museu Paraense Emílio Goledi (MPEG). In that area, a scientific station of 3.000 m^2 was built and is composed by a laboratory complex, computer room, library, auditorium, and lodgment for up to 50 researchers (SILVA et al., 1995; LISBOA, 2002).

Besides the scientific station, about 80 % of the ECFPn is covered by "terra firme" forests, where there may be found 645 tree species (65 plant families, 231 genera) with DBH larger than 10cm (ILKIU-BORGES et al., 2002). The rest of the ECFPn is composed of flooded forests ("igapó" and "várzea"), spots of Amazonian savannahs and secondary vegetation (ALMEIDA et al., 1993, 1997; FERREIRA et al., 1997; LISBOA et al., 1997, 2002a,b).

Collection, herborization, and morphological analysis: after a preliminary visit to the ECFPn, in the Caxiuanã National Forest, on January 2006, six transects delimited as pre-existent footpaths in "terra firme" ecosystem, with approximately 20m width × 1000m length, were investigated on July 2006, March and August 2007, and February 2008 ("plot 1": 51°27'34.35" W and 1°42'24.09" S; "plot 2" 51°29'0.73" W and 1°43'43.24" S; "plot 3" 51°30'38.62" W and 1°43'59.21" S; "plot 4" 51°31'14.72" W and 1°45'12.84" S; "TAB-D" and "TAB-E": 51°27'17.75" W and 1°44'12.96" S, both behind the buildings of the scientific station). Additional sites, in general in the way to the transects such as areas of secondary forest ("capoeira") and the area of the Esecaflor experiment, were also investigated.

All substrates favourable to the poroid fungi colonization were surveyed, for instance dead logs, including the burnt ones, litter, roots, or soil, and the specimens found were collected with a knife and, in some cases, with a machete. Basidiomata were placed in paper bags, in which data about collection site, collector number, date, number of the tree (when the polypore was found on a labelled tree), presence in soil or in living tree were written.

At ECFPn, the collected materials were put in stove for preliminary drying. When back to the Museu Paraense Emílio Goledi, the basidiomata were put again in stove at 45-50°C during approximately five days (FIDALGO; BONONI, 1989). Later on, they were macroscopically analysed, according to size (length, width, thickness) and colour of abhymenial and hymenial surfaces, tubes, context, and margin, when present (WATLING, 1969).

Free-hand sections of the abhymenial and hymenial surfaces, and context were made with a razor blade for microscopic examination of the material, at the same laboratory. Slices were placed between glass slides and cover slips with potassium hydroxide 3-5 % and stained with phloxine 1 %. The potassium hydroxide swells the tissue and allows to more easily spread them when placed between slide and cover slide, and turn brown the structures in xanthochroic basidiomycetes. Phloxine stains structures such as basidia and basidiospores with pink shadows. In some cases, the Amann Blue, which stains hyphae and basidiospores walls in blue and prevent dissolution of crystal matter, was used (TEIXEIRA, 1995). Melzer reagent was also utilised, so that amyloid (staining with greyish, bluish, lilac shadows) or dextrinoid reaction (brownish-reddish

tints) could be observed in basidiospores, hyphae and other microstructures (TEIXEIRA, 1995). These biochemical characteristics, as well as macroscopic characters such as shape, colour, size of the basidiome, and microscopic characters, such as hyphal system (TEIXEIRA, 1995), presence and characteristics of the fertile and sterile microstructures, were used for identification and elaboration of keys for families, genera and species.

For the identification of the materials, the following bibliography was used: Ryvarden and Johansen (1980), Gilbertson and Ryvarden (1986, 1987), Larsen and Cobb-Poule (1990), Stalpers (1993, 1996), Ryvarden (1991, 2004), Núñez and Ryvarden (1995, 2000, 2001). The descriptions of the species are provided by the consulted literature and by the CBS databases for A*phyllophorales*. The terminology and classification followed Kirk et al. (2008).

Part of the material (doubtful specimens) was taken to the Department of Botany of the University of Oslo, Norway, where a reference collection and literature were consulted under the supervision of Dr. Leif Ryvarden. After identification, it was incorporated to the herbaria of that institution (O). Most of the material was incorporated to MG (Museu Paraense Emílio Goeldi) and URM (Departamento de Micologia, Universidade Federal de Pernambuco).

RESULTS AND DISCUSSIONS

Nine families *sensu* Kirk et al. (2008), 42 genera and 96 species of poroid fungi were identified from four field trips undertaken in six transects in the ECFPn, a reserve of Amazonian Forest, in the state of Pará, western Brazilian Amazonia (Table 1).

The most diverse family was Polyporaceae, with higher number of genera and species (23 e 47, respectively), followed by Ganodermataceae (four and 16) and Hymenochaetaceae (four and 14). Meruliaceae was represented by four genera and four species, Fomitopsidaceae by two genera and two species, Phanerochaetaceae by one genus and three species, and Meripilaceae by one genus and seven species. Bondazerwiaceae and Schizoporaceae were represented by one genus and one species each. The higher number of species observed for Polyporaceae, Hymenochaetaceae and Ganodermataceae was expected, because they present higher species diversity compared to the other families of poroid Agaricomycetes (KIRK et al., 2008), and the data obtained agree with studies that include polypores in Brazil (BALTAZAR; GIBERTONI, 2009; DRECHSLER-SANTOS et al., 2009; GOMES-SILVA; GIBERTONI, 2009; GIBERTON; DRECHSLER-SANTOS, 2010).

Among the registered genera, A*bundisporus*, C*yclomyces*, C*oriolopsis*, E*arliella*, F*avolus*, F*omes*, F*omitopsis*, F*omitella*, G*loeoporus*, G*rammothele*, F*laviporus*, H*addowia*, H*umphreya*, I*rpex*, J*unghuhnia*, L*aetiporus*, L*enzites*, N*igrofomes*, O*xyporus*, P*achykytospora*, P*hylloporia*, P*ycnoporus*, P*yrofomes*, S*chizopora*, S*keletocutis*, T*inctoporellus* and W*rightoporia* presented one species, being E*arliella*, F*omitella*, F*avolus*, H*umphreya*, and N*igrofomes* monospecific genera, and F*omes*, H*addowia*, and I*rpex* represented, in the neotropics, by one species each. A*mauroderma* and P*hellinus* were the genera with more numerous species (11 each), followed by P*erenniporia* (nine) and R*igidoporus* (seven), P*olyporus* (six), T*richaptum* (five) and T*rametes* (four) (Table 1), which was expected for large genera in the Americas or in the tropics (RYVARDEN; JOHANSEN, 1980; LARSEN; COBB-POULE, 1990; FURTADO, 1981; GILBERTSON; RYVARDEN, 1986, 1987; NÚÑEZ; RYVARDEN, 1995, 2001; RYVARDEN, 2004).

No one species was collected both in all transects and in all field trips, and only seven (A*ntrodiella* n. sp., P*erenniporia inflexibilis*, P. *stipitata*, P*hellinus fastuosus*, P*olyporus dictyopus*, P. *leprieurii* and T*inctoporellus epimiltinus*) were collected in all transects. A*bundisporus roseoalbus*, A*mauroderma boleticeum*, A. *camerarium*, A*ntrodiella semisupina*, A. *versicutis*, C*oltricia cinnamomea*, C*yclomyces iodinus*, F*omitopsis lilacinogilva*, F*omitella supina*, H*addowia longipes*, H*exagonia variegata*, I*rpex lacteus*, J*unghuhnia carneola*, L*enzites elegans*, M*egasporporia setulosa*, N*igroporus rigidus*, P*achykytospora alabamae*, P*erenniporia contraria*, P. *detriutus*, P. *parvispora*, P*hellinus baccharidis*, P. *extensus*, P. *membranaceus*, P. *umbrinellus*, P*olyporus arcularius*, P*ycnoporus sanguineus*, P*yrofomes lateritius*, R*igidoporus aurantiacus*, R. *crocatus*, S*keletocutis lenis*, T*rametes versicolor*, and T*richaptum durum* were recorded just once, and are considered rare species (33,3 % of the species). The record of few common species and many rare was observed by Lindblad (2001a,b) and Gilbert et al. (2002), who suggested that rare species have small, sparse populations or their habitat is rare. Besides, the rarity of usually common species, such as H. *variega*, P. *sanguineus* and T. *versicolor*, may indicate the surveyed area is molsty composed by undisturbed forests, since these species or species of these genera have xeromorphic adaptations, i.e., they are adapted to places with low moisture, high temperature or high light incidence (RYVARDEN, 1977; RYVARDEN; JOHANSEN, 1980; LODGE; CANTRELL, 1995; GÓES-NETO et al., 2003).

Because there are few studies about polypores in the Brazilian Amazonia, all of them using data from random collections, it is difficult to compare the occurrence of its representatives with the data from the studied area. M. Fidalgo (1968) reported 10 species of poroid fungi collected on 1962 by Mee and Campos in the Amazonian area of the state of Mato Grosso, five of which are in common with our study. Capelari and Maziero (1988) reported 33 species collected in the areas of the rivers Jaru and Ji-Paraná, in the state of Rondônia, on October 1986, 18 of which were found in this study. Bononi (1992) cited 25 species of poroid fungi collected in three areas in Rio Branco, the capital of the state of Acre on July 1987, 10 of which were reported in the present study. Jesus (1996) registered 26 species of polypores collected on July 1989 in the Island of Maracá, in the state of Roraima, nine of which in common with the present study. The low number of species in common indicates the Amazonia has a quite heterogenous fungal diversity and collections should be undertaken in several areas.

Although the data obtained represent less than 5 % of the world estimation for poroid fungi species (2200), the results can be considered similar to those of the only three standardised studies about polypores in the neotropics (LINDBLAD, 2001a,b; GILBERT et al., 2002). The former ones were carried out in areas of tropical forests in Costa Rica visited four times between 1996 and 1997. Lindblad (2001a) found 75 species of polypores collected in two areas of primary and secondary forest where four plots in each area with 30 logs larger than 10cm and longer that 2m were surveyed. Lindblad (2001b) reported 86 species of poroid fungi in three areas of dry, moist and wet forests, where three plots in each forest type, with 30 logs of the same size, were sampled. Gilbert et al. (2002) collected 43 species of polypores in five transects of 500 m × 10 m in a tropical forest in Panama, on November and December 1993. These studies suggest that in high diverse ecosystems standartised, frequent collections could be more indicated to diversity acessment.

Even though the area had been surveyed before (SOTÃO et al., 1997, 2002, 2009), five new species, 17 new records to the state of Pará, 11 to the Brazilian Amazonia and six to Brazil were found. This fact could be due to the lack of frequent, standardised collections. Estimations to tropical forests suggest field trips of 2-month interval in a way that a more accurate evaluation of the development patterns of fructification and a real knowledge about diversity of poroid and corticioid fungi could be obtained (HUHNDORF et al., 2004).

Table 1. Families and species of poroid fungi, new records to the state of Pará, to the Brazilian Amazonia, to Brazil, and new species (in process of publication).

Families and species	New records			
	Pará	Brazilian Amazonia	Brazil	New species
Bondazerwiaceae				
Wrightoporia avellanea (Bres.) Pouzar				
Fomitopsidaceae				
Fomitopsis lilacinogilva (Berk.) J.E. Wright & J.R. Deschamps	x	x	x	
Laetiporus persicinus (Berk. & M.A. Curtis) Gilb.				
Ganodermataceae				
Amauroderma boleticeum (Pat. & Gaillard) Torrend				
Amauroderma camerarium (Berk.) J.S. Furtado				
Amauroderma elegantissimum Ryvarden & Iturr.	x	x	x	
Amauroderma exile (Berk.) Torrend				
Amauroderma intermedium (Bres. & Pat.) Torrend				
Amauroderma omphalodes (Berk.) Torrend				
Amauroderma praetervisum (Pat.) Torrend				
Amauroderma schomburgkii (Mont. & Berk.) Torrend				
Amauroderma sprucei (Pat.) Torrend				
Amauroderma sp 1				x
Amauroderma sp 2				x
Ganoderma australe (Fr.) Pat.				
Ganoderma multiplicatum (Mont.) Pat.				
Ganoderma stipitatum (Murrill) Murrill				
Haddowia longipes (Lév.) Steyaert				
Humphreya coffeata (Berk.) Steyaert				
Hymenochaetaceae				
Coltricia cinnamomea (Jacq.) Murrill				
Coltricia hamata (Romell) Ryvarden				
Cyclomyces iodinus (Mont.) Pat.				
Phellinus baccharidis (Pat.) Pat.				
Phellinus calcitratus (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden				
Phellinus extensus (Lév.) Pat.				
Phellinus fastuosus (Lév.) Ryvarden				
Phellinus gilvus (Schwein.) Pat.				
Phellinus membranaceus J.E. Wright & Blumenf.				
Phellinus merrillii (Murrill) Ryvarden				
Phellinus shaferi (Murrill) Ryvarden				
Phellinus umbrinellus (Bres.) S. Herrera & Bondartseva				
Phellinus undulatus (Murrill) Ryvarden				
Phylloporia spathulata (Hook.) Ryvarden				

Table 1. (cont.) Families and species of poroid fungi, new records to the state of Pará, to the Brazilian Amazonia, to Brazil, and new species (in process of publication).

Families and species	New records			
	Pará	Brazilian Amazonia	Brazil	New species
Meripilaceae				
Rigidoporus amazonicus Ryvarden	x			
Rigidoporus aurantiacus Ryvarden & Iturr.	x	x	x	
Rigidoporus crocatus (Pat.) Ryvarden	x	x	x	
Rigidoporus lineatus (Pers.) Ryvarden	x			
Rigidoporus microporus (Sw.) Overeem	x			
Rigidoporus vinctus (Berk.) Ryvarden				
Rigidoporus sp 1				x
Meruliaceae				
Flaviporus liebmanii (Fr.) Ginns	x	x		
Gloeoporus thelephoroides (Hook.) G. Cunn.				
Irpex lacteus (Fr.) Fr.				
Junghuhnia carneola (Bres.) Rajchenb.	x	x		
Polyporaceae				
Abundisporus roseoalbus (Jungh.) Ryvarden				
Coriolopsis caperata (Berk.) Murrill				
Earliella scabrosa (Pers.) Gilb. & Ryvarden				
Favolus tenuiculus P. Beauv.				
Fomes fasciatus (Sw.) Cooke				
Fomitella supina (Sw.) Murrill				
Grammothele lineata Berk. & M.A. Curtis	x			
Hexagonia glabra (P. Beauv.) Ryvarden				
Hexagonia hydnoides (Sw.) M. Fidalgo				
Hexagonia variegata Berk.				
Lenzites elegans (Spreng.) Pat.				
Loweporus tephroporus (Mont.) Ryvarden				
Megasporoporia cavernulosa (Berk.) Ryvarden				
Megasporoporia setulosa (Henn.) Rajchenb.				
Microporellus dealbatus (Berk. & M.A. Curtis) Murrill				
Microporellus obovatus (Jungh.) Ryvarden				
Nigrofomes melanosporus (Mont.) Murrill				
Nigroporus rigidus Ryvarden				
Nigroporus vinosus (Berk.) Murrill	x			
Pachykytospora alabamae (Berk. & Cooke) Ryvarden				
Perenniporia aurantiaca (A. David & Rajchenb.) Decock & Ryvarden				
Perenniporia contraria (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden				
Perenniporia detrita (Berk.) Ryvarden	x			
Perenniporia inflexibilis (Berk.) Ryvarden				
Perenniporia martia (Berk.) Ryvarden				

Table 1. (cont.) Families and species of poroid fungi, new records to the state of Pará, to the Brazilian Amazonia, to Brazil, and new species (in process of publication).

Families and species	New records			
	Pará	Brazilian Amazonia	Brazil	New species
Perenniporia medulla-panis (Jacq.) Donk				
Perenniporia parvispora Decock & Ryvarden	x	x	x	
Perenniporia stipitata Ryvarden				
Polyporus arcularius (Batsch) Fr.				
Polyporus dictyopus Mont.				
Polyporus guianensis Mont.				
Polyporus ianthinus Gibertoni & Ryvarden				
Polyporus leprieurii Mont.				
Polyporus tricholoma Mont.				
Pycnoporus sanguineus (L.) Murrill				
Pyrofomes lateritius (Cooke) Ryvarden				
Skeletocutis lenis (P. Karst.) Niemelä				
Tinctoporellus epimiltinus (Berk. & Broome) Ryvarden				
Trametes cotonea (Pat. & Har.) Ryvarden				
Trametes lactinea (Berk.) Sacc.				
Trametes modesta (Kunze ex Fr.) Ryvarden				
Trametes versicolor (L.) Lloyd				
Trichaptum durum (Jungh.) Corner	x	x	x	
Trichaptum griseofuscens Ryvarden & Iturr.	x	x	x	
Trichaptum perrottetii (Lév.) Ryvarden				
Trichaptum sector (Ehrenb.) Kreisel				
Trichaptum sprucei (Berk.) Rajchenb. & Bianchin.				
Schizoporaceae				
Schizopora flavipora (Berk. & M.A. Curtis ex Cooke) Ryvarden				
Phanerochaetaceae				
Antrodiella semisupina (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden	x	x		
Antrodiella versicutis (Berk. & M.A. Curtis) Gilb. & Ryvarden	x	x		
Antrodiella sp. 1				x
Incertae sedis				
Oxyporus mollis Gibertoni & Ryvarden				x

ACKNOWLEDGEMENTS

Helen Sotão (Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG) and her staff for organising the field trips, and for the help with material handling and bureaucracy; Flávio Vieira Vaz (Pão), who acted as boat pilot and field guide; Rosana Maziero, Alcindo Martins-Junior, Marlene Gibertoni and Ricardo Drechsler-Santos for help during the field trips; the staff of MPEG and ECFPn, who helped this research in numerous ways; Allyne Gomes-

Silva, Carla Lira, Georgea Melo, Ricardo Drechsler-Santos, Taciana Cabral and Thaís Lima (UFPE) for the help with data organisation; the Dottorato di Ricerca in Ecologia Sperimentale e Geobotanica (Anna Maria Picco, Università di Pavia), the Instituto Internacional de Educação do Brasil (IIEB)/Gordon and Betty Moore Foundation and the Pós-Graduação em Biologia de Fungos (UFPE) for partially financing this research.

REFERENCES

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. 4. ed. Nova York: Wiley and Sons, Inc John, 1996. p. 1-869.

ALMEIDA, S. S.; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na Estação Científica Ferreira Penna, em Caxiuanã, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Série Botânica, v. 9, n. 1, p. 93-188, 1993.

ALMEIDA, S. S.; RIBEIRO, G. O.; PIRES, J. M.; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L. Abundância, riqueza florística e similaridade em duas florestas de terra firme da Amazônia oriental. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1997. p. 263-272.

BADER, P.; JANSSON, S.; JONSSON, B. G. Wood-inhabiting and substratum decline in selective logged boreal spruce forests. **Biological Conservation**, v. 72, p. 355-362, 1995.

BALTAZAR, J. M.; GIBERTONI, T. B. A checklist of aphyllophoroid fungi (Basidiomycota) recorded from the Brazilian Atlantic rain forest. **Mycotaxon**, v. 109, p. 439-442, 2009.

BERKELEY, M. J. Decades of Fungi 31. **Hooker's London Journal of Botany**, v. 3, p. 14-21, 1851

BERKELEY, M. J. Rio Negro fungi. Decades of Fungi 51-54. **Hooker's London Journal of Botany**, v. 8, p. 129-144, 1856a.

BERKELEY, M. J. Rio Negro fungi. Decades of Fungi 55-56. **Hooker's London Journal of Botany**, v. 8, p. 169-177, 1856b.

BERKELEY, M. J. Rio Negro fungi. Decades of Fungi 57-58. **Hooker's London Journal of Botany**, v. 8, p. 193-200, 1856c

BERKELEY, M. J. Rio Negro fungi. Decades of Fungi 59-60. **Hooker's London Journal of Botany** , . 8, p. 233-241, 1856d.

BERNICCHIA, A.; FUGAZZOLA, M.; GEMELLI, V.; MANTOVANI, B.; LUCCHETTI, A.; CESARI, M.; SPERONI, E. DNA recovered and sequenced from an almost 7000 y-old Neolithic polypore, *Daedaleopsis tricolor*. **Mycological Research**, v. 110, p. 14-17, 2006.

BERNICCHIA, A. ***Polyporaceae*** s.l. Fungi europaei 10. Alassio: Edizioni Candusso, 2005. p. 1-808.

BONONI, V. L. R. Fungos macroscópicos de Rio Branco, Acre, Brasil. **Hoehnea**, v. 19, n. 1/2, p. 31-37, 1992.

CAPELARI, M; MAZIERO, R. Fungos macroscópicos do estado de Rondônia, região dos rios Jaru e Ji-Paraná. **Hoehnea**, v. 15, p. 28-36, 1988.

DEACON, J. **Fungal Biology**. 4. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.

DONK, M. A. A conspectus of the families of Aphyllophorales. **Persoonia**, v. 3, p. 199-324, 1964.

DRECHSLER-SANTOS, E. R.; GIBERTONI, T. B.; GÓES-NETO, A.; CAVALCANTI, M. A. Q. A re-evalutation of the lignocellulolytic Agaricomycetes from the Brazilian semi-arid region. **Mycotaxon**, v. 108, p. 241-244, 2009.

FERREIRA, L. V.; ALMEIDA, S. S.; ROSÁRIO, C. S. As áreas de inundação. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 195-212.

FIDALGO, M. E. P. K. Contribution to the fungi of Mato Grosso, Brazil. **Rickia**, v. 3, p. 171-219, 1968.

FIDALGO, O.; BONON, I. V. L. R. Fungos e liquens macroscópicos. In: FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. (Coord.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989.

FIDALGO, O. Conhecimento micológico dos índios brasileiros. **Rickia**, v. 2, p. 1-10, 1965.

FURTADO, J. S. Taxonomy of *Amauroderma* (*Basidiomycetes*, *Polyporaceae*). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 34, p. 1-109, 1981.

GERHARDT, E. **Guida ai funghi**. Bologna: Zanichelli, 2005.

GIBERTONI, T. B.; DRECHSLER- SANTOS, R. E. Lignocellulolytic Agaricomycetes from the Brazilian cerrado biome. **Mycotaxon**, v. 3, p. 87-90, 2010.

GIBERTONI, T. B.; SANTOS, P. J. P.; CAVALCANTI, M. A. Q. Ecological aspects of A*phyllophorales* in the Atlantic rain forest in northeast Brazil. **Fungal Diversity**, v. 25, p. 49-67, 2007.

GILBERT, G. S.; FERRER, A.; CARRANZA, J. Polypore fungal diversity and host density in a moist tropical forest. **Biodiversity and Conservation**, v. 11, p. 947-957, 2002.

GILBERTSON, R. L.; RYVARDEN, L. **North American Polypores**. v. 1. Oslo: Fungiflora, 1986.

GILBERTSON, R. L.; RYVARDEN, L. **North American Polypores**. v. 2. Oslo: Fungiflora, 1987.

GÓES-NETO, A.; MARQUES, M. F. O.; ANDRADE, J. D.; SANTOS, D. S. Lignicolous aphyllophoroid Basidiomycota in an Atlantic Forest fragment in the semi-arid caatinga region of Brazil. **Mycotaxon**, v. 88, p. 359-364, 2003.

GÓES-NETO, A.; BANDEIRA, F. P. S. F. A review of ethnomycology of indigenous people in Brazil and its relevance to the comparative ethnomycological studies in Latin America. **Revista Mexicana de Micología**, v. 17, p. 11-16, 2003.

GOMES-SILVA, A. C.; GIBERTONI, T. B. Checklist of the aphyllophoraceous fungi (Agaricomycetes) of the Brazilian Amazonia. **Mycotaxon**, v. 108, p. 319-322, 2009.

HATTORI, T. Diversity of wood-inhabiting polypores in temperate forest with different vegetation types in Japan. **Fungal Diversity**, v. 18, p. 73-88, 2005.

HEILMANN-CLAUSEN, J; CHRISTENSEN, M. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. **Forest Ecology and Management**, v. 201, p. 105-117, 2004.

HEILMANN-CLAUSEN, J; CHRISTENSEN, M. Wood-inhabiting macrofungi in Danish beech-forests - conflicting diversity patterns and their implications in a conservation perspective. **Biological Conservation**, v. 122, p. 633-642, 2005.

HENNINGS, P. Fungi Paraensis I. **Hedwigia**, v. 39, n. 3, p. 76-80, 1900.

HENNINGS, P. Fungi Paraensis I. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 3, n. 2, p. 231-237, 1901.

HENNINGS, P. Fungi Paraensis II. a cl. Dr. J. Huber collecti. **Hedwigia**, v. 41, n. 4, p. 15-18, 1902b.

HENNINGS, P. Fungi Amazonici I. a cl. Ernesto Ule collecti. **Hedwigia**, v. 43, p. 154-186, 1904a.

HENNINGS, P. Fungi Amazonici II. a cl. Ernesto Ule collecti. **Hedwigia**, v. 43, p. 242-273, 1904b.

HENNINGS, P. Fungi Amazonici III. a cl. Ernesto Ule collecti. **Hedwigia**, v. 43, p. 351-399, 1904c.

HENNINGS, P. Fungi Paraensis II. a cl. Dr. J. Huber collecti. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 4, n. 2-3, p. 407-414, 1904d.

HENNINGS, P. Fungi Amazonici VI. a cl. Ernesto Ule collecti. **Hedwigia**, v. 44, p. 57-71, 1905.

HENNINGS, P. Fungi Paraensis III. **Hedwigia**, v. 48, p. 101-117, 1909a.

HENNINGS, P. Fungi Paraensis III. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 5, n. 2, p. 268-293, 1909b.

HIBBET, D. S.; DONOGHUE, M. J. Progress toward a phylogenetic classification of the Polyporaceae through parsimony analysis of mitochondrial ribosomal DNA sequences. **Canadian Journal of Botany**, v. 73, p. 853-861, 1995. Supl. 1.

HIBBETT, D. S.; BINDER, M.; BISCHOFF, J. F.; BLACKWELL, M.; CANNON, P. F.; ERIKSSON, O. E.; HUHNDORF, S.; JAMES, T.; KIRK, P. M.; LÜCKING, R.; LUMBSCH, T.; LUTZONI, F.; MATHENY, P. B.; MCLAUGHLIN, D. J.; POWELL, M. J.; REDHEAD, S.; SCHOCH, C. L.; SPATAFORA, J. W.; STALPERS, J. A.; VILGALYS, R.; AIME, M. A.; APTROOT, A.; BAUER, R.; BEGEROW, D.; BENNY, G. L.; CASTLEBURY, L. A.; CROUS, P. W.; DAI, Y. C.; GAMS, W.; GEISER, D. M.; GRIFFITH, G. W.; GUEIDAN, C.; HAWKSWORTH, D. L.; HESTMARK, G.; HOSAKA, K.; HUMBER, R. A.; HYDE, K.; IRONSIDE, J. E.; KÕLJALG, U.; KURTZMAN, C. P.; LARSSON, K. H.; LICHTWARDT, R.; LONGCORE, J.; MIADLIKOWSKA, J.; MILLER, A.; MONCALVO, J. M.; MOZLEY-STANDRIDGE, S.; OBERWINKLER, F.; PARMASTO, E.; REEB, V.; ROGERS, J. D.; ROUX, C.; RYVARDEN, L.; SAMPAIO, J. P.; SCHÜSSLER, A.; SUGIYAMA, J.; THORN, J. G.; TIBELL, L.; UNTEREINER, W. A.; WALKER, C.; WANG, Z.; WEIR, A.; WEISS, M.; WHITE, M. M.; WINKA, K.; YAO, Y. J.; ZHANG, N. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. **Mycological Research**, v. 111, p. 509-547, 2007.

HUHNDORF, S. M.; LODGE, D. J.; WANG, C-J.; STOCKLAND, J. N. Macrofungi on woody substrata. In: MUELLER, G. M.; BILLS, G. F.; FOSTER, M. S. (Eds.). **Biodiversity of Fungi – inventory and monitoring methods.** Burlington: Elsevier Academic Press, 2004.

ILKIU-BORGES, A. L.; SILVA, A. S. L.; LISBOA, P. L. B.; LISBOA, R. C. L.; COSTA, D. C. T.; SANTOS, W. N.; ROSÁRIO, C. S. Diversidade florística e estrutura da mata de terra firme. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002.

JESUS, M. A. Contribution to the knowledge of wood-rotting fungi in Brazil. II. Check-list of fungi from Maracá Island, Roraima State. **Mycotaxon**, v. 57, p. 323-328, 1996.

JONSELL, M; NORDLANDER, G. Insects in polypore fungi as indicator species: a comparison between forest sites differing in amounts and continuity of deadwood. **Forest Ecology and Management**, v. 157, p. 101-118, 2002.

KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; MINTER, D. W.; STALPERS, J. A. **Dictionary of Fungi**. 10. ed. Surrey: CABI Publishing, 2008.

KIRSCHNER, R.; ARNOLD, G. R. W.; CHEN, C. J. C*ladobotryum semicirculare* sp. nov. (H*yphomycetes*) from commercially grown G*anoderma tsugae* in Taiwan and other B*asidiomycota* in Cuba. **Sydowia**, v. 59, n. 1, p. 114-124, 2007.

KOMONEN, A.; JONSELL, M.; OKLAND, B.; SVERDRUP-THYGESON, A.; THUNES, K. Insect assemblage associated with the polypore F*omitopsis pinicola*: a comparison across Fennoscandia. **Entomologica Fennica**, v. 15, n. 2, p. 102-112, 2004.

KÜFFER, N.; GILLET, F.; SENN-IRLET, B.; ARAGNO, M.; JOB, D. Ecological determinants of fungal diversity on dead wood in European forests. **Fungal Diversity**, v. 30, p. 83-95, 2008.

LARSEN, M.; COBB-POULE, L. A. P*hellinus* (Hymenochaetaceae) - a survey of the world taxa. **Fungiflora**, Oslo, p. 1-206, 1990.

LINDBLAD, I. Wood-inhabiting fungi in primary and secondary seasonally dry tropical forest, Costa Rica. In: LINDBLAD, I. **Diversity and distribution of wood-inhabiting Basidiomycetes on decomposing logs-examples from tropical and boreal forests.** Oslo: University of Oslo, 2001a. p. 1-23.

LINDBLAD, I. Diversity of poroid and some corticioid wood-inhabiting fungi along the rainfall gradient in tropical forests, Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, p. 353-369, 2001b.

LINDHE, A.; ASENBLAD, N.; TORESSON, H. G. Cut logs and high stumps of spruce, birch, aspen and oak-nine years of saproxylic fungi succession. **Biological Conservation**, v. 119, p. 443-454, 2004.

LISBOA, P. L. B. A Estação Científica Ferreira Penna/ECFPn (1993-2000). In: LISBOA, P. L. B (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 35-55.

LISBOA, P. L. B.; LISBOA, R. C. L.; SILVA, A. S. L. A vegetação secundária arbórea do heliponto. In: LISBOA, P. L. B (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002a. p. 321-328.

LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S. S. Florística e estrutura dos ambientes. In: LISBOA, P. L. B (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 163-183.

LISBOA, R. C. L.; LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ILKIU-BORGES, A. L. Floresta de terra firme das bacias dos rios Juruá (AM) e Caxiuanã (PA). In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002b. p.289-320.

LODGE, D. J.; CANTRELL, S. Fungal communities in wet tropical forests: variation in time and space. **Canadian Journal of Botany**, v. 73, p. 1391-1398, 1995. Supl. 1.

MAEKAWA, N.; TSUNEDA, A. E*leutheromyces longispora* sp. nov., with a H*yphozyma* synanamorph isolated from decaying basidioma of T*rametes versicolor*. **Mycotaxon**, v. 78, p. 167-174, 2001.

MÜLLER, M. M.; VARAMA, M.; HEINONEN, J.; HALLAKSELA, A. M. Influence of insects on the diversity of fungi in decaying spruce wood in managed and natural forests. **Forest Ecology and Management**, v. 166, p. 165-181, 2002.

NORDÉN, B.; RYBERG, M.; GOTMARK, F.; OLAUSSON, B. Relative importance of coarse and fine woody debris for the diversity of wood-inhabiting fungi in temperate broadleaf forests. **Biological Conservation**, v. 117, p. 1-10, 2004.

NORSTEDT, G.; BADER, P.; ERICSON, L. Polypores as indicators of conservation value in Corsican pine forest. **Biological Conservation**, v. 99, p. 347-354, 2001.

NÚÑEZ, M; RYVARDEN, L. ***Polyporus* (Basidiomycotina) and related genera**. Oslo: Fungiflora, 1995. p. 1-85

NÚÑEZ, M; RYVARDEN, L. **East Asian Polypores**. v. 1. Oslo: Fungiflora, 2000. p. 1-168.

NÚÑEZ, M; RYVARDEN, L. **East Asian Polypores**. v. 2. Oslo: Fungiflora, 2001, p. 169-522

PEINTNER, U.; PÖDER, R.; PÜMPEL, T. The iceman's fungi. **Mycological Research**, v. 102, n. 10, p. 1153-1162, 1998.

PENTTILÄ, R.; SIITONEN, J.; KUUSINEN, M. Polypore diversity in managed and old-growth boreal P*icea abies* forests in southern Finland. **Biological Conservation**, v. 117, p. 271-283, 2004.

POLDMAA, K. Records of H*ypomyces*, including two new species, from Chanchamayo, Peru. **Mycotaxon**, v. 102, p. 183-197, 2007.

ROLSTAD, J.; SÆTERSDAL, M.; GJERDE, I.; STORAUNET, K. O. Wood-decaying fungi in boreal forest: are species richness and abundances influenced by small-scale spatiotemporal distribution of dead wood? **Biological Conservation**, v. 117, p. 539-555, 2004.

ROSA, L. C.; MACHADO, K. M. G.; JACOB, C. C.; CAPELARI, M.; ROSA, C. A.; ZANI, C. L. Screening of Brazilian B*asidiomycetes* for antimicrobial activity. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 7, p. 967-974, 2003.

RYVARDEN, L. Type studies in the Polyporaceae 9. Species described by E.M. Wakefield. **Mycotaxon**, v. 5, n. 1, p. 331-336, 1977.

RYVARDEN, L.; JOHANSEN, I. **A preliminary polypore flora of East Africa**. Oslo: Fungiflora, 1980. p. 1-636.

RYVARDEN, L. **Genera of Polypores** - nomenclature and taxonomy. Oslo: Fungiflora, 1991. p. 1-363.

RYVARDEN, L. **Neotropical Polypores**. Part 1. Oslo: Fungiflora, 2004. p. 1-229.

SAMUELSSON, J.; GUSTAFSSON, L.; INGELÖG, T. **Dying and dead trees** - a review of their importance for biodiversity. Uppsala: Swedish Threatened Species Unit., 1994. p. 1-110.

SCHMIT, J. P. Species richness of tropical wood-inhabiting macro fungi provides support for species-energy theory. **Mycologia**, v. 97, n. 4, p. 751-761, 2005.

SHON, Y. H.; NAM, K. S. Antimutagenicity and induction of anticarcinogenic phase II enzymes by basidiomycetes. **Journal of Enthnopharmacology**, v. 77, p. 103-109, 2001.

SILVA, H. P.; ALMEIDA, S. S.; LISBOA, P. L. B. Ferreira Penna Scientific Station: a new opportunity for research in the lower Amazon basin, Caxiuanã, Pará, Brasil. **Antropologia Biológica**, v. 3, n. 2, p. 59-6, 1995.

SLIVA, D. G*anoderma lucidum* in cancer research. **Leukemia Research**, v. 30, p. 767-768, 2006.

SMANIA, E. F. A.; MONACHE, F.; YUNES, R. A.; PAULERT, R.; SMANIA-JUNIOR, A. Antimicrobial activity of methyl australate from G*anoderma australe*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 14-16, 2007.

SMITH, J. E.; ROWAN, N. J.; SULLIVAN, R. Medicinal mushrooms: a rapidly developing area of biotechnology for cancer therapy and other bioactivities. **Biotechnology Letters**, v. 24, p. 1839-1845, 2002.

SOTÃO, H. M. P.; FIGUEIREDO, T. M. Utilização do fungo P*ycnoporus sanguineus* na cerâmica do Maruanum. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 12, n. 1, p. 15-20, 1996.

SOTÃO, H. M. P.; GIBERTONI, T. B.; MAZIERO, R.; BASEIA, I.; MEDEIROS, O. S.; MARTINS-JUNIOR, A.; CAPELARI, M. Fungos macroscópicos da Floresta Nacional de Caxiuanã: Basidiomycota (Agaricomycetes). In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 383-396.

SOTÃO, H. M. P.; GUGLIOTTA, A.; OLIVEIRA, A.; LUZ, A. B.; MELO, O. A. Fungos Poliporóides. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002, p. 433-444.

SOTÃO, H. M. P.; HENNEN, J. F.; GUGLIOTTA, A.; MELO, O. A.; CAMPOS, E. L. Fungos - Basidiomycotina. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 213-219.

STALPERS, J. A. The aphyllophoraceous fungi I. Keys to the species of the T*helephorales*. **Studies in Mycology**, v. 35, 1993.

STALPERS, J. A. The aphyllophoraceous fungi II. Keys to the species of the H*ericiales*. **Studies in Mycology**, v. 40, 1996.

STAMETS, P. Novel antimicrobials from mushrooms. **Herbal Gram**, v. 54, p. 29-33, 2002.

SUAY, I.; ARENAL, F.; ASENSIO, F. J.; BASILIO, A.; CABELLO, M. A.; DÍEZ, M. T.; GARCÍA, J. B.; DEL VAL, A. G.; GORROCHATEGUI, J.; HERNÁNDEZ, P.; PELÁEZ, F.; VICENTE, M. F. Screening of basidiomycetes for antimicrobial activities. **Antonie van Leeuwenhoeck**, v. 78, p. 129-139, 2000.

SVERDRUP-THYGESON, A.; LINDENMAYER, D. B. Ecological continuity and assumed indicator fungi in boreal forest: the importance of the landscape matrix. **Forest Ecology and Management**, v. 174, p. 353-363, 2003.

TEIXEIRA, A. R. **Método para estudo das hifas do basidiocarpo de fungos poliporáceos**. Manual n. 6. São Paulo: Instituto de Botânica. 1995.

VITAL, D. M.; CAPELARI, M.; GUGLIOTTA, A. M.; BONONI, V. L. R. Bryophytes on fungi. **Tropical Bryology**, v. 19, p. 31-40, 2000.

WALDER, R.; KALVATCHEV, Z.; GARZARO, D.; BARRIOS, M. I*n vitro* antiviral activity from F*omitella supina*, P*hellinus rhabarbarinus*, T*richaptum perrottettii* and T*rametes cubensis*. **Fitoterapia**, v. 66, n. 3, p. 249-256, 1995a.

WALDER, R.; KALVATCHEV, Z.; GARZARO, D.; BARRIOS, M. I*n vitro* expression of interferon induced by extracs from F*omitella supina*, P*hellinus rhabarbarinus*, T*richaptum perrottettii* and T*rametes cubensis*: antiviral activity against HIV-1. **Fitoterapia**, v. 66, n. 6, p. 510-514, 1995b.

WANG, H.; NG, T. B.; LIU, Q. Alveolarin, a novel antifungal polypeptide from the wild mushroom P*olyporus alveolaris*. **Peptides**, v. 25, p. 693-696, 2004.

WATLING, R. **Colour Identification Chart**. Edinburgh: Her Majesty's Stationary Office, 1969.

ZJAWIONY, J. K. Biologically Active Compounds from Aphyllophorales (Polypore) Fungi. **Journal of Natural Products**, v. 67, p. 300-310, 2004.

LIQUENS CORTICÍCOLAS CROSTOSOS (ASCOMYCOTA LIQUENIZADOS) DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Marcela Eugenia da Silva Cáceres
Tamires Santos Vieira
Luciana Santos de Jesus
Robert Lücking

INTRODUÇÃO

Atualmente, em torno de 20 % de todas as espécies de fungos conhecidas são encontradas na natureza, simbioticamente associadas a algas e/ou cianobactérias (WEBSTER; WEBER, 2007; KIRK et al., 2010). O processo de associação entre estes simbiontes é denominado liquenização, resultando na formação de uma unidade biológica, o líquen, possuidor de uma estrutura estável e não encontrada em outros fungos, que é o talo liquênico (BÜDEL; SCHEIDEGGER, 1996; NASH, 2008).

O filo A*scomycota* é considerado como o grupo de fungos com o maior número de espécies, cerca de 65.000 conhecidas (HAWKSWORTH, 1995; KIRK et al., 2010). Estes fungos colonizam uma grande variedade de substratos e são, em geral, componentes importantes nos processos de decomposição, devido à sua capacidade de degradar celulose e outros polímeros vegetais (HEERKLOTZ; PFENNING, 1999). Do número mencionado de espécies de A*scomycota*, aproximadamente 30 % são liquenizados (NASH, 2008).

Os fungos do filo A*scomycota*, de uma maneira geral, têm sido muito pouco estudados no Brasil (SILVA; MINTER, 1995; HEERKLOTZ; PFENNING, 1999), principalmente se comparados aos recentes trabalhos realizados sobre alguns grupos de B*asidiomycota*, em áreas de Mata Atlântica e na Amazônia (BASEIA, 2005; GIBERTONI; CAVALCANTI, 2003; GIBERTONI et al., 2003, 2004a,b,c, 2006; WARTCHOW; MAIA, 2007).

Estimativas sobre a diversidade dos A*scomycota* liquenizados no país ainda são restritas a poucos grupos e regiões, como por exemplo, os liquens corticícolas da Mata Atlântica nordestina, porém, não incluindo o estado da Bahia (CÁCERES, 1999, 2007; CÁCERES; LÜCKING, 2000, 2002; CÁCERES et al., 2000, 2007), e estudos na Mata Atlântica e do Cerrado das regiões Sul e Sudeste do país (CANÊZ; MARCELLI, 2006; ELIASARO; ADLER, 1997, 2000; ELIASARO; DONHA, 2003; FLEIG, 1985; FLEIG; MEDEIROS-FILHO, 1990; FLEIG et al., 1995; MARCELLI, 1991, 1992, 1993, 1995, 1998; SPIELMANN, 2007; SPIELMANN; MARCELLI, 2008).

Alguns trabalhos mais recentes na floresta amazônica incluem apenas os Ascomycota liquenizados de hábito foliícola, como o realizado anteriormente na Flona Caxiuanã (LÜCKING; CÁCERES 2002), assim como em outras partes da Amazônia (KALB, 1981, 1987, 1988, 1990, 1991, 2001, 2004; KALB; ELIX 1995, 2004; KALB, VÌZDA, 1987, 1988; KALB et al., 2000, 2004; LÜCKING; KALB, 2000; STIRTON, 1878), além de um estudo em andamento no estado de Rondônia (dados não publicados).

As florestas tropicais representam o ambiente ideal para o desenvolvimento da maioria dos fungos, incluindo os liquenizados, que encontram nesta vegetação uma grande diversidade de substratos e micro-habitats propícios ao seu crescimento. Os Ascomycota liquenizados de hábito foliícola, por exemplo, têm nas florestas tropicais úmidas o principal ambiente para o seu crescimento, não sendo encontrados em nenhum outro bioma (SANTESSON, 1952; SIPMAN; HARRIS, 1989; CÁCERES et al., 2000; LÜCKING, 2008).

A maior área de floresta tropical úmida do mundo encontra-se nos neotrópicos e está dividida em três grandes blocos ou províncias biogeográficas (TAKHTAJAN, 1986; WHITMORE, 1990), duas delas dentro do território brasileiro: (1,2) a província do Atlântico (Mata Atlântica), formando uma estreita faixa ao longo da costa brasileira, que se estende desde o Nordeste até o Sudeste do país; e (3) a província da Amazônia (Floresta Amazônica), sendo a mais extensa floresta tropical do mundo, com três milhões quilômetros quadrados.

O presente trabalho pode ser considerado uma avaliação inicial da micota liquenizada corticícola crostosa, na Floresta Nacional de Caxiuanã (Flona), onde foi realizada uma coleta de cinco dias de visita à Estação Científica Ferreira Penna, em fevereiro de 2009. Nem todas as amostras foram, até o momento, analisadas e identificadas em nível específico, mas, pelo menos duas espécies estão sendo descritas atualmente como novidades científicas. Isto evidencia a necessidade de novas coletas na área, incluindo também o extrato superior da floresta que, por sua maior incidência de luz, deverá apresentar uma diversidade de liquens ainda maior, ou seja, com um número maior de espécies e com uma composição diferente da encontrada nas áreas sombreadas (KOMPOSCH; HAFELLNER, 2000, 2002, 2003).

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área: a área de estudo está situada na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), pertencente ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), na Floresta Nacional de Caxiuanã localizada a aproximadamente 400 km de Belém, capital do Pará, na Amazônia Oriental. Ocupa uma área situada a 01°42'30"S e 51°31'45"W, abrangendo partes dos municípios de Melgaço e Portel, no estado do Pará.

Coleta: os materiais usados na coleta foram: GPS, para registro das coordenadas dos pontos de coleta; martelo e faca, para retirada dos liquens no córtex das árvores; envelopes de papel, para acondicionar as amostras no campo, onde foram anotados local e data de coleta; prensa botânica, para secagem do material em temperatura ambiente.

Prensagem e processamento do material: após a coleta, as cascas das árvores contendo as amostras de fungos liquenizados foram prensadas entre camadas de jornal e papelões, numa prensa botânica de madeira, para evitar que ficassem deformadas ou "enroladas" durante a secagem em temperatura ambiente. Após a prensagem, foram confeccionadas as exsicatas das amostras. Este processo consiste na colagem de cada amostra no centro do papel cartão branco, de 14 × 9 cm, onde foram colocados a devida identificação do local e a data da coleta. Após a confecção das exsicatas, elas foram depositadas em caixas e levadas ao freezer (-22°C) durante pelo menos uma semana, para melhor conservação.

Identificação: as amostras de fungos liquenizados foram analisadas no Laboratório de Liquenologia (LALIQ-UFS), do Departamento de Biociências, na Universidade Federal de Sergipe, Campus Professor Alberto Carvalho, em Itabaiana, Sergipe.

As características principais, consideradas fundamentais na identificação dos fungos liquenizados, estão relacionadas ao hábito; tipo e cor do talo; substrato; presença; tamanho; septação e coloração dos ascósporos; presença de carbonização no excípulo e outras regiões do ascoma; reações à solução aquosa de KOH (10 %) e Lugol (2 %), entre outras.

As observações de caracteres macroscópicos foram feitas em microscópio estereoscópico LEICA EZ4. As características microscópicas foram analisadas em microscópio óptico LEICA DM500, através da observação de cortes transversais das amostras dos liquens (principalmente ascoma), montados em lâmina de vidro, com uma gota de água destilada. Todos estes procedimentos serviram como respaldo para a identificação das espécies, com a utilização de chaves de identificação apropriadas para os determinados grupos taxonômicos (CÁCERES, 2007; FRISCH, 2006; LÜCKING et al., 2009a; LÜCKING; RIVAS PLATA, 2008; MARBACH, 2000; STAIGER, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da análise parcial das amostras coletadas na Estação Científica Ferreira Penna, no período de fevereiro de 2009, foi registrado, até o momento, um total de 35 espécies de liquens corticícolas crostosos, pertencendo a 21 gêneros, nove famílias e sete ordens (Tabela 1, Figuras 1-5). A Família Graphidaceae é a que apresenta o maior número de táxons, com sete gêneros e 12 espécies. Os gêneros mais diversos, na área estudada, são *Sarcographa* Fée e *Stegobolus* Mont., com quatro espécies cada um, e *Ocellularia* G. Mey., com três espécies. Sete, dos demais gêneros, possuem duas espécies cada, como *Ampliotrema* Kalb ex. Kalb, *Carbacanthographis* Staiger & Kalb, *Chapsa* A. Massal., *Graphis* Adans., *Letrouitia* Hafellner & Bellem., *Malmidea* Kalb, Rivas Plata & Lumbsch e *Trypethelium* Spreng.; os gêneros restantes estão representados por uma espécie cada (Tabela 1).

A enumeração de espécies de liquens corticícolas crostosos na Estação Científica Ferreira Penna, aumenta o número total de espécies de liquens registrados na Flona Caxiuanã, para 199, se considerarmos as espécies de liquens de hábito foliícola registradas em estudo anterior (LÜCKING; CÁCERES, 2002). Este número é ainda muito menor do que os registrados em outras localidades e países, como a Costa Rica, onde apenas uma de suas áreas de floresta tropical úmida pode ter até 500-600 espécies (LÜCKING et al., 2009b).

Este resultado aqui apresentado pode indicar que ainda falta muita informação sobre os liquens da Amazônia, principalmente pelo fato de que muitas espécies de fungos liquenizados corticícolas crostosos crescem no dossel da floresta, local onde estudos completos ainda não foram realizados. Vale salientar, também, que as espécies das famílias Porinaceae, Pyrenulaceae e Trypetheliaceae ainda não foram analisadas em sua totalidade, e podem adicionar muito mais espécies que no número atual registrado na área de estudo. Outros grupos que estão por serem analisados são as famílias Coenogoniaceae e Ramalinaceae, com os gêneros *Bacidia*, *Coenogonium* e *Phyllopsora*, que são representantes característicos de áreas de florestas tropicais da Amazônia.

Apesar de ser necessário o aumento no esforço de coleta na área da Flona Caxiuanã, e ainda não ter sido examinado o total de amostras coletadas inicialmente neste estudo, estão sendo registrados em outra publicação novidades taxonômicas com relação aos liquens corticícolas crostosos da área, como as novas espécies descritas *Graphis brachylirellata* Cáceres & Lücking e *Malmidea leucogranifera* Cáceres & Lücking, e a novas combinações em *Ampliotrema megalostoma* (Müll. Arg.) Cáceres & Lücking, *Ocellularia conformalis* (Kremp.) Cáceres & Lücking, *Sarcographa megistocarpa* (Leight.) Cáceres & Lücking e *Redingeria microspora* (Zahlbr.) Cáceres

Tabela 1. Espécies de fungos liquenizados cortícolas crostosos da Estação Científica Ferreira Penna, na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, Brasil.

Espécie	Família	Ordem
Ampliotrema amplius (Nyl.) Kalb	Thelotremataceae	Ostropales
Ampliotrema megalostoma (Müll. Arg.) Cáceres & Lücking	Thelotremataceae	Ostropales
Arthonia sp	Arthoniaceae	Arthoniales
Astrothelium galbineum Kremp.	Trypetheliaceae	Pyrenulales
Carbacanthographis chionophora (Redinger) Staiger & Kalb	Graphidaceae	Ostropales
Carbacanthographis stictica Staiger & Kalb	Graphidaceae	Ostropales
Chapsa aggregata (Hale) Sipman & Lücking	Thelotremataceae	Ostropales
Chapsa dilatata (Müll. Arg.) Kalb	Thelotremataceae	Ostropales
Fissurina dumastii Fée	Graphidaceae	Ostropales
Graphis brachylirellata Cáceres & Lücking	Graphidaceae	Ostropales
Graphis rhizocola (Fée) Lücking & Chaves	Graphidaceae	Ostropales
Hemithecium rufopallidum (Vain.) Staiger	Graphidaceae	Ostropales
Letrouitia subvulpina (Nyl.) Haffelner	Letrouitiaceae	Teloschistales
Letrouitia vulpina (Tuck.) Haffelner & Bellem.	Letrouitiaceae	Teloschistales
Malmidea piperis (Spreng.) Kalb, Rivas-Plata & Lumbsch	Malmideacea	Lecanorales
Malmidea leucogranifera Cáceres & Lücking	Malmideacea	Lecanorales
Myeloconis guyanensis P.M. McCarthy & Elix	Porinaceae	Trichotheliales
Ocellularia aff. *henatoma* (Ach.) Müll. Arg.	Thelotremataceae	Ostropales
Ocellularia conformalis (Kremp.) Cáceres & Lücking	Thelotremataceae	Ostropales
Ocellularia psorbarroensis Sipman	Thelotremataceae	Ostropales
Opegrapha sp	Arthoniaceae	Arthoniales
Phaeographis haematites (Fée) Müll. Arg.	Graphidaceae	Ostropales
Platygramme pachyspora (Redinger) Staiger	Graphidaceae	Ostropales
Redingeria microspora (Zahlbr.) Cáceres & Lücking	Thelotremataceae	Ostropales
Sarcographa heteroclita (Mont.) Zahlbr.	Graphidaceae	Ostropales
Sarcographa labyrinthica (Ach.) Müll. Arg.	Graphidaceae	Ostropales
Sarcographa megistocarpa (Leight.) Cáceres & Lücking	Graphidaceae	Ostropales
Sarcographa ramificans (Kremp.) Staiger	Graphidaceae	Ostropales
Sclerophyton seriale (Ach.) Sparrius	Roccellaceae	Arthoniales
Stegobolus anamorphus (Nyl.) A. Frisch & Kalb	Thelotremataceae	Ostropales
Stegobolus percolumellatus (Sipman) A. Frisch	Thelotremataceae	Ostropales
Stegobolus subcavatus (Nyl.) A. Frisch	Thelotremataceae	Ostropales
Stegobolus wrightii (Tuck.) A. Frisch	Thelotremataceae	Ostropales
Trypethelium aeneum (Eschw.) Zahlbr.	Trypetheliaceae	Pyrenulales

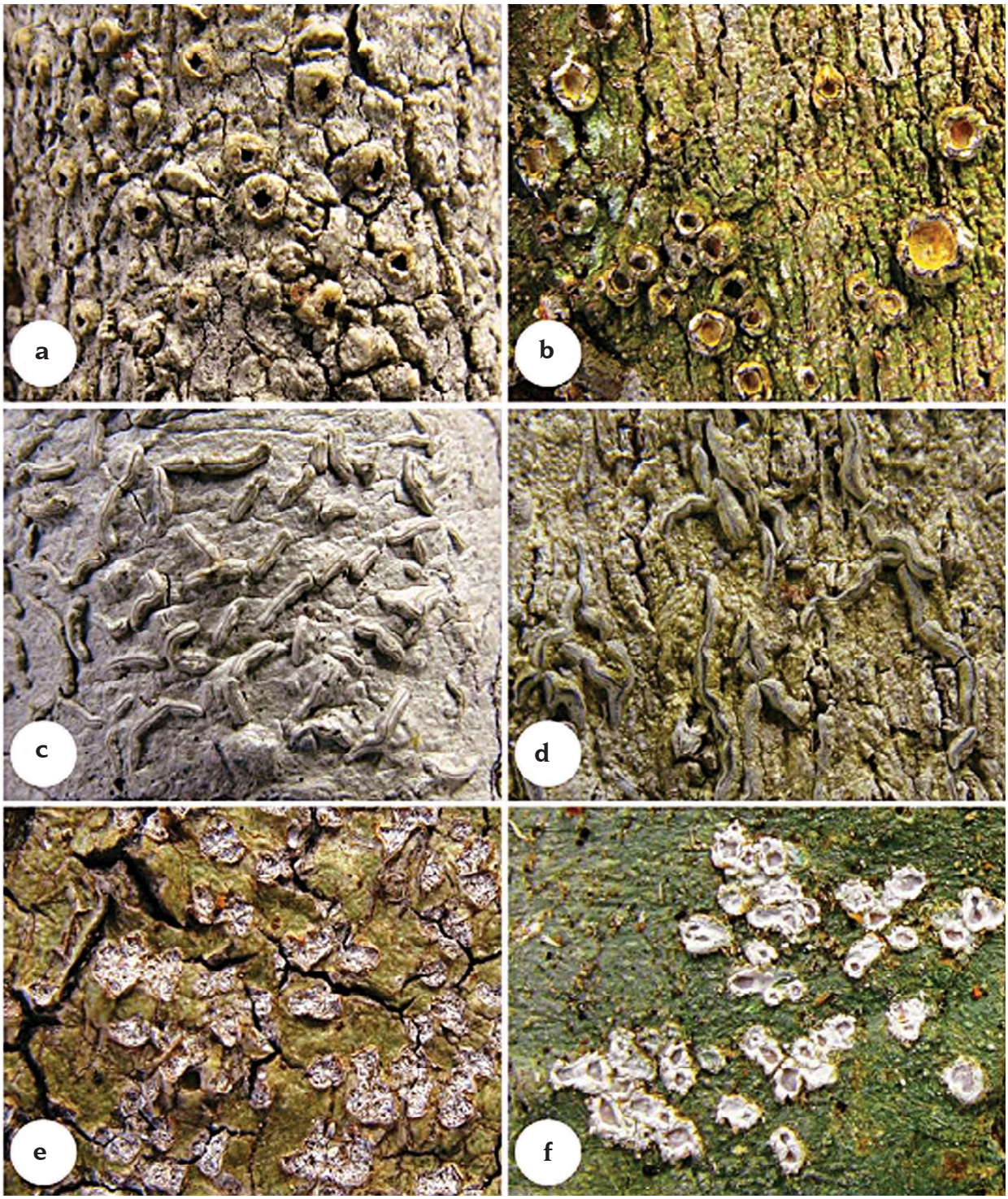


Figura 1a-f. Liquens corticícolas crostosos da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. a. A*mpliotrema amplius*, talo com apotécios; b. A. *megalostoma*, talo com apotécios; c. C*arbacanthographis chionophora*, talo com apotécios; d. C. *stictica*, talo com apotécios; e. C*hapsa aggregata*, talo com apotécios; f. C. *dilatala*, talo com apotécios. Fotos: Robert Lücking.

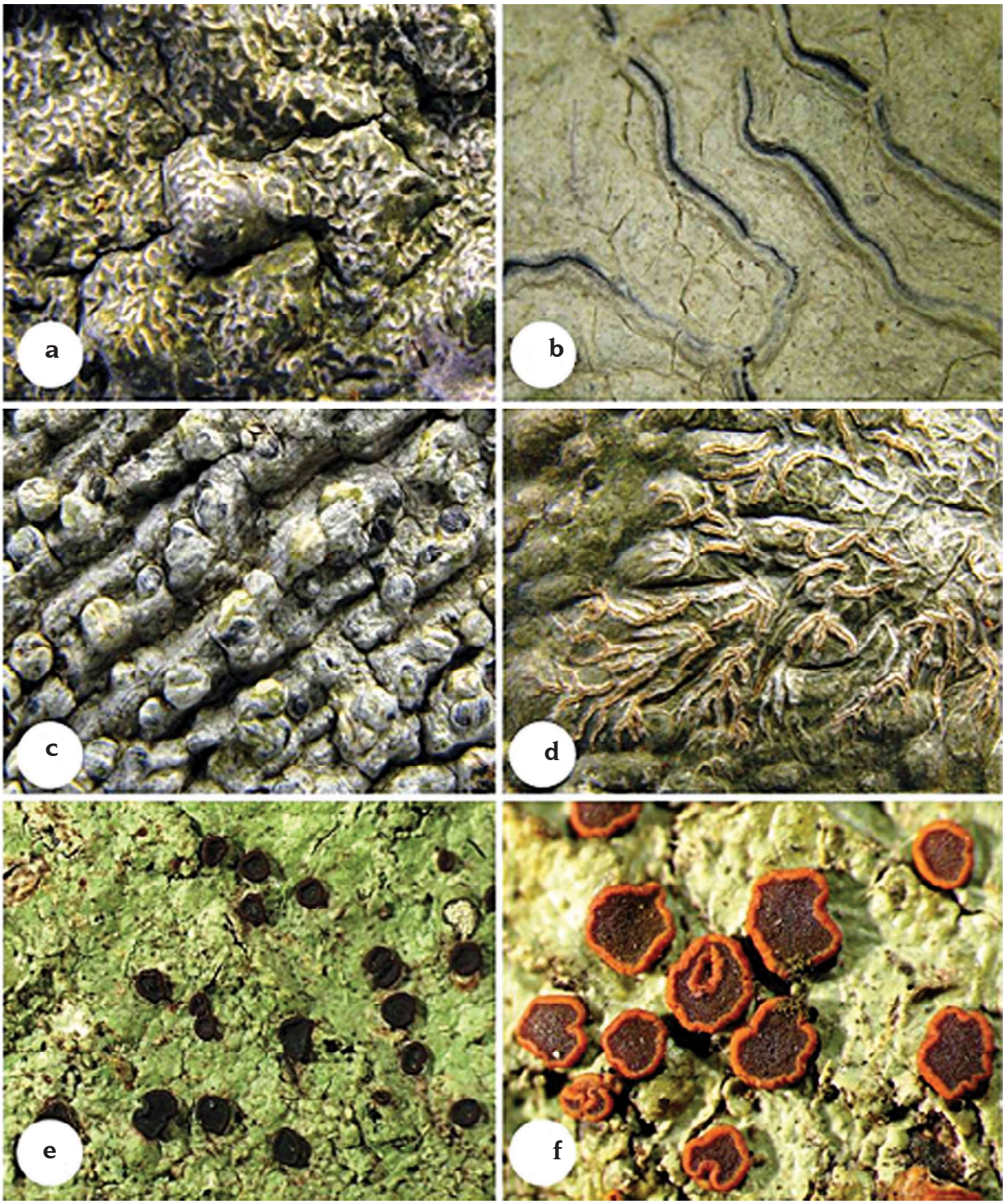


Figura 2a-f. Liquens corticícolas crostosos da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. a. F*issurina dumastii*, talo com apotécios; b. G*raphis rhizocola*, talo com apotécios; c. G*raphis* sp., talo com apotécios; d. H*emithecium rufopallidum*, talo com apotécios; e. L*etrouitia subvulpina*, talo com apotécios; f. L. *vulpina*, talo com apotécios. Fotos: Robert Lücking.

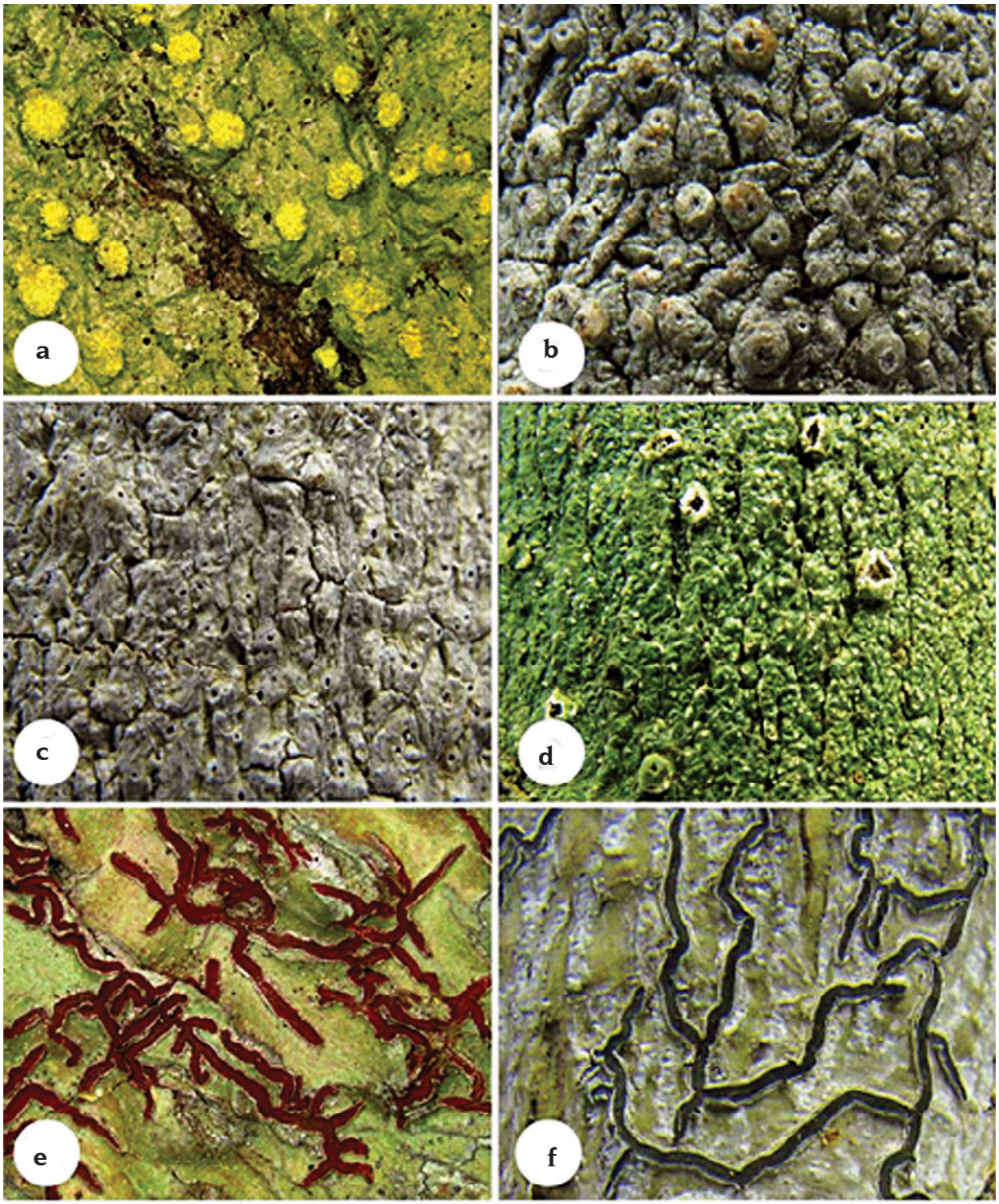


Figura 3a-f. Liquens corticícolas crostosos da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. a. M*yeloconis guyanensis*, talo com sorédios; b. O*cellularia* aff. *henatoma*, talo com apotécios; c. O. *conformalis*, talo com apotécios; d. O. *psorbarroensis*, talo com apotécios; e. P*haeographis haematites*, talo com apotécios; f. P*haeographis* sp., talo com apotécios. Fotos: Robert Lücking.

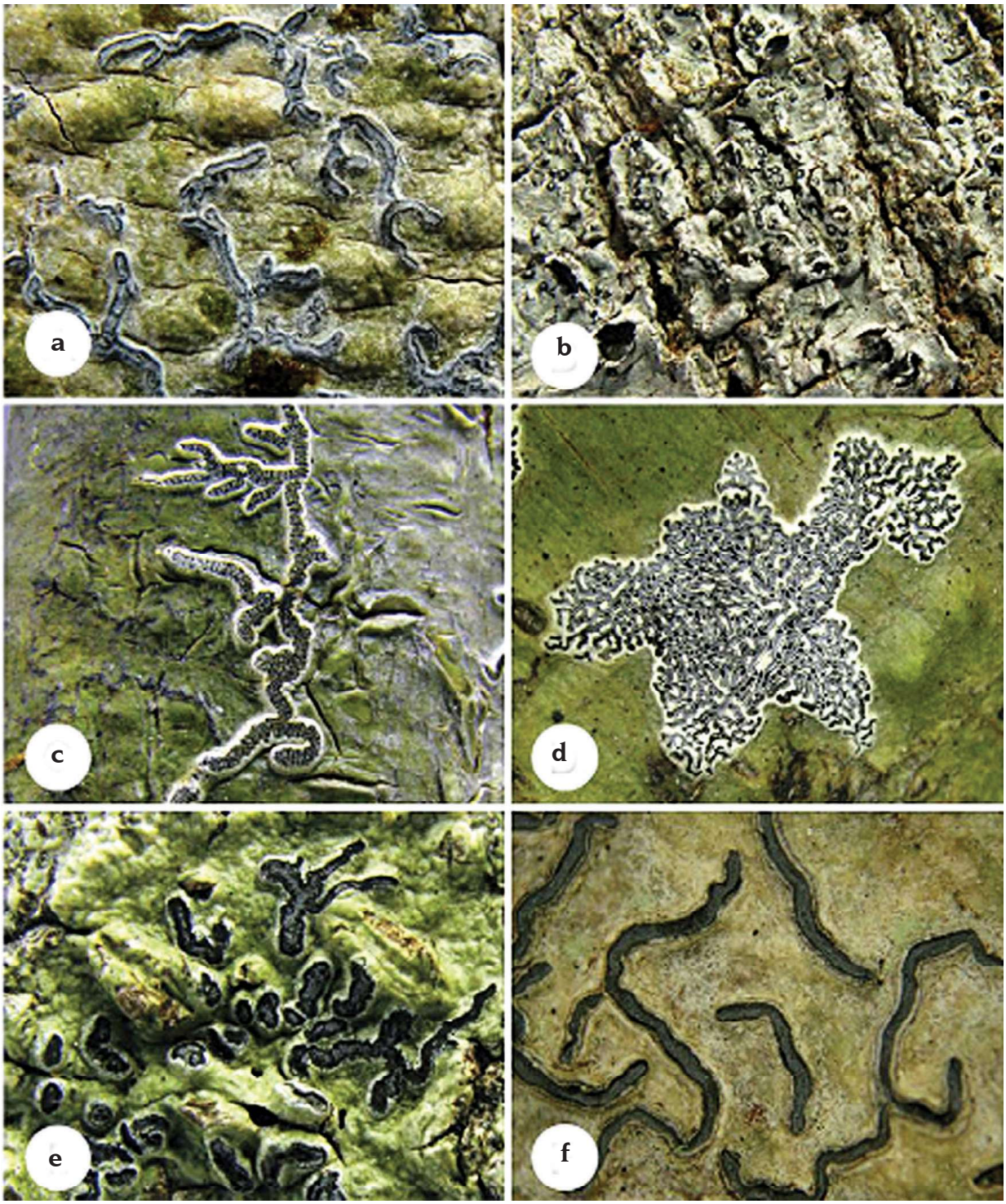


Figura 4a-f. Liquens corticícolas crostosos da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. a. P*latygramme pachyspora*, talo com apotécios; b. R*edingeria microspora*, talo com apotécios; c. S*arcographa heteroclita*, talo com apotécios; d. S. *labyrinthica*, talo com apotécios; e. S. *megistocarpa*, talo com apotécios; f. S. *ramificans*, talo com apotécios. Fotos: Robert Lücking.

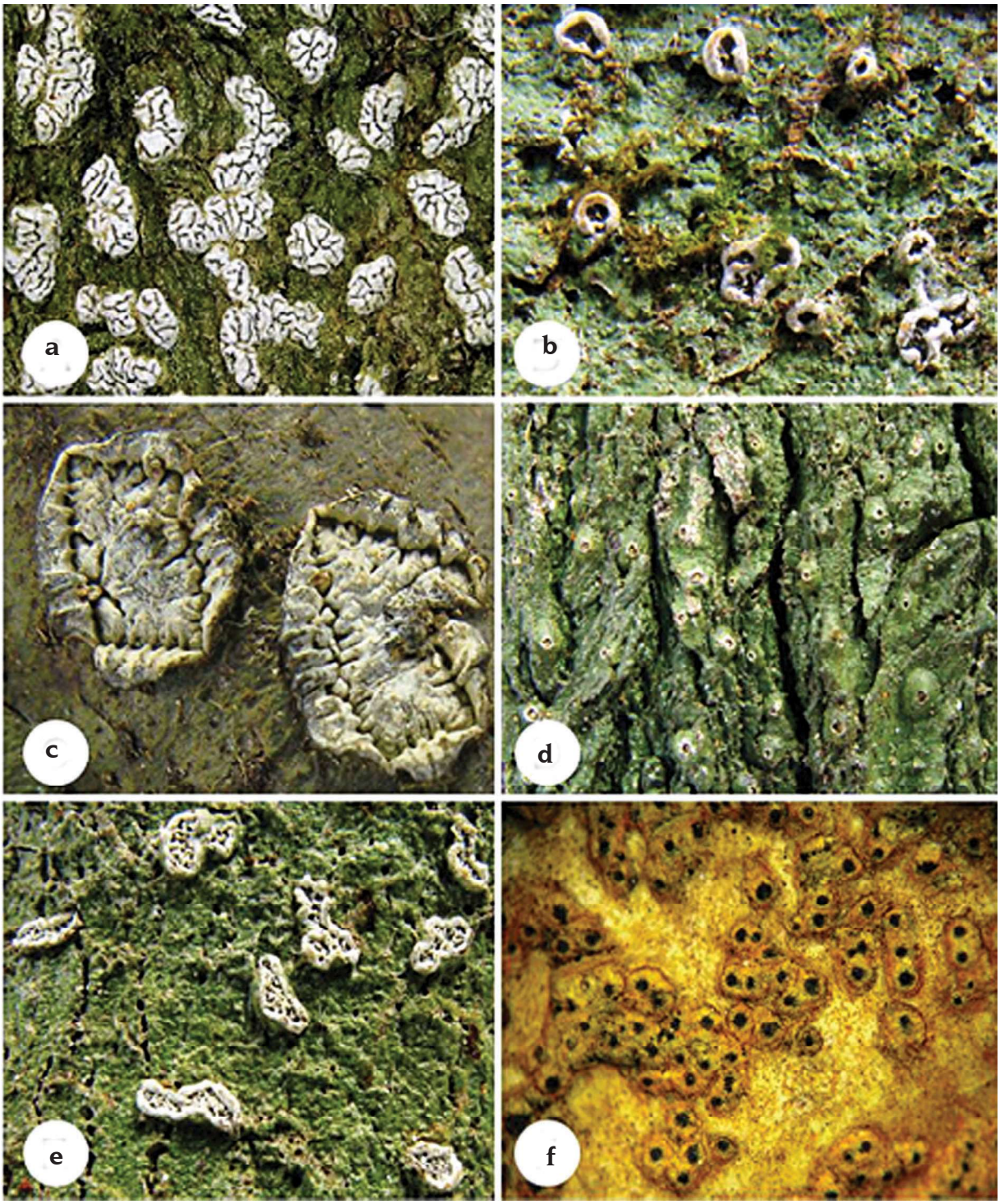


Figura 5a-f. Liquens corticícolas crostosos da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. a. S*clerophyton seriale*, talo com apotécios; b. S*tegobolus anamorphus*, talo com apotécios; c. S. *percolumellatus*, talo com apotécios; d. S. *subcavatus*, talo com apotécios; e. S. *wrightii*, talo com apotécios; f. T*rypethelium aeneum*, talo com peritécios. Fotos: Robert Lücking.

& Lücking. Novos registros também são aqui apresentados, como é o caso de *Ocellularia conformalis* e *Sarcographa megistocarpa*, citadas pela primeira vez para os neotrópicos, e *Ocellularia psorbarroensis* e *Stegobolus percolumellatus*, citadas pela primeira vez para o Brasil.

Como pode ser observado, o grupo de liquens dominante na área estudada são os microliquens crostosos, especialmente os representantes das famílias Graphidaceae (com 12 espécies), componente principal da diversidade liquênica topical, seguidos das famílias Pyrenulaceae, Trypetheliaceae e Porinaceae. Para estas famílias ainda não existem trabalhos monográficos abrangentes, e qualquer estudo realizado na Amazônia tem um caráter pioneiro. No Brasil, apenas a cerca de cinco anos, estudos sobre estes liquens, num contexto tropical, foram iniciados, e muitas espécies ainda estão por serem descobertas (CÁCERES, 2007).

Como já foi demonstrado em um trabalho recente realizado em outras áreas tropicais, as espécies "thelotremoides" da família Graphidaceae, como os gêneros *Ocellularia* e *Stegobolus*, servem como bioindicadores do estado de conservação de bosques tropicais (RIVAS PLATA et al., 2008). Geralmente, um número de 15-20, ou mais espécies deste grupo indica um alto nível de conservação. No presente estudo, das 35 espécies registradas, nove são Graphidaceae "thelotremoides", bioindicadores de conservação, ou seja, cerca de 25 %. Considerando a falta de análises do restante das amostras coletadas nesta primeira avaliação; e ainda a falta de outras coletas mais completas na área, este percentual é relativamente alto e indica que a Floresta Nacional de Caxiuanã apresenta um alto grau de conservação em relação a outras florestas tropicais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Moore, financiadora da viagem de coleta da primeira autora à Flona Caxiuanã, em fevereiro de 2009, para a realização do presente trabalho. À National Science Foundation, Estados Unidos, por financiar um workshop na Universidade Federal de Sergipe, em julho de 2010, para a identificação dos liquens aqui apresentados.

REFERÊNCIAS

BASEIA, I.G. Some notes on the genera B*ovista* and L*ycoperdon* (Lycoperdaceae) in Brazil. **Mycotaxon**, v. 91, n. 1, p. 81-86, 2005.

BENATTI, M. N.; MARCELLI, M. P. Gêneros de fungos liquenizados dos manguezais do Sul-Sudeste do Brasil, com enfoque no manguezal do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 4, p. 863-878, 2007.

BÜDEL, B.; SCHEIDEGGER, C. Thallus morphology and anatomy. In: NASH III, T. H. (Ed.). **Lichen Biology.** Cambridge: Cambridge University Press, 1996. p. 37-64.

CÁCERES, M. E. S. A new foliicolous B*yssoloma* (lichenized Ascomycetes: Pilocarpaceae) from the Atlantic rainforest in Pernambuco, Brazil. **Mycotaxon**, v. 71, p. 383-386, 1999.

CÁCERES, M. E. S. **Corticolous crustose and microfoliose of northeastern Brazil.** Eching, Alemanha, IHW-Verlag, 2007. v. 22. p. 1-167.

CÁCERES; M. E. S.; LÜCKING, R. Three new species and one new combination of foliicolous lichens and lichenicolous fungi from the Atlantic Rainforest in Pernambuco state, Brazil. **Nova Hedwigia**, v. 70, p. 217-226, 2000.

CÁCERES, M. E. S.; LÜCKING, R. Liquens foliícolas registrados em Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Orgs.). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Editora Massangana. 2002. v. 1.

CÁCERES, M. E. S.; MAIA, L. C.; LÜCKING, R. Foliicolous lichens and their lichenicolous fungi in the atlantic rainforest of Brazil: diversity, ecogeography and conservation. In: SCHROETER, B.; SCHLENSOG, M.; GREEN, T. G. A. (Eds.): **New aspects in cryptogamic research.** Contributions in honour of Ludger Kappen. Berlin; Stuttgart: Bibliotheca Lichenologica; J. Cramer, 2000. p. 47-70.

CÁCERES, M. E. S.; LÜCKING, R.; RAMBOLD, G. Phorophyte specificity and environmental parameters versus stochasticity as determinants for species composition of corticolous crustose lichen communities in the Atlantic rainforest of northeastern Brazil. **Mycological Progress**, v. 6, n. 3, p. 117-136. 2007.

CANÊZ, L.; MARCELLI, M. P. Gêneros de Parmeliaceae (A*scomycetes* liquenizados) na localidade de Fazenda da Estrela, Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Caderno de Pesquisa**, Série Biologia, v. 18, n. 3, p. 38-82, 2006.

DAL FORNO, M. **A Família Graphidaceae (A*scomycota* Liquenizados) em restinga em Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Paraná**. 2009. 158f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

ELIASARO, S.; ADLER, M. T. Two new species and new reports in the Parmeliaceae *sensu stricto* (lichenized Ascomycotina) from Brazil. **Mycotaxon**, v. 63, p. 49-55, 1997.

ELIASARO, S.; ADLER, M. T. The species of C*anomaculina*, M*yelochroa*, P*armelinella*, and P*armelinopsis* (Parmeliaceae, lichenized Ascomycotina) from the "Segundo Planalto" in the state of Paraná, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.14, n. 2, p. 141-149, 2000.

ELIASARO, S.; DONHA, C. G. The genera C*anomaculina* and P*armotrema* (Parmeliaceae, lichenized A*scomycota*) in Curitiba, Paraná State, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 2, p. 239-247, 2003.

FLEIG, M. Estudo preliminar da Família Parmeliaceae (Liquens) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicação do Museu de Ciências PUCRS**, Série Botânica, v. 35, p. 79-91, 1985.

FLEIG, M.; MEDEIROS-FILHO, J.W. Gêneros dos liquens saxícolas, corticícolas e terrícolas do Morro Santana, Porto Alegre, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 2, p. 73-99. 1990.

FLEIG, M.; AHTI, T.; STENROOS, S. A família Cladoniaceae (Liquens) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Napea**, v. 11, p. 1-29, 1995.

FRISCH, A. **Contributions towards a new systematics of the lichen family Thelotremataceae**. 2006. 558f. Tese (Doutorado) – Biologie und vorklinische Medizin der Universität Regensburg, Regensburg, 2006.

GIBERTONI, T. B.; CAVALCANTI, M. A. Q. A mycological survey of the Aphyllophorales (B*asidiomycotina*) of the Atlantic Rain Forest in the state of Pernambuco, Brazil. **Mycotaxon**, v. 87, p. 203-211, 2003.

GIBERTONI, T. B.; PARMASTO, E.; CAVALCANTI, M. A. Q. Non-poroid Hymenochaetaceae (Basidiomycota) of the atlantic rain forest in northeast Brazil, with a preliminary check list of brazilian species. **Mycotaxon**, v. 87, p. 437-443, 2003.

GIBERTONI, T. B.; RYVARDEN, L.; CAVALCANTI, M. A. Q. New records of Aphyllophorales (Basidiomycota) in the Atlantic Rain Forest in Northeast Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 975-979, 2004a.

GIBERTONI, T. B.; RYVARDEN, L.; CAVALCANTI, M. A. Q. Poroid fungi (Basidiomycota) of the Atlantic Rain Forest in Northeast Brazil. **Synopsis Fungorum**, v. 18, p. 33-43, 2004b.

GIBERTONI, T. B.; RYVARDEN, L.; CAVALCANTI, M. A. Q. Studies in neotropical polypores 18. New species (Basidiomycota) from Brazil. **Synopsis Fungorum**, v. 18, p. 44-56, 2004c.

GIBERTONI, T. B., RYVARDEN, L.; CAVALCANTI, M. A. Q. Stereoid fungi (Basidiomycota) of the atlantic rain forest in northeast Brazil. **Nova Hedwigia**, v. 82, p. 105-113, 2006.

HAWKSWORTH, D. L. (Ed.). **Biodiversity**: measurement and Estimation. London: Chapman & Hall, 1995. p. 1-140.

HEERKLOTZ, K. R.; PFENNING, L. H. Diversidade no Reino Fungi: A*scomycota*. In: CANHOS, V. P.; BICUDO, J. (Orgs.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil**: microrganismos e vírus. São Paulo: FAPESP, , 1999. v. 1, p. 27-31.

KÄFFER, M. I; MAZZITELLI, S. M. A. M. Fungos liquenizados corticícolas e terrícolas da área da sub-bacia dos Sinos e Taquari- Antas, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 813-817, 2005.

KALB, K. Lichenes neotropici ausgegeben von Klaus Kalb. Fascikel I (No. 1-40). **Neumarkt**, v. 18, p. 1-12. Sept. 1981.

KALB, K. Brasilianische Flechten. 1. Die Gattung P*yxine*. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 24, p. 1-89, 1987.

KALB, K. **Lichenes neotropici ausgegeben von Klaus Kalb**. Fascikel X (No. 401-450). Neumarkt/OPf. p. 1-16, 1988.

KALB, K. L**ichenes neotropici ausgegeben von Klaus Kalb**. Fascikel XI (No. 451-475). Neumarkt/OPf. p. 1-12, 1990.

KALB, K. **Lichenes neotropici ausgegeben von Klaus Kalb**. Fascikel XII (No. 476-525). Neumarkt/OPf. p. 1-16, 1991.

KALB, K. New or otherwise interesting lichens. I. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 78, p. 141-167, 2001.

KALB, K. New or otherwise interesting lichens II. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 88, p. 301-329, 2004.

KALB, K.; ELIX, J. A. The lichen genus Physcidia. In: KNOPH, J.-G.; SCHRÜFER, K.; SIPMAN, H. J. M. (Eds.). Studies in Lichenology with emphasis on chemotaxonomy, geography and phytochemistry. Festschrift Christian Leuckert. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 57, p. 265-296, 1995.

KALB, K.; ELIX, J. A. *Vainionora*. IN: NASH, T. H., III, RYAN, B. D., DIEDERICH, P., GRIES, C.; BUNGARTZ, F. (Eds.). **Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region**, v. 2. Arizona: Lichens Unlimited; Arizona State University, 2004. p. 556-559.

KALB, K.; VÌZDA, A. Einige nicht-foliicole arten der familie Ectolechiaceae (Lichenes) aus Brasilien. **Folia Geobotanica et Phytotaxonomica**, v. 22, p. 287-312, 1987.

KALB, K.; VÌZDA, A. Die Flechtengattung M*azosia* in der neotropis (eine taxonomisch-phytogeographische studie). **Folia Geobotanica et Phytotaxonomica** [Praha], v. 23, p. 199-210, 1988.

KALB, K.; LÜCKING, R.; SÉRUSIAUX, E. Studies in B*acidia* sensu lato (lichenized Ascomycetes: Lecanorales). I. The genus B*apalmuia*. **Mycotaxon**, v. 75, p. 281-309, 2000.

KALB, K.; STAIGER, B.; ELIX, J. A. A monograph of the lichen genus D*iorygma* - a first attempt. **Symbolae Botanicae Upsalienses**, v. 34, n. 1, p. 133–181, 2004.

KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; DAVID, J. C.; STALPERS, J. A. **Dictionary of fungi**. Egham: CABI International Mycological Institute, 2010. p. 1-784,

KOMPOSCH, H.; HAFELLNER, J. Diversity and vertical distribution of lichens in a venezuelan tropical lowland rain forest. **Selbyana**, v. 21, p. 11-24, 2000.

KOMPOSCH, H.; HAFELLNER, J. Life form diversity of lichenized fungi in an Amazon lowland rainforest. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 82, p. 311-326, 2002.

KOMPOSCH, H.; HAFELLNER, J. Species composition of lichen dominated corticolous communities: a lowland rain forest canopy compared to an adjacent shrubland in Venezuela. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 86, p. 351–367, 2003.

LÜCKING, R. **Foliicolous lichenized fungi**. Flora Neotropica Monograph, 103. New York, The New York Botannical Garden Press. p. 1-866, 2008.

LÜCKING, R.; CÁCERES, M. E. S. Liquens foliícolas: diversidade, taxonomia e biogeografia. In: LISBOA, P. L. B. (Org). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico & diversidade biológica. Belém, Museu Paraense Emílio Goeld. 2002. p. 1-734.

LÜCKING, R.; KALB, K. Foliikole Flechten aus Brasilien (vornehmlich Amazonien), inclusive einer Checkliste und Bemerkngen zu C*oenogonium* und D*imerella* (Gyalectaceae). **Botanische Jahrbücher für Systematik**, v. 122, p. 1-61. 2000.

LÜCKING, R.; RIVAS-PLATA, E. Clave y guía ilustrada para géneros de Graphidaceae. **Glalia**, v. 1, p. 1-39, 2008.

LÜCKING, R.; ARCHER, A. W.; APTROOT, A. A world-wide key to the genus Graphis (Ostropales: Graphidaceae). **The Lichenologist**, v. 41, n. 4/5, p. 1-90, 2009a.

LÜCKING, R.; RIVAS PLATA, E.; CHAVES, J. L.; UMAÑA, L.; SIPMAN, H. J. M. How many tropical lichens are there... really? Pp. 399-417 In: THELL, A.; SEAWARD, M. R. D.; FEUERER, T. (eds.). Diversity of Lichenology - Anniversary Volume. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 100, p. 399-417, 2009b.

MARBACH, B. Corticole und lignicole Arten der Flechtengattung Buellia sensu lato in den Subtropen und Tropen. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 74, p. 1-384, 2000.

MARCELLI, M. P. Liquens de Restingas e Manguezais da Ilha do Cardoso. In: **SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS, II.** Anais... Costa Sul Sudeste Bras., v. 3, p. 382-392, 1990.

MARCELLI, M. P. Aspects of the foliose lichen flora of the central-southern São Paulo state coast (Brasil). In: GALLOWAY, D. J. **Tropical lichens**: their systematics, conservation, and ecology. Oxford, Clarendon Press. 1991. p. 151-170.

MARCELLI, M. P. Ecologia liquênica nos manguezais do sul-sudeste brasileiro. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 47, p. 1-310, 1992.

MARCELLI, M. P. Pequenas P*armelia* s. l. ciliadas dos cerrados brasileiros. **Acta Botanica Brasilica**, v. 7, p. 25-70, 1993.

MARCELLI, M. P. Habitat selection of epiphytic lichens on R*hizophora mangle* in the mangroves of the Itanhaém river, São Paulo, Brazil. In: DANIELS, F. J. A.; SCHULZ, M.; PEINE, J. (Eds.). **Flechten Follmann.** Contributions to Lichenology in Honour of Gerhard Follmann**.** Cologne, Geobotanical and Phytotaxonomical Study Group, 1995. p. 533-541.

NASH III, T. H. Introduction. In: NASH III, T. H. (Ed.). **Lichen Biology**, Cambridge, Cambridge University Press. 2008. p. 1-7.

PURVIS, W. **Lichens.** London: Natural History Museum; Washington: Smithsonian Institution, 2000. p. 1-112.

RIVAS PLATA, E.; LÜCKING, R.; LUMBSCH, H. T. When family matters: an analysis of Thelotremataceae (Lichenized A*scomycota*: Ostropales) as bioindicators of ecological continuity in tropical rainforests. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, p 1319-1351, 2008.

SANTESSON, R. Foliicolous lichens. I. A revision of the taxonomy of the obligately foliicolous, lichenized fungi. **Symbolae Botanicae Upsalienses**, v. 12, p. 1-590, 1952.

SILVA, M.; MINTER, D. W. **Fungi from Brazil, recorded by Batista and co-workers**. Wallingford: CAB International, 1995. p. 1-585.

SIPMAN, H. J. M.; HARRIS, R. C. Lichens. In: LIETH, H.; WERGER, M. J. A. (Eds.) **Tropical rain forest ecosystems**: biogeographical and ecological studies. Amsterdam: Elsevier, 1989. p. 303-309.

SIPMAN, H. J. M. Corticolous lichens. In: GRADSTEIN, S. R.; HIETZ, P.; LÜCKING, R.; LÜCKING, A.; SIPMAN, H. J. M.; VESTER, H. F. M; WOLF, J. H. D.; GARDETTE, E. (Eds.). How to sample the epiphytic diversity of tropical rainforests. **Ecotropica**, v. 2, p. 66-67. 1996.

SPIELMANN, A. A. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Rio Grande do Sul (Brazil). **Caderno de Pesquisa**, Série Biologia, v. 18, n. 2, p. 7-25, 2007.

SPIELMANN, A. A.; MARCELLI, M. P. Parmeliaceae (A*scomycota* liquenizados) nos barrancos e peraus da encosta da Serra Geral, Vale do rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil. I. Introdução e chave para gêneros. **Iheringia**, Série Botânica, v. 63, n. 1, p. 159-169, 2008.

STAIGER, B.; KALB, K. A*canthothecis* and other graphidioid lichens with warty periphysoids and paraphyses-tips. **Mycotaxon**, v. 73, p. 69-134, 1999.

STAIGER, B. Die Flechtenfamilie G*raphidaceae*: studien in richtung einer natürlicheren gliederung. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 85, p. 1-526, 2002.

STIRTON, J. Lichens growing on living leaves from the Amazonas. **Proceedings of the Royal Philosophical Society of Glasgow**, v. 11, p. 99-111, 1878.

TAKHTAJAN, A. **Floristic regions of the world**. Berkeley; Los Angeles: University California Press, 1986. p. 1-207.

WARTCHOW F.; MAIA, L. C. The neotropical A*manita crebresulcata* Bas.: new citation from Northeast Brazil. **Hoehnea**, v. 34, p. 131-134, 2007.

WEBSTER, J.; WEBER, R. **Introduction to fungi**. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2007. p. 1-841.

WHITMORE, T. C. **An introduction to tropical rainforests.** Oxford: Clarendon Press, 1990. p. 1-226.

A Fauna

capítulo 6



VARIAÇÃO SAZONAL DA COMUNIDADE DE GAFANHOTOS ACRIDOIDEA (ORTHOPTERA) NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Carlos Elias de Souza Braga
Ana Lúcia Nunes-Gutjahr

INTRODUÇÃO

A ordem Orthoptera reúne insetos que possuem como principais características o primeiro par de asas do tipo coriácea, chamadas tégminas; o terceiro par de pernas saltatório e aparelho bucal mastigador. O hábito alimentar da maioria das espécies é herbivoria, porém, algumas podem ser predadoras ou onívoras. Seus principais representantes são conhecidos popularmente como gafanhotos, grilos e esperanças. A ordem possui 25.000 espécies descritas no mundo, sendo, por isso, considerada a sétima em número de espécies (EADES et al., 2007).

A superfamília Acridoidea é constituída por espécies reconhecidas como gafanhotos verdadeiros, que se caracterizam por apresentarem antenas curtas, com até 30 antenômeros, aparelho estridulador (produtor de som) no segundo par de asas ou nos fêmures posteriores e tímpano no primeiro segmento abdominal (NUNES, 2009). A esta superfamília pertencem as famílias Acrididae, Pauliniidae, Pyrgomorphidae, Ommexechidae, Romaleidae e Tristiridae, sendo que a última não possui registro de espécies no Brasil. Os Acridoidea se destacam em decorrência de sua importância ecológica, por serem desfolhadores naturais e também como elementos base da cadeia alimentar. Economicamente, destacam-se devido algumas de suas espécies serem pragas de plantas cultivadas e, taxonomicamente, por constituírem mais de 50 % das espécies de gafanhotos descritas atualmente no mundo (BUZZI, 2003).

Estudos de sazonalidade são importantes para a ampliação do conhecimento sobre o comportamento populacional das espécies. Dessa forma, estudar a fenologia de gafanhotos Acridoidea que vivem em ambientes de florestas, torna-se de extrema importância, visto que estes insetos podem ser considerados bioindicadores de qualidade ambiental de áreas florestadas. Quanto a isso, Braga e Nunes (2006) mostraram, através de um estudo em cinco áreas de floresta ombrófila densa, cinco de floresta secundária (capoeira) e em cinco de monocultura de eucalipto, a existência de espécies de gafanhotos que ocorrem exclusivamente em ambientes de vegetação fechada (florestas), sendo, portanto, restritas às áreas que detêm maior umidade e pouca luminosidade, onde se alimentam de folhas em decomposição e musgos. A especificidade de gafanhotos a ambientes sombreados, abertos ou parcialmente sombreados (sujeitos à radiação solar por um período do dia) foi estudada por Descamps (1978), que admitiu a existência de especificidade hospedeira em função da vegetação desses ambientes, da qual os gafanhotos se alimentam.

Este trabalho teve o objetivo de verificar o padrão sazonal da comunidade de gafanhotos Acridoidea na Floresta Nacional de Caxiuanã, frente à influência dos principais parâmetros abióticos sobre a diversidade de suas espécies. Tal estudo torna-se importante devido à carência de pesquisas ecológicas que envolvam gafanhotos de florestas tropicais, principalmente os relacionados a padrões sazonais ou fenológicos, que são restritas essencialmente a espécies semiaquáticas, em ambientes fluviais e lacustres.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no sítio de amostras do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) Amazônia Oriental, na Floresta Nacional de Caxiuanã. A Flona Caxiuanã está situada a noroeste do estado do Pará, nos municípios de Melgaço e Portel (01°57'36,82"S e 51°36'47,61"W), possui uma área total de 330 mil hectares e é considerada a maior unidade de conservação no interflúvio dos rios Tocantins e Xingu.

METODOLOGIA

Durante o período de março de 2008 a fevereiro de 2009 foram realizadas 12 excursões mensais ao sítio de amostras do PPBio, em Caxiuanã, com esforço de amostragem de quatro coletores realizando busca ativa com rede entomológica em dois transectos de 5 km cada, perpendiculares entre si (transectos/linhas I e B), que estão orientados conforme a Grade de Trilhas do PPBio. O deslocamento nos transectos foi de cerca de 5 m à direita e à esquerda, a partir da trilha, resultando em uma área total de coleta de aproximadamente 100.000 m^2 ou 10 ha (10 km x 10 m). O esforço de amostragem foi de 10 amostras, sendo 5, no transecto I e 5 no transecto B. Cada amostra corresponderá a uma área (parcela) de 1 ha (1 km x 10 m).

O material coletado foi introduzido em vidros morteiros, contendo acetato de etila, para serem mortos e, posteriormente, acondicionados em mantas entomológicas, para o transporte ao laboratório de Entomologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

No laboratório, o material coletado foi triado, preparado, etiquetado, identificado e incorporado ao acervo entomológico na Coleção de Invertebrados do MPEG, ficando parte preservada em meio seco (montado em alfinetes entomológicos) e outra em meio líquido (álcool 80 %).

Análise de dados: a análise estatística foi realizada através dos testes de Regressão Linear e Teste t, com intervalo de confiança dε $\alpha = 0.05$. Também se utilizou o coeficiente de Correlação Linear de Pearson, (r), onde $r = 0$ (ausência de relação), $r = \pm 1$ (relação perfeita), $0 < r < \pm 0.30$ (relação fraca), $\pm 0.30 < r < \pm 0.60$ (relação moderada), $\pm 0.60 < r < \pm 0.90$ (relação forte) e $\pm 0.90 < r < \pm 1$ (relação muito forte) (FONSECA et al., 1991). Todos os dados foram analisados com o auxílio do programa estatístico SYSTAT 11.

Os dados abióticos (pluviosidade, umidade relativa, radiação solar e temperatura) foram baseados em Hildo et al. (2010) e Barreto et al. (2010). Segundo Moraes et al. (2009), o período com maior incidência de chuvas na Flona Caxiuanã ocorrem entre os meses de janeiro a maio e os menores índices são verificados nos meses de agosto a novembro, sendo o mês de outubro o mais seco e abril o mais chuvoso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de amostragem foram coletados 3.216 exemplares de gafanhotos, pertencentes a três famílias (Acrididae, Pyrgomorphidae e Romaleidae), sete subfamílias, 14 tribos, 22 gêneros e 39 espécies (Tabela 1). Do total de exemplares coletados, 38,7 % corresponderam a indivíduos adultos e 61,3 %, a imaturos (ninfas), que apresentaram suas máximas populacionais inversas, pois quando a população de adultos

estava em máxima, a de imaturos estava mínima e vice-versa. Entretanto, a comunidade de gafanhotos Acridoidea (adultos e imaturos) apresenta suas máximas populacionais no período menos chuvoso (seco) na região de Caxiuanã, e mínimas no período mais chuvoso na região (Teste t: $p < 0,05$). Dessa forma, observa-se que as máximas e mínimas populacionais de Acridoidea estão inversamente relacionadas com a pluviosidade (Regressão linear: $p < 0,05$, r = -0,54) e com a umidade relativa (Regressão linear: $p < 0,05$, r = -0,72) (Figuras 1-2).

Os resultados mostram que a abundância de ninfas foi inversa ao índice pluviométrico, ou seja, o número de ninfas foi maior no período de estiagem das chuvas (regressão linear: $p < 0,05$; r = -0,85) e, de modo contrário, o número de adultos foi maior durante o período chuvoso (regressão linear: $p < 0,05$; r = 0,75). A existência de uma relação entre a comunidade de gafanhotos e o índice pluviométrico da região, possivelmente deve-se às necessidades das espécies quanto aos seus períodos de reprodução, visto que o número de ninfas (novembro/2008: n = 380 exemplares) foi maior no período de menor índice pluviométrico (novembro/2008: n = 22 mm) (Figura 3).

Quanto a isso, pôde-se notar que as máximas populacionais dos adultos se estabelecem entre os meses de janeiro a maio (chuvoso) e os picos populacionais das ninfas (imaturos) no período de junho a dezembro (seco). O fato de se encontrarem mais ninfas no período menos chuvoso, pode ser decorrente do fato de que a maioria das espécies encontradas na área de estudo, apresentam oviposição no solo da floresta. Sendo assim, as chuvas poderiam inviabilizar os ovos (SILVEIRA NETO et al., 1976) ou até mesmo impedir o desenvolvimento das ninfas, visto que elas possuem locomoção limitada e, com as chuvas, teriam maior dificuldade para se deslocar na busca de alimentação, principalmente ninfas de espécies com especificidade alimentar (DESCAMPS, 1978; LHANO et al., 2005).

Outro fator abiótico que exerce influência direta na comunidade de gafanhotos na área estudada refere-se à radiação solar (Regressão linear: $p < 0,05$, r = 0,72) (Figura 2). Tal influência é observada quanto ao maior número de gafanhotos Acridoidea nos meses com maior radiação solar, o que pode ser decorrente do fato de que tais espécies serem heliotérmicas, ou seja, necessitam de incidência solar direta para a regulação térmica, visto que, para facilitar a captação da luz solar, os gafanhotos tendem a manter seu corpo em certo ângulo de exposição ao sol, a fim de possibilitarem a elevação de sua temperatura corpórea (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Entre as espécies coletadas, *Colpolopha obsoleta* (SERVILLE, 1831) (n = 559) e *Clematodina eckardtiana* (n = 1.860) foram as mais abundantes, somando um total de 2.419 exemplares coletados, e foram capturadas mensalmente, ao longo de todo o período de amostragem. Entretanto, estas espécies possuem comportamento populacional distinto, visto que, enquanto C. *obsoleta* está em período de máxima populacional, C. *eckardtiana* encontra-se em período de mínima populacional e vice-versa (Figura 4). Quanto aos estágios de desenvolvimento de C. *eckardtiana* e C. *obsoleta*, nota-se que ambas possuem estratégias reprodutivas em períodos distintos: enquanto C. *eckardtiana* apresenta pico reprodutivo (maior quantidade de jovens) entre os meses de setembro a dezembro, C. *obsoleta* apresenta esta mesma fase no período de maio e agosto (Figura 5a-b).

Vale ressaltar que ambas as espécies exploram os mesmos recursos da vegetação baixa (sub-bosque) e da liteira, onde normalmente se alimentam e são coletados. Estratégias semelhantes foram observadas para populações de *Tucayaca gracilis* e *Stenacris fissicauda fissicauda*, que vivem em simpatria e competem pelo mesmo recurso alimentar, em ambientes aquáticos na região amazônica. Estas diferenças de padrão populacional são necessárias e evitam a competição entre os indivíduos de diferentes estágios de desenvolvimento, o que aumenta as chances de sobrevivências dos mesmos (NUNES; ADIS, 1994).

Tabela 1. Famílias, subfamílias, tribos, gêneros e espécies de gafanhotos coletados na Flona Caxiuanã, durante o período de março de 2008 a fevereiro de 2009.

Família	Subfamília	Tribo	Espécie	Número de Exemplares
Acrididae	Copiocerinae	Copiocerini	*Copiocera surinamensis* Rehn, 1913	59
			Copiocera prasina Rehn, 1916	35
			Copiocerina formosa (Bruner, 1922)	3
	Leptysminae	Chloropsesutini	*Chloropseustes leucotylus* Rehn, 1918	27
		Tetrataeniini	*Tetrataenia surinama* (Linnaeus, 1764)	75
	Ommatolampinae	Abracrini	*Abracris flavolineata* (De Geer, 1773)	1
			Psiloscirtus olivaceus Bruner, 1911	3
		Clematodinini	*Clematodina eckardtiana* Günther, 1940	1860
		Ommatolampini	*Episomacris* sp	1
			Locheuma brunneri (Scudder, 1875)	95
		Syntomacrini	*Syntomacris virgata* (Gerstaecker, 1889)	69
			Syntomacris sp	1
			Ommatolampinae sp 1	1
			Ommatolampinae sp 2	1
			Ommatolampinae sp 3	1
			Ommatolampinae sp 4	3
	Proctolabinae	Coscineutini	*Coscineuta pulchripes* (Gerstaecker, 1889)	89
		Proctolabini	*Poecilocloeus* sp 1	6
			Poecilocloeus sp 2	3
			Poecilocloeus sp 3	15
			Poecilocloeus sp 4	1
			Poecilocloeus sp 5	1
			Poecilocloeus sp 6	1
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	Omurini	*Omura congrua*	121
Romaleidae	Bactrophorinae	Ophthalmolampini	*Ophthalmolampis fervida* Descamps, 1978	9
			Ophthalmolampis placita Descamps, 1977	3
			Ophthalmolampis sp 1	9
			Ophthalmolampis sp 2	4
			Ophthalmolampis sp 3	1
			Pseudonautia sp 1	1
			Pseudonautia sp 2	1
			Bactrophorinae sp 1	2
	Romaleinae	Phaeopariini	*Epiprora hilaris* Gerstaecker, 1889	42
			Phaeoparia lineaalba lineaalba (Linnaeus, 1758)	108
		Procolpini	*Aeolacris caternaultii* (Feisthamel, 1837)	1
		Romaleini	*Aprionacris fissicauda* Descamps, 1978	1
			Chariacris dulcis Walker, 1870	2
			Chromacris speciosa (Thunberg, 1824)	1
			Colpolopha obsoleta (Serville, 1831)	559
3	7	14	39	3216

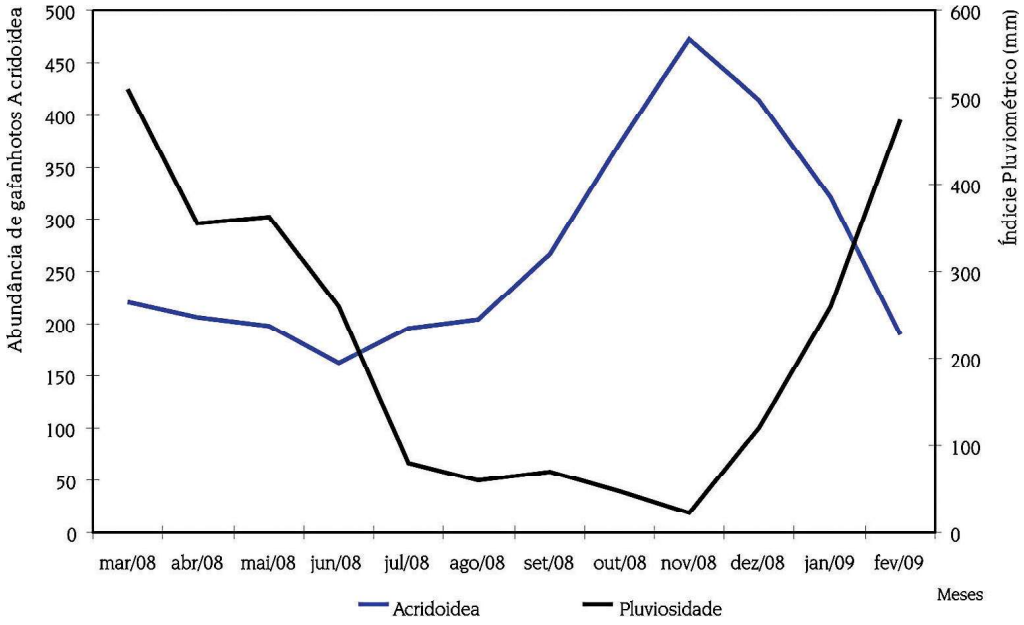


Figura 1. Variação populacional sazonal da comunidade de gafanhotos Acridoidea e a pluviosidade na Flona Caxiuanã, durante o período de março de 2008 a fevereiro de 2009.

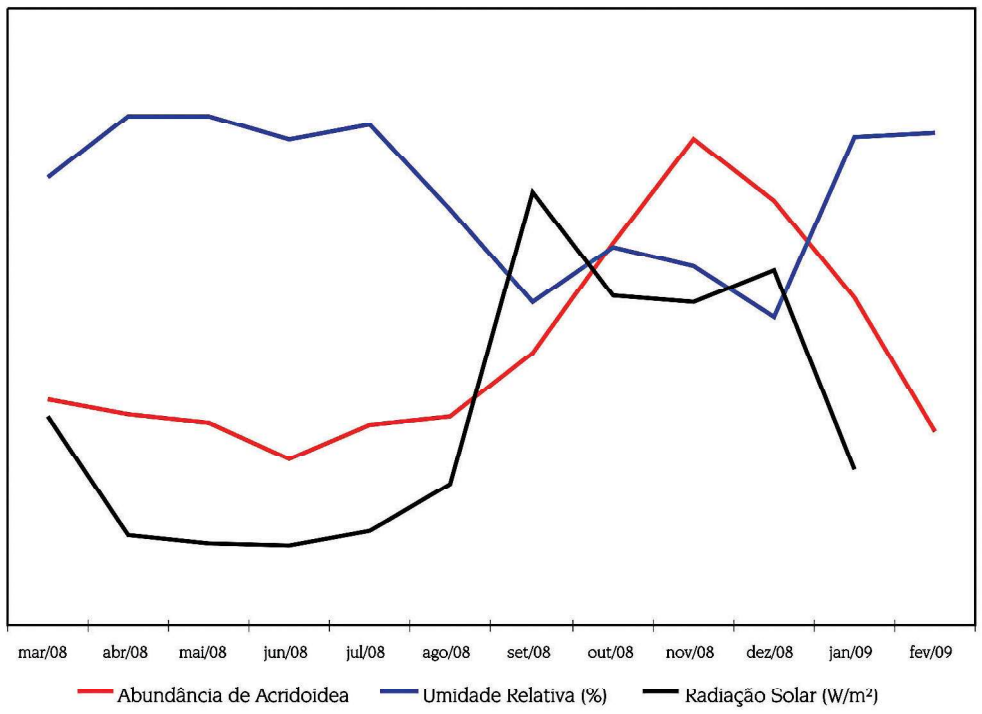


Figura 2. Variação populacional sazonal da comunidade de gafanhotos Acridoidea, Umidade Relativa e Radiação Solar, na Flona Caxiuanã, durante o período de março de 2008 a fevereiro de 2009.

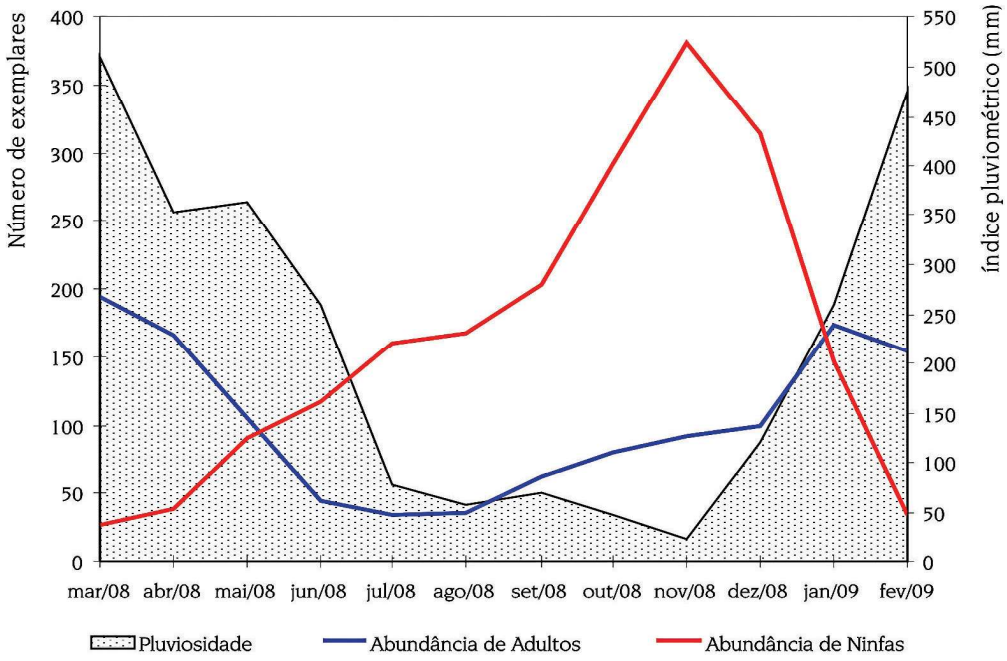


Figura 3. Abundância de ninfas e de adultos de gafanhotos Acridoidea e a pluviosidade na Flona Caxiuanã, durante o período de março de 2008 a fevereiro de 2009.

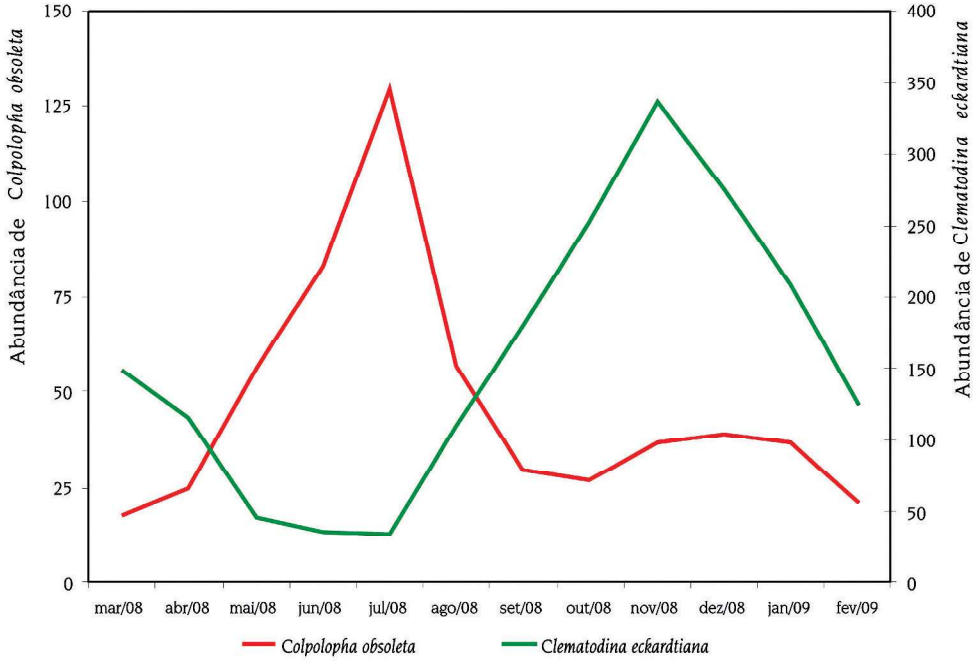


Figura 4. Variação populacional sazonal das espécies *Colpolopha obsoleta* e *Clematodina eckardtiana* na Flona Caxiuanã, durante o período de março de 2008 a fevereiro de 2009.

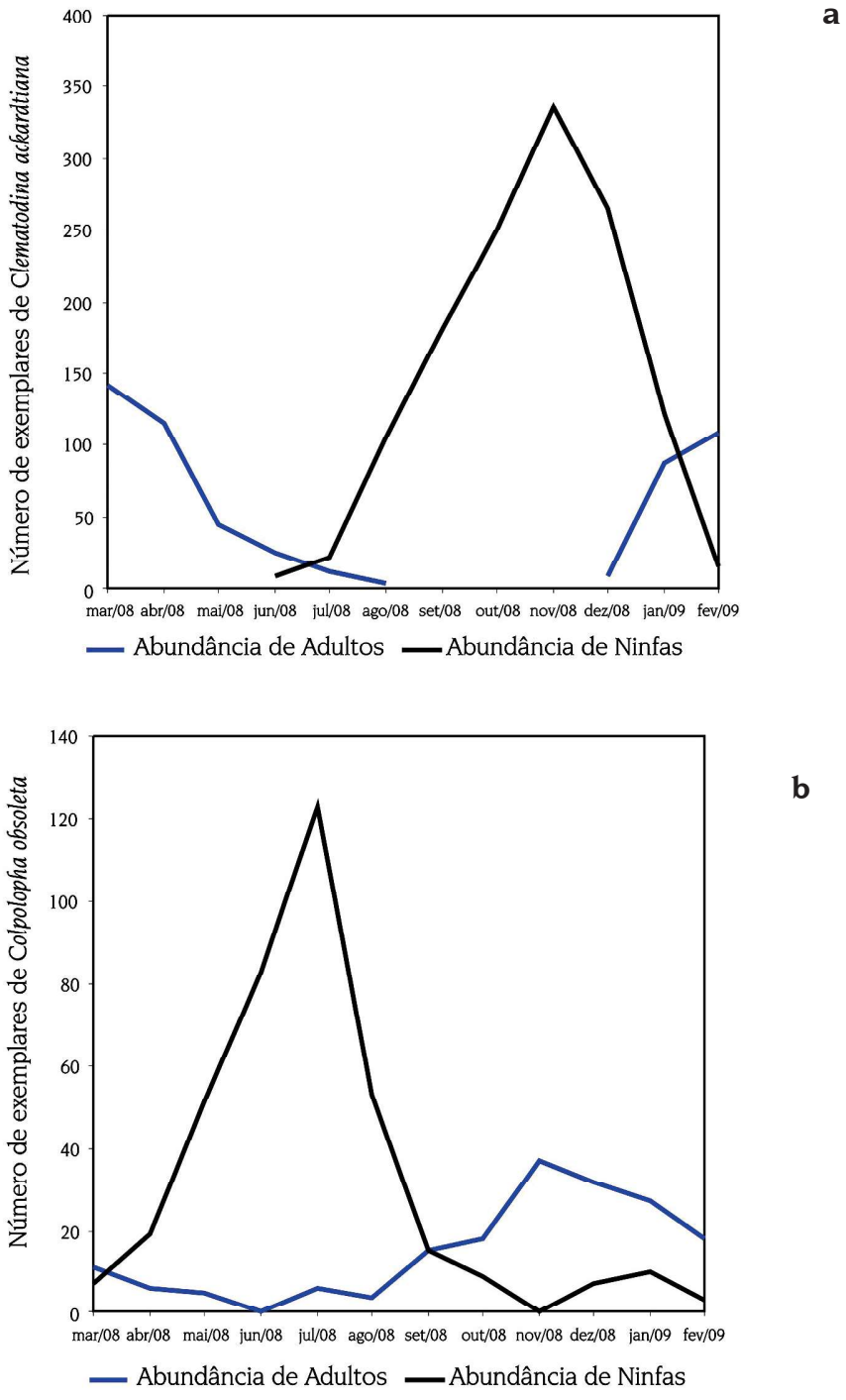


Figura 5a-b. Variação populacional sazonal de adultos e ninfas das espécies *Clematodina eckardtiana* (a) e *Colpolopha obsoleta* (b), na Flona Caxiuanã, durante o período de março de 2008 a fevereiro de 2009.

De modo geral, as espécies de gafanhotos apresentam um padrão de composição que está relacionado, de forma direta, à condição abiótica da região, visto que algumas espécies somente foram encontradas na área de estudo durante determinado período do ano. Este fato é bem evidente nas espécies *Coscineuta pulchripes* (Gerstaecker, 1889) e *Clematodina eckardtiana* Günther, 1940, porque ambas aparentam desenvolver estratégias reprodutivas relacionadas ao clima da região.

Tal afirmação pode ser evidenciada para C. *pulchripes*, que somente foi capturada no período de setembro a dezembro de 2008, na época de seca na região, quando o índice pluviométrico apresenta os menores valores anuais. Vale ressaltar que C. *pulchripes* é um gafanhoto que possui o hábito arborícola e desenvolve seu ciclo vital no dossel das árvores das florestas (CARBONELL; MONNÉ, 1990). Entretanto, no momento da coleta dos exemplares desta espécie no substrato baixo (sub-bosque), a quase totalidade dos espécimes capturados encontravam-se em cópula. Tal observação de campo pode indicar que este gafanhoto desce das copas das árvores para copular e ovipor seus ovos, aproveitando a condição de menor saturação de água no solo.

No caso de C. *eckardtiana*, os resultados indicam que esta espécie apresenta uma inversão populacional, quanto aos seus estágios de desenvolvimento, pois, foi observado que a população de adultos desaparece e é substituída pelos imaturos (ninfas) entre os meses de agosto a dezembro, correspondente ao período seco na região. De modo contrário, as ninfas desaparecem no período chuvoso e são substituídas pelos adultos (Figura 5a). Na Amazônia central, estudos de Nunes et al. (1992) e Braga (2008) mostraram que certos gafanhotos semiaquáticos apresentam um padrão similar no comportamento populacional dos diferentes estágios, evidenciando que tais estratégias são fundamentais para estas espécies, pois diminui a competição entre imaturos (ninfas) e adultos, principalmente por recursos alimentares.

CONCLUSÃO

A comunidade de gafanhotos Acridoidea apresenta padrões sazonais diretamente relacionados aos fatores abióticos, principalmente quanto à pluviosidade na Flona Caxiuanã. As máximas populacionais e época reprodutiva (de modo geral) dos gafanhotos, na área de estudo, acontecem no período seco, enquanto as mínimas, no período chuvoso. As espécies *Colpolopha obsoleta* e *Clematodina eckardtiana* foram as mais abundantes e estiveram frequentes em todo o período de amostragem. Ambas correspondem ao maior número de gafanhotos Acridoidea na Flona, e apresentam comportamento populacional antagônico, com máximas e mínimas populacionais e períodos reprodutivos em épocas diferentes.

REFERÊNCIAS

BARRETO et al. As chuvas na grade do PPBio e sua consequência na biodiversidade. In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO DO PPBio, III: Perspectivas das Pesquisas em Biodiversidade, 2010. Belém. **Resumos**... Belém: Programa de Pesquisa em Biodiversidade da Amazônia Oriental, 2010.

BRAGA, C. E. **Aspectos fenológicos e consumo alimentar de *Cornops aquaticum* (Bruner, 1906) (Orthoptera**: Acrididae: Leptysminae) associado a *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Pontederiaceae) em dois lagos da Amazônia Central, Brasil. 2008. 110f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

BRAGA, C. E.; NUNES, A. L. Notas sobre a diversidade de Romaleidae (ORTHOPTERA: ACRIDOIDEA) em três tipos de vegetação de Monte Dourado, Almerim, Pará, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21, 2006. Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Entomológica do Brasil, 2006, p. 142.

BUZZI, Z. J. **Coletânea de termos técnicos de Entomologia**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2003. v. 1. 222 p.

CARBONELL, C. S.; MONNÉ, M. A. Fauna de Acridoidea (Orthoptera). In: UFRJ/MNRJ (Eds.). **Levantamento faunístico**: levantamento faunístico da área de influência da BR-364 (Cuiabá-Porto Velho). Brasília, SCT/PR. CNPq. 1990. p. 105-121.

DESCAMPS, M. Étude dês Ecosystemes Guyanais III – Acridomorpha Dendrophiles (Orthoptera – Caelifera). **Annls. Soc. Ent. Fr**. (N.S.), v. 14, n. 3, p. 301-349, 1978.

EADES, D. C. et al. **Orthoptera species file online**. 2007. Disponível em: <http://osf2.orthoptera.org>. Acesso em: 25 jun. 2011.

FONSECA, J.S. et al. **Estatística aplicada**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1991. 268 p.

HILDO et al. Análise da variabilidade média mensal de variáveis meteorológicas na Floresta Nacional de Caxiuanã/PA na grade do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO DO PPBio, III: Perspectivas das Pesquisas em Biodiversidade, 2010. Belém. **Resumos**... Belém: Programa de Pesquisa em Biodiversidade da Amazônia Oriental, 2010.

LHANO et al. *Cornops aquaticum* (Orthoptera, Acrididae, Leptysminae): aceitação de plantas alimentares por ninfas vivendo em *Eichhornia azurea* (Pontederiacae) no Pantanal Norte, Brasil. **Amazoniana**, v. 18, n. 3/4, p. 397-404, 2005.

MORAES et al. Variabilidade de precipitação na floresta de Caxiuanã. In: LISBOA, P.L.B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 91-97.

NUNES, A. L. et al. Estudo sobre o ciclo de vida e fenologia de *Stenacris fissicauda fissicauda* (Bruner, 1908) (Orthoptera: Acrididae) em um lago de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 8, p. 349-374, 1992.

NUNES, A. L. Os gafanhotos Acridoidea. In: LISBOA, P.L.B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 451-459.

NUNES, A. L.; ADIS, J. Comportamento populacional de *Tucayaca gracilis* (Giglio-Tos, 1897) (Orthoptera-Acrididae) frente a oscilação do nível d'água na várzea da Amazônia Central. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 10, n. 2, p. 211-224, 1994.

SILVEIRA NETO et al. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 420 p.

DIVERSIDADE DE GAFANHOTOS ACRIDOIDEA (ORTHOPTERA) EM UM SÍTIO DO PROGRAMA DE PESQUISA EM BIODIVERSIDADE (PPBIO) NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Ana Lúcia Nunes-Gutjahr
Carlos Elias de Souza Braga

INTRODUÇÃO

O Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) tem como objetivos promover o desenvolvimento de pesquisas, a formação de recursos humanos e o fortalecimento institucional das pesquisas da diversidade biológica, em conformidade com as diretrizes da política nacional de biodiversidade. Neste contexto, promoverá o apoio na implantação de redes de inventários da biota, na manutenção e informatização de acervos biológicos, na pesquisa e desenvolvimento em áreas temáticas da biodiversidade, a fim de gerar ações estratégicas para políticas de pesquisa em biodiversidade. Para os inventários, foram definidos 15 protocolos de amostragens padronizadas. Entre os invertebrados, a classe Insecta, que se destaca como o maior grupo de animais da Terra (RUPPERT; BARNES, 1996), encontra-se representada nos protocolos de invertebrados do PPBio, que contemplam várias ordens de insetos, inclusive a ordem Orthoptera (Gafanhotos Acridoidea), que corresponde ao Protocolo nº 7 do PPBio-Amazônia Oriental.

A ordem Orthoptera é representada por insetos conhecidos popularmente como gafanhotos, grilos, esperanças, paquinhas e manés-magros (BUZZI, 2003). Os ortópteros são insetos que apresentam o primeiro par de asas do tipo coreácea, chamadas tégminas; o terceiro par de pernas saltatória e o aparelho bucal mastigador (GALLO et al., 1978). A maioria dos ortópteros possui como hábito alimentar a herbivoria, porém, algumas espécies são predadoras ou onívoras. A ordem Orthoptera possui 25.000 espécies descritas no mundo (NASKRECKI; OTTE, 1998; EADES; OTTE; NASKRECKI, 2007).

Os ortópteros são insetos reconhecidos principalmente por sua importância ecológica e econômica. A importância ecológica é baseada no fato de que são desfolhadores naturais das florestas, ocupando nichos consideráveis como comedores de matéria orgânica vegetal viva ou em decomposição, além de musgos (AMÉDÉGNATO, 1977), contribuindo, assim, com o incremento deste material no solo e, portanto, na reciclagem da matéria vegetal. Ecologicamente, também são importantes pela grande representatividade nos ambientes, constituindo a base alimentar de muitos vertebrados (sapos, lagartos, aves, macacos etc.) e de invertebrados, principalmente outros insetos. Por esta razão, são considerados elementos indispensáveis nas cadeias tróficas. A importância econômica dos ortópteros é devido ao fato de algumas espécies serem pragas agrícolas capazes de destruir plantações inteiras, em curto espaço de tempo. O tipo de dano ocasionado por estas espécies depende da biologia e etologia das mesmas.

Entre os representantes da ordem Orthoptera, destaca-se a superfamília Acridoidea, que é constituída por gafanhotos de antenas curtas (até 30 antenômeros), sendo, por isso, considerados os gafanhotos verdadeiros. Entre os Acridoidea, a família Acrididae é a mais numerosa, possuindo até 10.000 espécies

descritas (BUZZI, 2003). Pertencem a esta família os gêneros *Schistocerca* Stål, 1873, *Rhammatocerus* Saussure, 1861 e *Tropidacris* Scudder, 1869, que reúnem as principais espécies pragas.

Este trabalho tem como objetivo realizar um inventário rápido de insetos Orthoptera no sítio de estudos do PPBio em Caxiuanã. A realização de inventários padronizados nas áreas de estudo do PPBio na Amazônia Oriental, inclusive de gafanhotos, é uma importante contribuição para o conhecimento da diversidade faunística regional, considerando que se trata de um programa que busca fomentar a ampliação da base de conhecimento sobre a biodiversidade na região amazônica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O sítio de amostras do PPBio - a Grade PPBio Caxiuanã/Caquajó está localizado na Floresta Nacional de Caxiuanã (Flona Caxiuanã), no município de Portel, estado do Pará, nas seguintes coordenadas geográficas: 01°57'36,79"S, 51°36'55,08"W.

Compreende uma área de 25 km^2, onde estão instaladas 12 trilhas de 5 km de comprimento; 6 no sentido norte-sul e 6 no sentido leste-oeste, formando uma grade de 30 quadrados de 1000 m cada. A grade possui 30 parcelas permanentes de 1 ha, com dimensões de 250 m de comprimento e largura de 40 m adjacentes às trilhas (uma a cada 500 m do quadrado), orientadas na direção norte-sul, devidamente numeradas. O eixo central da parcela segue a curva de nível do ponto da trilha onde a parcela se inicia.

MÉTODO DE COLETA

A excursão à grade PPBio Caxiuanã/Caquajó teve duração de 17 dias, no período de 12-28 de setembro de 2006, e foi correspondente à realização de uma coleta de avaliação rápida (RAP - *Rapid Assessment Program*) (MAGNUSSON et al., 2005).

O método de coleta utilizado para este estudo refere-se à técnica 2 do protocolo n° 7 do PPBio Amazônia Oriental. Compreende o protocolo padronizado de coleta ativa (busca visual), com rede entomológica durante 90 minutos, sendo efetuada por 4 coletores (cada coletor correspondeu a uma unidade de amostra) em 15 parcelas da grade, gerando um total de 60 amostras. As parcelas selecionadas para este estudo eram alternadas e são referentes aos números: 1, 3, 5 (Linha A), 7, 9 (Linha B), 11, 13, 15 (Linha C), 17, 19 (Linha D), 21, 23, 25 (Linha E), 27 e 29 (Linha F), conforme desenho de amostragem selecionado no protocolo (Figura 2). Todo o material coletado foi introduzido em vidros morteiros, com acetato de etila e, após serem mortos, os gafanhotos foram acondicionados em sacos plásticos identificados com o número da parcela inventariada, assim como o nome do coletor. Para o transporte do material ao laboratório, os gafanhotos foram guardados em mantas entomológicas identificadas.

No laboratório de Entomologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, o material foi triado, montado em alfinete entomológico, etiquetado e identificado em nível de espécie.

Todo o material coletado foi incorporado ao acervo entomológico da coleção de Invertebrados do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Análise de dados

Os resultados obtidos foram tratados no programa computacional DIVA-GIS 7,4, que determinou o índice de riqueza específica e, para a composição das curvas acumulativas de espécies, foi utilizado o programa EstimateS 800 (Statistical Estimation of species Richness and Shared Species form samples), que forneceu o número de espécies estimadas pelos seguintes estimadores: Chao I, Chao II, Jackkniffe I e Jackkniffe II.

RESULTADOS

Os resultados obtidos para o protocolo padronizado aplicado nas 15 parcelas do desenho de amostragem proposto para este RAP correspondem a um total de 318 exemplares de gafanhotos Acridoidea, pertencentes a 3 famílias, 8 subfamílias, 13 tribos, 19 gêneros e 24 espécies. Porém, outros 138 espécimes de gafanhotos foram coletados ocasionalmente (coletas avulsas) nas linhas (trilhas) da grade e no acampamento da grade (sendo n = 127 e n = 11 exemplares, respectivamente), pertencentes a 12 espécies, das quais três não ocorreram nas parcelas, somando, portanto, 456 exemplares e 27 espécies para este sítio de amostra (Tabela 1).

Entre as 24 espécies amostradas nas parcelas, 12 espécies (50,0 %): A*eolacris caternaulti* (Feisthamel, 1837), C*hariacris dulcis* Walker, 1870, A*prionacris fissicauda* Descamps, 1978, H*abrolampis* sp., T*rybliophorus* sp., T*rybliophorus octomaculatus* Serville, 1831 (Romaleidae), C*hloropseustes leucotylus* Rehn, 1918, O*rphulella punctata* (De Geer, 1773), P*oecilocloeus prasinatus* Descamps, 1980, P*oecilocloeus* sp. 2, P*siloscirtus olivaceus* Bruner, 1911 e mais uma espécie não identificada (Acrididae) foram representadas por um único exemplar (Unicatas), sendo, por isso, coletadas em uma única parcela. A espécie C*lematodina eckardtiana* Günther, 1940 foi a mais abundante (200 exemplares), sendo capturada em todas as parcelas do desenho de amostragem.

A riqueza de espécies observada nas parcelas amostradas variou de 1 a 12 espécies, sendo que em 4 parcelas (16,6 %) foram observadas de 1-3 espécies, 7 parcelas (29,2 %) apresentaram de 3-6 espécies, 2 parcelas (8,4 %) apresentaram de 6-9 espécies e apenas uma parcela (4,2 %) apresentou de 9 a 12 espécies (Figura 1). A maior riqueza (até 12 espécies) foi observada na parcela 13 (Linha C 2500 m).

A estimativa de espécies realizada através do programa de computador EstimateS 800 (Statistical Estimation of species Richness and Shared Species form samples), a partir dos resultados obtidos nas parcelas, mostra que a curva acumulativa de espécies não alcançou assíntota, visto que os estimadores Chao I, Chao II, Jackkniffe I e Jackkniffe II, obtiveram valores acima do observado (Sobs): Chao I = 35,5; Chao II = 47,0; Jackkniffe I = 31,9 e Jackkniffe II = 39,8 (Figura 2). Para o resultado observado (Sobs) de 24 espécies (15 parcelas amostradas), o intervalo de confiança foi mantido entre aproximadamente 15 espécies (valor mínimo) e 28 espécies (valor máximo): Sobs = 24 espécies; Sobs 95 % Lower = 15,31; Sobs 95 % Upper = 28,69 espécies.

Outra análise foi realizada utilizando os dados das 15 parcelas do protocolo, juntamente com os dados das coletas ocasionais (avulsas), nas linhas da grade e no acampamento do PPBio/Caxiuanã-Caquajó. Nessa análise, os resultados mostram um aumento do número de exemplares (n = 456) e de espécies (n = 27) em relação aos dados obtidos para as parcelas. Apesar do aumento na riqueza de espécies (Sobs = 27 espécies), a curva cumulativa para esta análise, que foi feita em função do indivíduo (GOTELLI; COLWELL, 2001), também não alcançou a assíntota e os resultados dos estimadores foram os seguintes: Chao I = 40,5; Chao II = 40,5; Jackknife I = 37,98 e Jackknife II = 43,96 (Figura 3). O intervalo de confiança para o

observado ficou entre 22-33 espécies: Sobs (Observado) = 27 espécies; Sobs 95 % Lower = 22,24; Sobs 95 % Upper = 33,76 espécies.

Quanto às espécies coletadas na Grade PPBio-Caxiuanã/Caquajó, destaca-se que as espécies *Aeolacris caternaulti* (Romaleidae), *Copiocera surinamensis* (Acrididae), *Trybliophorus octomaculata* (Romaleidae) e *Conscineuta pulchripes* (Acrididae) são espécies de Acridoidea, que constituem novos registros para o Brasil, o que contribuirá para ampliação da distribuição geográfica dessas espécies.

Tabela 1. Famílias, subfamílias, tribos, gêneros, espécies e número de espécimes de Acridoidea coletados durante um RAP na Grade PPBio Caxiuanã-Caquajó, no período de 12-28/09/2006.

Família	Subfamília	Tribo	Espécies	Coletas nas Parcelas	Coletas Avulsas
Acrididae	Copiocerinae	Copiocerini	*Copiocera surinamensis* Rehn 1913	17	13
			Copiocera prasina Rehn 1916	-	5
			Copiocerina formosa (Bruner 1919)	5	16
	Gomphocerinae	Orphulellini	*Orphulella punctata* (De Geer 1773)	1	-
	Leptysminae	Chloropseustini	*Chloropseustes leucotylus* Rehn 1918	1	-
		Tetrataeniini	*Tetrataenia surinama* (Linnaeus 1764)	-	8
	Ommatolampinae	Abracrini	*Psiloscirtus olivaceus* Bruner 1911	1	-
		Clematodinini	*Clematodina eckardtiana* Günther 1940	161	39
		Ommatolampini	*Locheuma brunneri* (Scudder 1875)	5	14
		Syntomacrini	*Syntomacris virgata* (Gerstaecker 1889)	4	-
		Não identificado	Não identificado	1	-
	Proctolabinae	Proctolabini	*Conscineuta pulchripes* (Gerstaecker 1889)	71	10
			Poecilocloeus prasinatus Descamps 1980	1	-
			Poecilocloeus sp 1	2	1
			Poecilocloeus sp 2	1	-
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	Omurini	*Omura côngrua* Walker 1870	7	2
Romaleidae	Bactrophorinae	Ophthalmolampini	*Habrolampis* sp	1	-
			Ophthalmolampis fervida Descamps 1978	2	-
	Romaleinae	Phaeopariini	*Epiprora hilaris* Gerstaecker 1889	-	2
		Procolpini	*Aeolacris caternaulti* (Feisthamel 1837)	1	-
		Romaleini	*Aprionacris fissicauda* Descamps 1978	1	-
			Chariacris dulcis Walker 1870	1	-
			Chromacris speciosa (Thunberg 1824)	6	3
			Colpolopha obsoleta (Serville 1831)	29	19
			Prionacris erosa Rehn 1907	2	-
			Trybliophorus octomaculatus Serville 1831	1	-
			Trybliophorus sp	1	-
Total				318	138

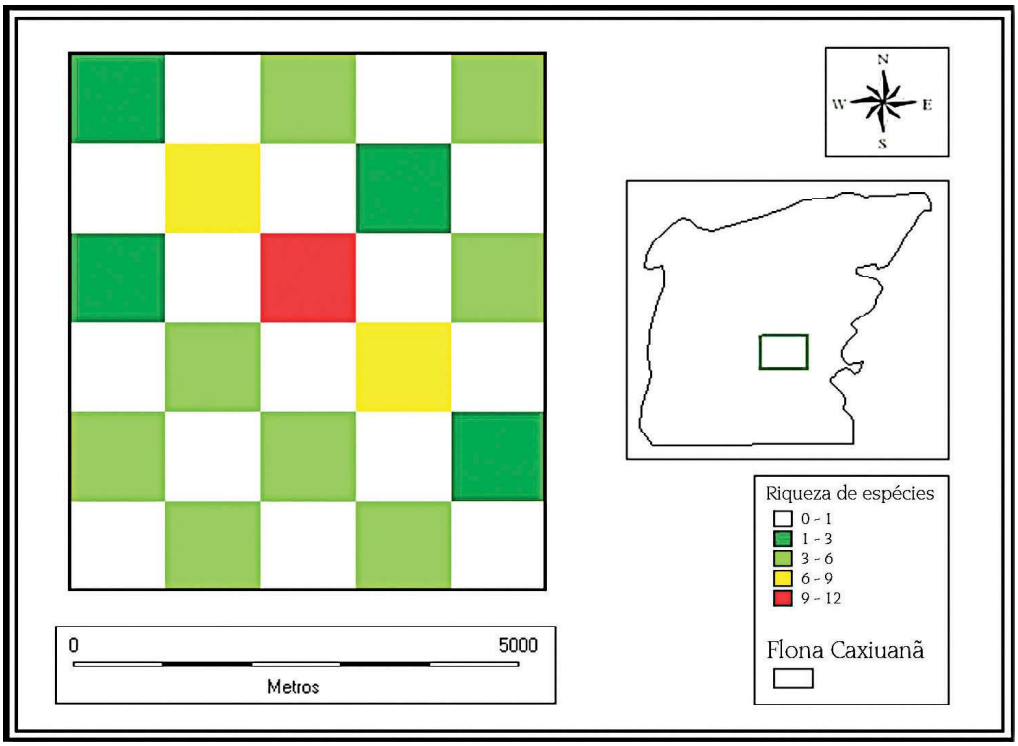


Figura 1. Riqueza de espécies de Acridoidea coletados em 15 parcelas da Grade PPBio Caxiuanã/Caquajó, no período de 12-28/09/2006.

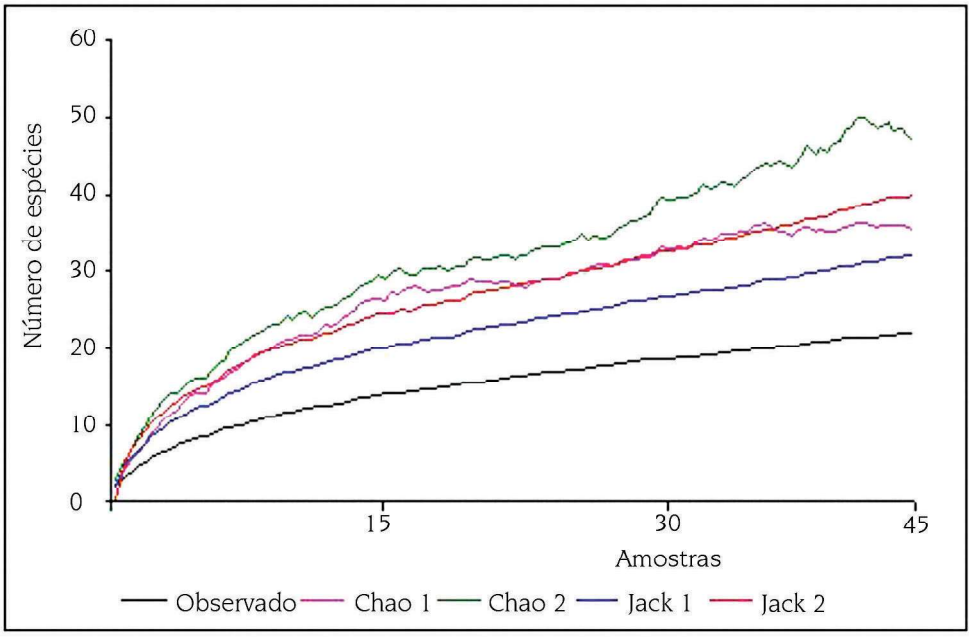


Figura 2. Curva acumulativa de espécies de Acridoidea coletadas em 15 parcelas do protocolo padronizado na Grade PPBio Caxiuanã/Caquajó, no período de 12-28/09/2006.

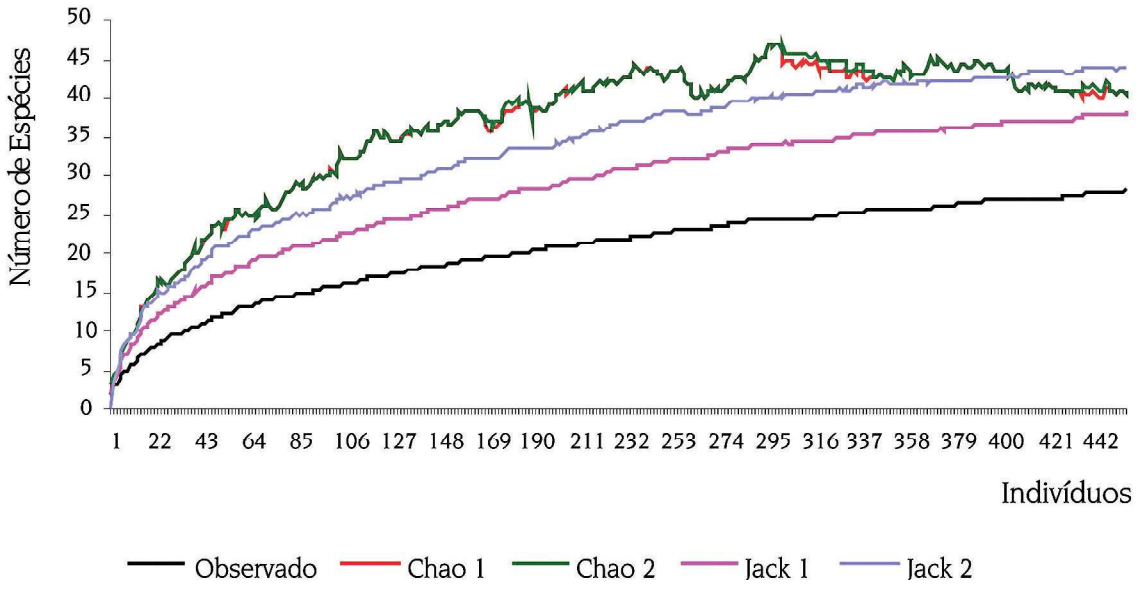


Figura 3. Curva acumulativa de espécies de Acridoidea coletadas em 15 parcelas e ocasionalmente nas linhas da Grade PPBio Caxiuanã/Caquajó, no período de 12-28/09/2006.

DISCUSSÃO

A abundância de gafanhotos coletados em um RAP, no sítio de coleta PPBio-Caxiuanã, é considerada satisfatória (n = 456), visto que Graciani et al. (2005) obtiveram a abundância de 713 exemplares de gafanhotos coletados semanalmente, durante 12 meses, utilizando diferentes métodos de coleta (armadilha de solo, rede de varredura, guarda-chuva entomológico e coleta de folhiço) em um inventário faunístico realizado em Chapecó-SC. Através deste resultado, pode-se considerar que a técnica 2 (coleta/busca ativa com rede entomológica) do protocolo nº 7 do PPBio é apropriada para a coleta de gafanhotos (CARBONELL; MONNÉ, 1990).

Com relação à espécie *Clematodina eckardtiana*, que foi a mais abundante e frequente em todas as parcelas amostradas (n = 200), pode-se afirmar que esta espécie é dendrófila, adaptada a viver em ambiente de floresta, sobre árvores e vegetação, até a altura de uma pessoa, podendo também explorar a liteira (AMÈDÉGNATO; DESCAMPS, 1978), o que justifica sua grande abundância na área da grade PPBio. Também não deve ser desconsiderada a possibilidade de que o RAP realizado em Caxiuanã, tenha coincidido com a época de maior reprodução da espécie, o que pode ter contribuído para a coleta de muitos exemplares. Quanto a isso, é possível considerar que a aplicação de RAPs pode levar à obtenção de resultados que implicam em máximas populacionais de espécies ou até mesmo em ausências de outras, em virtude da condição sazonal na época da realização dos RAPs.

Com relação às espécies A. *caternaulti*, C. *dulcis*, A. *fissicauda*, H*abrolampis* sp, T*rybliophorus octomaculatus*, T*rybliophorus* sp., C. *leucotylus*, O. *punctata*, P*oecilocloeus* sp2 , P*oecilocloeus prasinatus*, C*hloropseustes leucotylus* e P*siloscirtus olivaceus*, que foram representadas por um único exemplar coletado (unicatas), podem ser

consideradas raras nos ambientes de floresta ombrófila densa (GRACIANI et al., 2005), como os encontrados na Flona Caxiuanã.

Quanto à diversidade de gafanhotos na floresta amazônica, é possível afirmar que os dados obtidos neste trabalho são pioneiros para a Amazônia Oriental, por isso, tal estudo é de extrema importância como gerador de informações básicas sobre os Orthoptera Acridoidea de ambientes de mata amazônica. Desta forma, o total de 27 espécies encontradas na grade de inventários PPBio-Caxiuanã é considerado um número bastante expressivo. Contudo, referências a partir de dados de uma coleta de avaliação rápida (RAP) na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), em Manaus (AM), realizado em apenas 12 parcelas de uma grade de inventário PELD/PPBio, mostraram a existência de 20 espécies para uma área de floresta ombrófila densa, como a encontrada na grade PPBio-Caxiuanã (NUNES; BRAGA, 2008). Entretanto, com base em dados secundários provenientes da Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), referentes à Reserva Ducke, onde foram encontradas 42 espécies oriundas desta reserva, indicando que a diversidade de gafanhotos para ambientes de florestas pode alcançar, pelo menos, 42 espécies, não devendo deixar de ser considerado que parte desta ortopterofauna é arborícola e encontrada no dossel da floresta (NUNES; BRAGA, 2008).

Através das análises realizadas neste estudo, foi possível observar que a maior riqueza específica de gafanhotos Acridoidea se encontrava na parcela mais central (I 2500 m) da grade PPBio Caxiuanã/Caquajó. Este resultado era esperado para os Acridoidea, em virtude da composição florística dessa parcela, onde o sub-bosque era composto por uma grande variedade de plantas arbustivas e apresentava boa luminosidade, em decorrência do seu dossel mais aberto. Quanto a isso, é sabido que algumas espécies de gafanhotos heliotérmicos necessitam manter seu corpo em certo ângulo de exposição ao sol, para elevar a sua temperatura corporal (SILVEIRA NETO, 1976), o que poderia ser uma das razões para a concentração de um maior número de espécies no local. Com relação à vegetação de sub-bosque encontrada nessa parcela, que se mostrou bastante diversa. Descamps (1978) afirma que muitas espécies de gafanhotos podem apresentar especificidade a ambientes exclusivamente abertos, fechados ou parcialmente ensolarados, em decorrência de suas necessidades alimentares, ou seja, da vegetação com a qual se alimenta. Esta afirmação está baseada principalmente no fato de que sempre haverá espécies de plantas mais adaptadas a ambientes com maior ou menor luminosidade e, por consequência, a composição da fauna de gafanhotos responderá a esta vegetação.

Quanto aos índices de diversidade propostos pelos estimadores Chao I e II e Jeckniffe I e II, mostraram que a curva acumulativa de espécies não atingiu assíntota, podendo ser observada uma tendência para estabilização. Entretanto, torna-se visível a necessidade de mais coletas. O número de espécies estimado para os Acridoidea neste estudo, apesar de apresentarem valores maiores do que o observado, não ficaram muito distante no que se refere à quantidade. Quanto a isto, deve-se considerar que foi realizado apenas um RAP e em um único período do ano, e que, apesar disso, o intervalo de confiança do número de espécies observado (Sobs) nas análises realizadas sugere que foram alcançados níveis satisfatórios e precisos.

CONCLUSÃO

Este estudo gerou informações inovadoras (novos registros) e satisfatórias, quanto à diversidade e riqueza das espécies de Acridoidea, tanto nas parcelas, como na Grade PPBio-Caxiuanã/Caquajó. Entretanto, torna-se relevante que seja realizada pelo menos mais uma coleta nesta mesma área, em período diferente. Deve-se admitir, ainda, que em outra situação de inventário (em outra grade), o protocolo PPBio padronizado para

Acridoidea, caso seja contemplado com apenas uma única coleta (RAP), deva ter aumentado o seu esforço de amostragem, seja quanto ao número de amostras (coletor) ou quanto ao tempo de coleta, a fim de que sejam potencializados os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

AMÉDÈGNATO, C. Étude des Acridoidea Centre et Sud Americains (Catantopinae, Sensu Lato): **anatomie des genitalia, classification, repartition, phylogenie**. 1977. 383f. Tese (Doutorado) – Universite Pierre et Marie, Paris, 1977.

AMÉDÈGNATO, C ; DESCAMPS, M. Évolution des populations D´Orthoptères D´Amazonie du Nort-Ouest dans les cultures traditionnelles et les formations secondaires d´origine anthropique. **Acrida**, v. 9, p. 1-33, 1978.

BUZZI, Z. J. **Coletânea de termos técnicos de Entomologia**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2003. 222 p. (Série Didática, n. 66).

CARBONELL, C.; MONNÉ, M. A. Fauna de Acridoidea. In: **Levantamento faunístico**: levantamento faunístico da área de influência da BR-364 (Cuibá-Porto Velho). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; Museu Nacional; Brasília: SCT/PR/CNPq, 1990. p. 105-121.

DESCAMPS, M. Étude dês Ecosystemes Guyanais III – Acridomorpha Dendrophiles (Orthoptera – Caelifera). **Annls**. **Soc**. **Ent**. **Fr**. (N.S.), v. 14, n. 3, p. 301-349, 1978.

EADES, D.C., OTTE, D.; NASKRECKI, P. Orthoptera Species File Online. Version 2.8/2.8, 2007. Disponível em: <http://osf2.orthoptera.org>. Acesso em: 27 ago. 2008.

GALLO, D. O. et al. **Manual de entomologia agrícola**. 2. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1978. 649 p.

GOTTELI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifyning biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v. 4, p. 379-391, 2001.

GRACIANI C.; GARCIA, F. R. M.; COSTA, M. K. M. Análise faunística de gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea) em fragmento florestal próximo ao rio Uruguai, município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 87-98, 2005.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; COSTA, F. R. C.; CASTILHO, C. V.; KINUPP, V. P. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 1-6, 2005.

NASKRECKI, P.; OTTE, D. 1998. **Orthoptera species file online**. Disponível em: <http//140.247.119.145 / Orthoptera – 20 Oct.97,Last updated 9 Oct.99>. Acesso em: dez. 2005.

NUNES, A. L.; BRAGA, C. E. Gafanhotos. In: **Biodiversidade amazônica**: lições da Reserva Adolpho Ducke. Programa de Biodiversidade da Amazônia-PPBio. Manaus: Editora Attema, 2008. 156 p.

RUPPERT, E. E; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. 6. ed. São Paulo: Roca, 1996. 1013 p.

SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R. C.; ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agrícola**, v. 52, p. 9-15, 1995.

AS FORMIGAS DO GÊNERO CREMATOGASTER LUND, 1831 (HYMENOPTERA, FORMICIDAE, MYRMICINAE) DE SERAPILHEIRA EM SEIS ÁREAS DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Sherlem Patricia de Seixas Felizardo
Ana Yoshi Harada

INTRODUÇÃO

As florestas tropicais abrigam pelo menos metade do total das espécies vegetais e animais existentes no planeta. A este fato atribui-se a importância do estudo dos organismos presentes nestas áreas, em especial à entomofauna, que constitui grande parte da diversidade (SANTOS et al., 2006).

As formigas pertencem à família Formicidae, que faz parte da ordem Hymenoptera, constituindo um dos grupos mais diversos e bem adaptados dentre os insetos (BORROR; DE LONG, 1988). Estes animais compõem um dos grupos mais bem sucedidos entre os insetos. Elas ocorrem em quase todos os ambientes terrestres (BORROR; DE LONG, 1988), desde as regiões temperadas, até as regiões mais quentes, principalmente nos trópicos (HÖLLDOBLER; WILLSON, 1990).

Bolton et al. (2006) registraram 12.417 espécies, 28 subfamílias e 408 gêneros para o mundo. Outros novos gêneros foram descritos após 2006, como *Tropidomyrmex*, além de uma nova subfamília, Martialinae (SILVA et al. 2009; RABELING et al. 2008). A América do Sul possui, em termos de espécies, a fauna de formigas mais rica do mundo (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Entre os grupos mais dominantes, destaca-se o gênero *Crematogaster* Lund, 1831 (WILSON, 1976).

O gênero *Crematogaster* Lund, 1831, é um grupo cosmopolita e contém 780 espécies amplamente distribuídas no mundo (BOLTON et al., 2006). Ocorre em todas as regiões zoogeográficas, principalmente na zona tropical, onde são elementos representativos da fauna arbórea; e nas regiões temperadas, ocorrem em amplas variações de altitude (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; WHEELER, 1906).

Este gênero pertence à subfamília Myrmicinae, tribo Crematogastrini, junto com *Recurvidris* Bolton, 1992, descrito da Ásia. Espécies do gênero *Crematogaster* podem ser encontradas em todos os estratos da floresta, construindo ninhos de "cartão" em galhos e troncos de árvores, colonizando domáceas de algumas espécies de plantas e interagindo com outros insetos em epífitas de áreas tropicais, formando os chamados "jardins de formigas", em associação com o gênero *Camponotus* Mayr, 1861 (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). No entanto, o grande número de espécies e ampla distribuição geográfica, além da diversidade de adaptações, a abundância e a dominância local e global deste gênero contribuem para aumentar as dificuldades taxonômicas dentre suas espécies (WILSON, 1976).

O gênero *Crematogaster* foi descrito por LUND (1831), tendo como espécie-tipo *Formica scutellaris* Olivier, 1792. Outros gêneros, como *Acrocoelia* Mayr, 1853, e *Tranopeltoides* Wheeler, 1922 (KEMPF, 1960) foram descritos, revisados e, posteriormente, sinonimizados com *Crematogaster* (AGOSTI; JOHNSON, 2011).

Existem quase 800 nomes válidos, incluindo as subespécies e variedades para o mundo (BOLTON, 1995), e mais de 150 nomes para a região neotropical, que necessitam ser revisados (BOLTON, 1995; FERNÁNDEZ, 2003). Para a região neotropical, Kempf (1972) catalogou 71 espécies, 41 subespécies e 46 variedades; e Brandão (1991) fez adições à distribuição de sete das espécies citadas por Kempf (1972). Longino (2003) revisou as espécies da Costa Rica, propondo sinonímias a 16 espécies e descreveu 11 espécies novas. No catálogo eletrônico de Bolton et al. (2006) foram catalogados 780 nomes, 124 sinônimos e, ainda, 85 nomes inválidos para *Crematogaster*. O gênero *Crematogaster* é o sétimo em números de espécies para a região neotropical, e apresenta grandes problemas taxonômicos (KEMPF, 1968; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

O gênero possui apomorfias evidentes, que o distingue dos outros gêneros de formigas, como: variações no formato do pecíolo, pós-pecíolo, nas características da pilosidade e na escultura da superfície do corpo (LONGINO, 2003).

Os espécimes do gênero *Crematogaster* são diagnosticados pelas seguintes apomorfias: a) conspícuo arranjo do pós-pecíolo na área dorsal do quarto tergito abdominal; b) gáster em forma de coração, pontiagudo posteriormente (Figura 1). O pecíolo não possui nodo dorsal, e, quando o gáster é elevado, este é capaz de dobrar-se sobre o mesosoma e, quando o animal se desloca, o gáster se eleva verticalmente (FERNÁNDEZ, 2003). Esta característica está relacionada com o comportamento de defesa ou ameaça destas formigas (CUNHA, 1980).

As espécies do gênero *Crematogaster* são agrupadas em 16 subgêneros, exceto por algumas espécies que não são agrupadas em qualquer subgênero. Os subgêneros presentes na região neotropical são: *Apterocrema* Wheeler, 1936; *Crematogaster* Lund, 1831; *Eucrema* Santschi, 1918; *Neocrema* Santschi, 1918; *Orthocrema* Santschi, 1918; *Oxygyne* Forel, 1902 e *Physocrema* Forel, 1912. O subgênero *Orthocrema* apresenta o maior número de espécies e variedades na região neotropical (KEMPF, 1972).

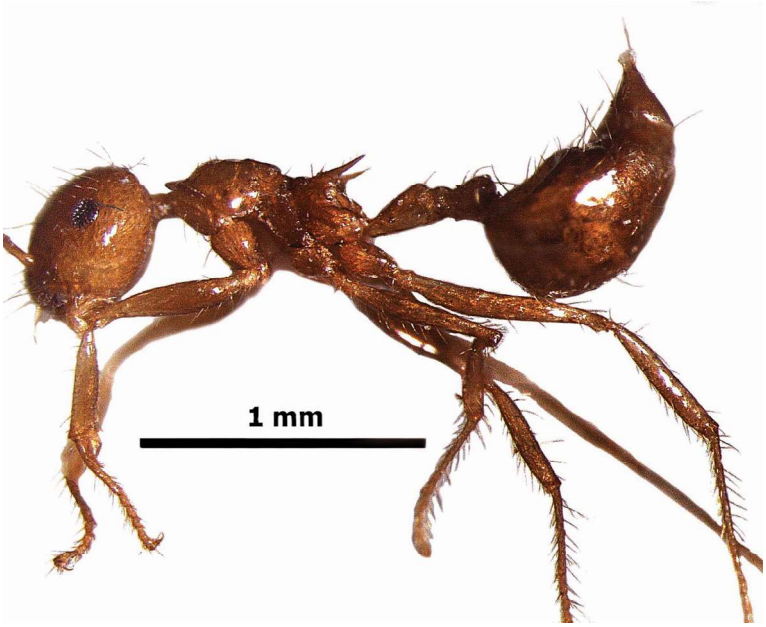


Figura 1. *Crematogaster tenuicula*, vista lateral. Foto: S. Felizardo.

A divisão em subgêneros é contraditória e não é bem definida, uma vez que os caracteres utilizados para esses agrupamentos podem ser convergentes, plesiomórficos ou não confiáveis, tornado essa divisão pouco utilizada (BOLTON, 1995). No catálogo de formigas do mundo (BOLTON et al., 2006), C*rematogaster tenuicula* está incluída no subgênero C. (C*rematogaster*), no entanto, pelas suas características morfológicas, pertence ao subgênero C. (O*rthocrema*); este foi claramente um erro acidental.

Em face à importância bioecológica, diversidade, abundância, riqueza de espécies e carência de estudos taxonômicos do gênero C*rematogaster*, para a região neotropical (concentrados em algumas localidades), estudou-se as espécies do gênero de ocorrência na Flona Caxiuanã (que é uma área de floresta nativa com alta diversidade biológica), a fim de ampliar seu conhecimento (taxonômico, biológico e de distribuição geográfica) e, assim, fornecer bases para programas de manejo e conservação da biodiversidade na Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As áreas de coleta estão localizadas na Floresta Nacional de Caxiuanã (1°42'30"S e 51°31'45"W), no município de Melgaço, estado do Pará, onde está localizada a Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) (Figura 2).

A Flona Caxiuanã possui 330.000 hectares de ambiente natural com alta biodiversidade. A região apresenta clima tropical úmido, caracterizada por uma excessiva precipitação pluviométrica (2000 a 2500 mm), e possui dois períodos: seco (maio a outubro) e chuvoso (novembro a abril). A floresta ocupa terras cobertas por vegetação de floresta de terra firme, várzea, igapó, manchas de savana e vegetação secundária (LISBOA, 1977).

O presente estudo é um segmento do subprojeto do Projeto TEAM/CAXIUANÃ: "Ecologia, Avaliação e Monitoramento de Florestas Tropicais de Caxiuanã: Protocolo de Formigas de Liteira" (BATRA, 2005).

Levantamento

O estudo foi desenvolvido em seis áreas de floresta primária, de 1.000 m^2, contendo 11 trilhas paralelas de 1000 m, distanciadas 100 m entre si (Figura 3). Estas áreas são denominadas 'plotes', e foram delimitadas para o desenvolvimento das atividades do Projeto TEAM/CAXIUANÃ "Ecologia, Avaliação e Monitoramento de Florestas Tropicais de Caxiuanã: Protocolo de Formigas de Liteira". Em cada plote foram sorteados quatro transectos de 100 m, contendo 10 pontos de coleta cada, onde cada ponto constitui uma amostra, tendo-se, assim, 40 amostras por plote, e 240 pontos em cada coleta. O material de estudo foi coletado no período chuvoso, que aconteceu em abril de 2004, janeiro de 2005 e janeiro de 2006.

Nos pontos de coleta foi retirado o folhiço de 1 m^2 de chão, que foi peneirado e transportado em sacos de tecido e, posteriormente, exposto no extrator de mini-Winkler (BESTELMEYER et al., 2000), durante 48 h, em ambiente natural. Os animais foram alocados em frascos contendo álcool a 75 % e transportados para o Laboratório de Sistemática e Ecologia de Formigas do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), em Belém, onde foram processados.

O material contido nos frascos foi triado e identificado ao nível de gênero, e as formigas pertencentes ao gênero C*rematogaster* foram identificadas ao nível de espécie, no laboratório.



Figura 2. Mapa de localização da ECFPn e das áreas de coleta. Fonte: MPEG/UAS/Projeto TEAM.

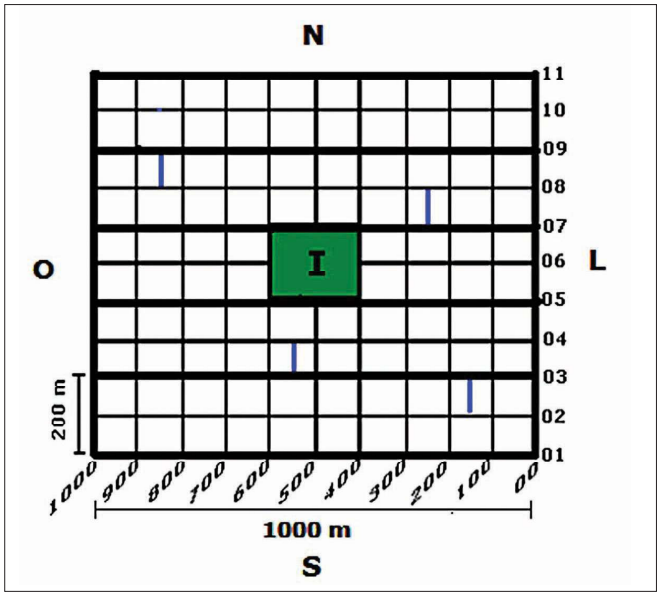


Figura 3.
Diagrama das áreas com implantação das linhas de transecção.

A identificação foi feita com o auxílio de chaves de identificação para operárias de C*rematogaster* da Costa Rica (LONGINO, 2003) e da região neotropical (MACKAY; VINSON, 1989). Os dados sobre a distribuição geográfica e sobre a biologia das espécies do gênero C*rematogaster* foram baseadas em informações existentes na literatura. Os estados brasileiros estão representados pelas siglas: AM: Amazonas; AP: Amapá; CE: Ceará; MG: Minas Gerais; PA: Pará; RJ: Rio de Janeiro; RO: Rondônia; SC: Santa Catarina; SP: São Paulo.

Os exemplares foram medidos com ocular micrometrada, em microscópio estereoscópico Zeiss SV11, com aumento de 66x. As medidas foram baseadas no padrão de medidas para C*rematogaster* (Figura 4), exceto as medidas dos segmentos do funículo antenal. Todas as medidas são apresentadas em milímetros, e as siglas são mencionadas abaixo (Figura 4).

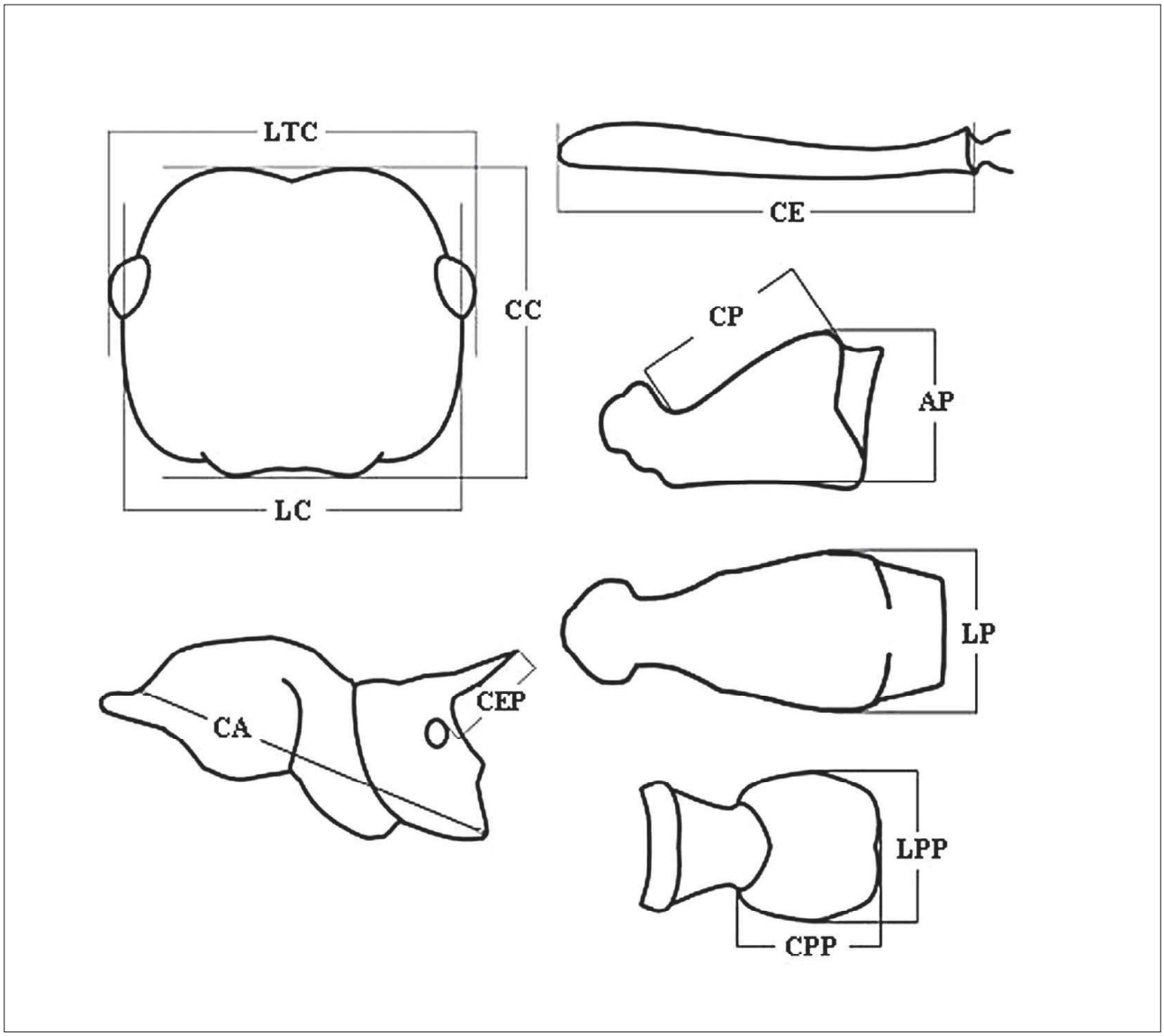


Figura 4. Padrão de medidas para C*rematogaster*. Adaptado de Longino (2003).

As imagens das espécies com maior ocorrência foram feitas com auxílio de câmera digital Leica DFC 420, acoplada ao microscópio estereoscópico Leica MZ 16, conectada ao computador. A captura das imagens foi realizada por meio do software IM 50 (Image Manager) version 5 e a montagem, por meio do software Auto-Montage Pro 5.03.0061 (SYNCROCOPY, 2007). Os acrônimos utilizados para as medidas foram: LTC: Largura Total da Cabeça; LC: Largura do Capítulo; CC: Comprimento da Cabeça; CE: Comprimento do Escapo; CA: Comprimento do Alitronco; CEP: Comprimento do Espinho Propodeal; CP: Comprimento do Pecíolo; AP: Altura do Pecíolo; LP: Largura do Pecíolo; CPP: Comprimento do Pós-pecíolo; LPP: Largura do Pós-pecíolo.

IC: Índice Cefálico - 100*LTC/CC; IE: Índice Escapular - 100*CE/CC; IEP: Índice do Espinho Propodeal - 100*CEP/CA; IAP: Índice da Altura do Pecíolo - 100*AP/LP; ILP: Índice da Largura do Pecíolo - 100*LP/CP; ILPP: Índice da largura do Pós-pecíolo - 100*LPP/CPP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas nove espécies de C*rematogaster*: C*rematogaster brasiliensis* Mayr, 1878, C*rematogaster carinata* Mayr, 1862, C*rematogaster crinosa* Mayr, 1862, C*rematogaster curvispinosa* Mayr, 1870, C*rematogaster flavosensitiva* Longino, 2003, C*rematogaster limata* F. Smith, 1858, C*rematogaster nigropilosa* Mayr, 1870, C*rematogaster sotobosque* Longino, 2003 e C*rematogaster tenuicula* Forel, 1904 (Tabela 1).

Das espécies identificadas, destacam-se as do grupo *limata* (C. *brasiliensis*, C. *carinata*, C. *limata* e C. *tenuicula*), que tiveram maior ocorrência relativa nas coletas de serapilheira, em Caxiuanã, considerando que estas espécies são essencialmente arbóreas. Outras espécies, como C. *sotobosque* e C. *flavosensitiva*, também tiveram considerável ocorrência relativa nas três coletas feitas em Caxiuanã (Figura 5).

As espécies C. *crinosa*, C. *curvispinosa* e C. *nigropilosa* somaram 1 % do total das ocorrências. No ano de 2004 foram encontradas 6 espécies; em 2005, 7 espécies e no ano de 2006 foram encontradas 8 espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Ocorrência das espécies do gênero Crematogaster em serapilheira, em Caxiuanã (2004 a 2006) e porcentagem de ocorrência total das espécies.

Espécies	2004	2005	2006	%
Crematogaster brasiliensis	62	22	25	26
Crematogaster carinata	26	7	16	12
Crematogaster crinosa	0	2	0	1
Crematogaster curvispinosa	0	0	1	0
Crematogaster flavosensitiva	4	10	5	4
Crematogaster limata	23	58	10	21
Crematogaster nigropilosa	0	0	1	0
Crematogaster sotobosque	19	36	17	17
Crematogaster tenuicula	34	21	28	19

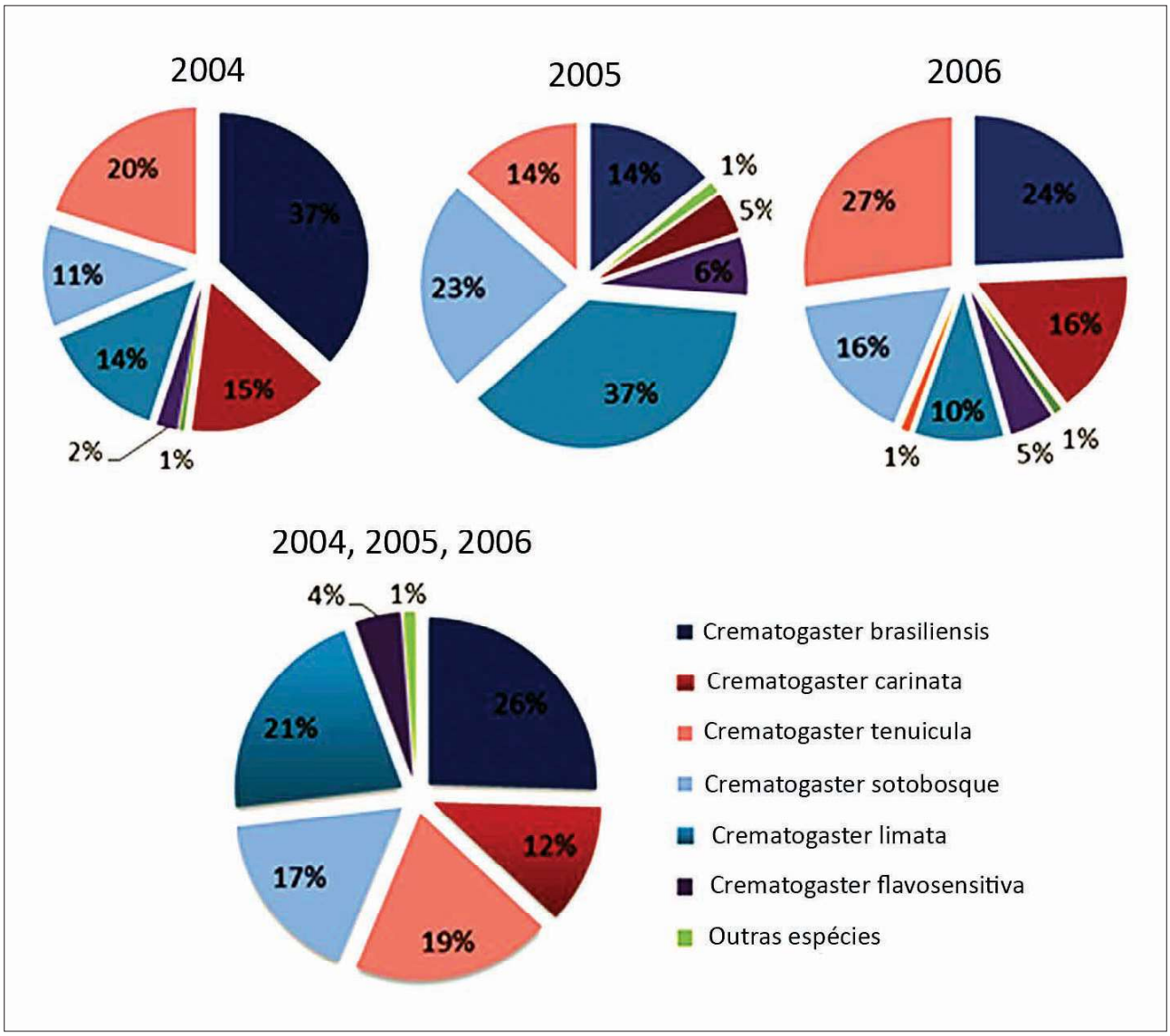


Figura 5. Percentual de espécies em uma coleta do período chuvoso nos anos de 2004, 2005 e 2006.

TAXONOMIA DAS ESPÉCIES DE CREMASTOGASTER DE SERAPILHEIRA DE CAXIUANÃ

Crematogaster brasiliensis Mayr, 1878
Crematogaster brasiliensis Mayr, 1878: 875. Operária. Localidade tipo: Brasil, Amazonas.

Medidas: LTC: 0,68 - 0,73; LC: 0,61 - 0,67; CC: 0,61 - 0,68; CE: 0,68 - 0,76; CA: 0,71 - 0,96; CEP: 0,17 - 0,23; CP: 0,26 - 0,38; AP: 0,15 - 0,24; LP: 0,13 - 0,24; CPP: 0,17 - 0,18; LPP: 0,18 - 0,23; IC 100 - 115; IE: 100 - 125; IEP: 19 - 26; IAP: 83 - 100; ILP: 64 - 71; ILPP: 109 - 125.

Diagnose: esta espécie é principalmente identificada pela sua face lisa, com rugas apenas na região da gena (Prancha 1a). Cerdas eretas, longas e abundantes por todo o corpo. Pecíolo alongado, presença de dente no pós-pecíolo. Presença de dente na sutura metanotal (Prancha 1b).

Descrição da operária: coloração marrom-alaranjado a marrom-avermelhado. **Cabeça** semiquadrada (IC=109,09), achatada na borda posterior. Face lisa e brilhante, com rugas na gena. Pilosidade ereta, longa, fina e clara. Escapo antenal longo (IE=102,27) com pilosidade longa e ereta. Clava antenal com dois segmentos. **Mesosoma** brilhante, com angulações, em vista lateral. Pronoto e mesonoto com estrias sutis e catepisterno fortemente estriado. Pilosidade ereta, fina, longa e clara. Espinho propodeal grande (IEP=19,30); presença de dente na sutura metanotal. **Pecíolo**, em vista dorsal, pedunculado (ILP=66,67), semitriangular (estreito anteriormente e largo posteriormente). Em vista lateral, triangular e alto (IAP=66,67). O processo anteroventral varia de um dente agudo a um nodo arredondado. Liso, brilhante e com as extremidades posterolaterais arredondadas. Pós-pecíolo em vista dorsal semicircular (ILPP=109,09), sem sulco mediano. Liso e brilhante, com dente anteroventral em ângulo agudo ou reto. **Gáster** liso e brilhante; pilosidade ereta, longa, fina e hialina. Coloração marrom alaranjado a marrom avermelhado escuro. Tíbia com cerdas eretas longas, tão longas quanto a largura da tíbia, com coloração amarelada ou marrom-claro.

Comentários: os indivíduos de C*rematogaster brasiliensis* podem apresentar polimorfismo bem acentuado (LONGINO, 2003). A cabeça pode variar de semiquadrada (IC maior que 103) a alongada (IC menor 103).

Nossos resultados corroboram os de Longino (2003), exceto para o tamanho do escapo antenal, em que ele descreve operárias com escapo antenal curto correntes na América Central, no entanto, este estado não foi observado nos espécimes de Caxiuanã.

Os indivíduos de C*rematogaster brasiliensis* habitam geralmente ambientes de florestas úmidas, podendo ocorrer em florestas primárias e secundárias. Elas podem ser encontradas forrageando tanto durante o dia quanto à noite (LONGINO, 2003). São geralmente onívoras, buscando principalmente proteínas e carboidratos, visitando frequentemente nectários extraflorais (BEATTIE, 1985).

Esta espécie geralmente nidifica no solo, no entanto, pode ser encontrada nidificando em madeira em decomposição sob a vegetação ou em ninhos de cartão e em mirmecófitas, como C*ordia* spp, *Tococa* spp, M*aieta* spp, no entanto, a nidificação em mirmecodomáceas parece ser mais oportunismo do que uma preferência especializada (LONGINO, 2003).

Em Caxiuanã, C. *brasiliensis* são encontradas com frequência em serapilheira, como outras espécies do grupo *limata* (C. *limata*, C. *carinata e* C. *tenuicula*).

Distribuição geográfica: Brasil (AP, AM, PA, RO, SP), Guatemala, Guianas, Trinidad.

C*rematogaster carinata* Mayr, 1862
C*rematogaster carinata* Mayr, 1862: 768. Operária. Localidade tipo: Brasil, Rio de Janeiro.

Medidas: LTC: 0,61; LC: 0,54; CC: 0,61; CE: 0,58; CA: 0,73; CEP: 0,12; CP: 0,23; AP: 0,14; LP: 0,15; CPP: 0,15; LPP: 0,14; IC: 100; IE: 95; IEP: 17; IAP: 90; ILP: 67; ILPP: 90.

Diagnose: Mesosoma completamente liso. Presença de estrias sutis na mesopleura. Abundantes cerdas eretas na cabeça e no mesosoma (característica semelhante às outras espécies do complexo *limata*). Espinhos propodeais relativamente mais curtos do que nas outras espécies do grupo. Presença de dente anteroventral no pecíolo, sendo este dente ausente no pós-pecíolo (Prancha 1d).

Descrição da operária: coloração marrom-claro a marrom-avermelhado, com mandíbula, segmentos do funículo antenal e tarsos frequentemente amarelados ou marrons claro. **Cabeça** alongada (IC=100). Face lisa e brilhante; gena estriada. Cerdas eretas, longas, claras e finas. Escapo antenal longo (IE=95) com pilosidade ereta longa. Clava antenal de dois segmentos. **Mesosoma** convexo, podendo formar picos na junção entre o pró e o mesonoto; em vista lateral, o catepisterno é rugoso. Em vista dorsal, é brilhante, liso no pronoto e possui rugas longitudinais no mesonoto. Cerdas eretas, finas, claras e longas. Os espinhos propodeais longos (IEP=16,67) e direcionados para trás. **Pecíolo**, em vista dorsal, alongado (ILP=66,67), semitriangular. Em vista lateral é alongado e baixo (IAP=60), brilhante, pontuado ventralmente e liso em vista lateral e dorsal. Possui extremidades láteroposteriores arredondadas, com cerdas eretas, longas. Possui dente anteroventral com ângulo reto. Pós-pecíolo, em vista dorsal, semicircular (ILPP=90), sem sulco mediano. É liso e brilhante, sem dente anteroventral. **Gáster** liso e brilhante, com cerdas eretas e longas. Tíbia com abundantes cerdas eretas.

Comentários: a diferença primária desta espécie em relação às outras espécies do grupo *limata* (C. *limata*, C. *brasiliensis*, C. *tenuicula*) está na presença do espinho anteroventral no pecíolo, e sua ausência no pós-pecíolo. Esta espécie é muito semelhante à C. *levior* (não descrita neste estudo), diferenciando-se pela presença de estrias na mesopleura, sendo que C. *levior* é completamente lisa.

C*rematogaster carinata* ocorre em vegetação secundária, formando grandes colônias poligênicas, que ocupam grandes extensões de floresta. Podem nidificar convivendo com outras espécies (WHEELER, 1921). Frequentemente constroem ninhos de cartão ou "jardins de formiga", no entanto, em Caxiuanã, foi bem representativa na serapilheira.

Distribuição geográfica: Barbados, Bolívia, Brasil (RJ, AM, PA), Costa Rica.

C*rematogaster crinosa* Mayr, 1862
C*rematogaster crinosa* Mayr, 1862: 767. Operária. Localidade tipo: Brasil, Rio de Janeiro.

Medidas: LTC: 0,70; LC: 0,67; CC: 0,67; CE: 0,48; CA: 0,61; CEP: 0,08; CP: 0,15; AP: 0,15; LP: 0,20; CPP: 0,17; LPP: 0,20; IC: 105; IE: 73; IEP: 12; IAP: 77; ILP: 130; ILPP: 118.

Diagnose: face com pubescências, escapo antenal curto (Prancha 1e). Corpo opaco e mesosoma com rugas muito acentuadas (Prancha 1f).

Descrição da operária: coloração de marrom-escuro a preto. **Cabeça** arredondada (IC=104,55). Face pontuada, não brilhante, com a gena rugosa. Possui pubescências sem cerdas eretas. Escapo antenal curto (IE=72,73), com pubescências abundantes. Clava antenal de dois segmentos. **Mesosoma** convexo, abaulado, não brilhante. Em vista dorsal, possui rugas longitudinais bem acentuadas, com pubescência. Lateralmente pontuados, inclusive no catepisterno. Espinhos propodeais curtos (IEP=12,5), direcionados para cima. **Pecíolo**, em vista dorsal, curto (ILP=130), semiquadrado. Em vista lateral, curto e alto (IAP=76,92); pontuado e opaco, com pubescência. Possui extremidades láteroposteriores anguladas e dente anteroventral agudo. **Pós-pecíolo**: vista dorsal, semicircular (ILPP=118,18) e sem sulco mediano; pontuado e não brilhante, com dente anteroventral agudo. Gáster liso e opaco, com pubescências e cerdas semieretas curtas. Tíbia com pubescência.

Comentários: os espécimes encontrados em Caxiuanã são diferentes dos espécimes de C. *crinosa*, estudados por Longino (2003) em outras áreas. Os exemplares encontrados em Caxiuanã possuem a face pontuada e opaca, contrastando com a descrição de C. *crinosa*, que apresenta a face lisa e brilhante ou com estrias

longitudinais. Esta espécie possui o mesosoma brilhante, com rugas mais sutis do que aquela encontrada nos exemplares de Caxiuanã, além de apresentarem um processo convexo na junção entre o metanoto e o propódeo, sendo que este é ausente nos espécimes encontrados em Caxiuanã. Esta diferença entre os representantes de diferentes áreas pode ser uma variação geográfica, podendo ser também outra espécie. No entanto, esta última opção requereria de mais estudos a respeito de outras estruturas.

C*rematogaster crinosa* possui hábito generalista, sendo comum em áreas de seca sazonal e menos comum em florestas úmidas. Em florestas úmidas é constantemente encontrada em árvores ou em áreas perturbadas (LONGINO, 2003). Em Caxiuanã, foi pouco registrada na serapilheira.

Distribuição geográfica: Bolívia, Brasil (AP, AM, PA, CE, SP, SC), Colômbia, Costa Rica, Guianas, Guatemala, Honduras, Belize, Nicarágua, Paraguai, Uruguai.

C*rematogaster curvispinosa* Mayr, 1862
C*rematogaster curvispinosa* Mayr, 1862: 768. Operária. Localidade tipo: Brasil, Rio de Janeiro.

Medidas: LTC: 0,54; LC: 0,50; CC: 0,48; CE: 0,48; CA: 0,58; CEP: 0,11; CP: 0,18; AP: 0,15; LP: 0,14; CPP: 0,15; LPP: 0,14; IC: 112; IE: 100; IEP: 18; IAP: 111; ILP: 75; ILPP: 90.

Diagnose: curvatura abrupta dos espinhos propodeais na direção posterior (Prancha 2b).

Descrição da operária: coloração marrom-avermelhado, marrom-escuro a preta. **Cabeça** arredondada (IC=112,5), lisa e brilhante, com rugas na gena. Possui cerdas longas eretas, semieretas e semidecumbentes, finas e hialinas. Escapo antenal longo (IE=100), com cerdas eretas e semieretas longas. Clava antenal com dois segmentos. **Mesosoma** com ângulos e esculturas longitudinais e transversais. Brilhante e com rugas acentuadas dorsal e lateralmente. Catepisterno rugo-pontuado, com cerdas grossas e de eretas de tamanhos variados. Espinhos propodeais longos (IEP=18,42), direcionados abruptamente para trás, formando um cotovelo. Os espinhos possuem duas cerdas eretas na base. **Pecíolo**, em vista dorsal, curto (ILP=75); semiquadrado; bordas posteriores anguladas. Em vista lateral triangular e alto (IAP=83,33). É pontuado e brilhante. Área ventral com dente anteroventral agudo. Pós-pecíolo, em vista dorsal, semicircular (ILPP=90), sem sulco mediano, brilhante, pontuado e com dente anteroventral agudo. **Gáster** liso e brilhante, com cerdas curtas, eretas e semieretas. Tíbia com cerdas curtas e semidecumbente.

Comentários: C*rematogaster curvispinosa* é comum em florestas secundárias e áreas altamente perturbadas, como margem de estradas (LONGINO, 2003). Podem ser encontradas forrageando de dia e à noite, geralmente isoladas na vegetação baixa, e frequentemente visitando nectários extraflorais. Esta espécie foi pouco frequente em serapilheira de floresta primária na Flona Caxiuanã

Distribuição geográfica: Brasil (PA, RO, MG, RJ, SP, SC), Colômbia, Costa Rica, Paraguai, México, Peru.

C*rematogaster flavosensitiva* Longino, 2003
C*rematogaster flavosensitiva* Longino, 2003: 70. Operária. Localidade tipo: Venezuela, Est. Barinas.

Medidas: LTC: 0,45; LC: 0,39; CC: 0,53; CE: 0,55; CA: 0,65; CEP: 0,15; CP: 0,20; AP: 0,14; LP: 0,14; CPP: 0,06; LPP: 0,15; IC: 86; IE: 94; IEP: 23; IAP: 100; ILP: 69; ILPP: 250.

Diagnose: face lisa e brilhante; pronoto esculturado (Prancha 2c). Pecíolo curto, face ventral do pós-pecíolo com dente anteroventral e pontuações; algumas cerdas da tíbia mais longas do que a sua largura da tíbia. Corpo amarelo uniforme (Prancha 2d).

Descrição da operária: coloração amarelo a amarelo-alaranjado, uniforme. **Cabeça** alongada (IC=85,71). Face brilhante e lisa. Gena com estrias. Pilosidade: cerdas eretas e semieretas, longas, claras e finas. Escapo antenal curto (IE=94), com cerdas eretas e semieretas longas, finas e claras. Clava antenal com dois segmentos. **Mesosoma**, em vista lateral, formando ângulos. Pilosidade: cerdas eretas, longas, finas e claras. Em vista dorsal, o pronoto e o mesonoto são rugosos e brilhantes. Os espinhos propodeais são longos (IEP=23,26), direcionados para trás. **Pecíolo**, em vista dorsal, curto (ILP=69,23), semirretangular. Em vista lateral é triangular, curto e alto (IAP=69,23). Pecíolo brilhante e pontuado, com extremidades láteroposteriores anguladas. Presença de dente anteroventral agudo. Pós-pecíolo em vista dorsal mais largo do que longo (ILPP=250), sem sulco mediano. Pontuado, brilhante; face ventral com dente anteroventral agudo. **Gáster** liso e brilhante. Cerdas eretas e longas. Tíbia com cerdas eretas longas. Algumas certas mais longas do que a largura da tíbia.

Comentários: *Crematogaster flavosensitiva* é bastante conspícua pela sua coloração amarela uniforme. A presença de cerdas extremamente longas, mais longas do que a largura da tíbia, é uma característica somente desta espécie (LONGINO, 2003).

Os indivíduos desta espécie ocorrem em ambiente de floresta úmida. Foi coletada em serapilheira e extraída em Winkler. É também atraída com isca perto de floreta (LONGINO, 2003).

Distribuição geográfica: Brasil (AM, PA), Panamá, Venezuela.

Crematogaster limata F. Smith, 1858
Crematogaster limata F. Smith. 1858: 139. Operária, Rinha, Macho. Localidade tipo: Brasil, Amazonas.

Medida: LTC: 0,60 - 0,76; LC: 0,58 - 0,74; CC: 0,61 - 0,76; CE: 0,59 - 0,68; CA: 0,64 - 0,80; CEP: 0,12 - 0,20; CP: 0,29 - 0,30; AP: 0,17 - 0,20; LP: 0,17 - 0,18; CPP: 0,12 - 0,17; LPP: 0,17 - 0,20; IC: 100; IE 90 - 97; IEP: 19 - 25; IAP: 100 - 108; ILP: 58 - 60; ILPP: 118 - 137.

Diagnose: face lisa, com rugas apenas na região da gena, cerdas eretas, longas e abundantes (Prancha 2e). Pecíolo alongado, ausência de dente anteroventral no pós-pecíolo. Gáster com esculturação reticulada (Prancha 2f).

Descrição da operária: coloração marrom-claro a marrom-avermelhado. **Cabeça** alongada (IC=100). Face lisa e brilhante, com a gena rugosa, com cerdas eretas e semieretas, longas, finas e claras. Escapo antenal longo (IE=97,5), com pilosidade ereta longa. Clava antenal de dois segmentos. **Mesosoma** convexo, com bordas; arredondado, liso e brilhante; rugoso lateralmente. Possui cerdas eretas, longas, finas e claras. Os espinhos propodeais são longos (IEP=19,5), direcionados para trás. **Pecíolo**, em vista dorsal, alongado (ILP=57,89), semitriangular. Em vista lateral, é alongado e baixo (IAP=65). Pecíolo liso e brilhante, sem dente anteroventral. As extremidades láteroposteriores são arredondadas, com cerdas eretas e longas. Pós-pecíolo, em vista dorsal, semitriangular (ILPP=137,5), sem sulco mediano; liso e brilhante, com cerdas eretas longas, finas e hialinas, sem dente anteroventral. Tíbia com cerdas eretas longas. **Gáster** brilhante, com abundantes cerdas eretas, longas, flexíveis e hialinas. Sem pubescências. Primeiro e segundo segmentos com esculturação reticulada desordenadas.

Comentários: a principal diferença de C. *limata* das outras espécies deste grupo é o tamanho do espinho propodeal, que é bem maior do que nas outras espécies; a esculturação no gáster e a ausência de dente anteroventral no pós-pecíolo.

C*rematogaster limata* é muito comum em florestas primárias úmidas, como em Caxiuanã, ou secundárias secas (LONGINO, 2003). Ocorre desde o nível do mar a até 1000 m de altitude. Esta espécie nidifica em vários tipos de cavidades. São encontradas em ninhos feitos em cavidades de galhos vivos ou mortos, em várias espécies de plantas, podendo ser encontradas também em ninhos de vespas abandonados (LONGINO, 2003). São muito abundantes em coleta de serapilheira, em Caxiuanã. As operárias são onívoras, podendo ser atraídas por nectários extraflorais. Elas podem ser encontradas forrageando durante o dia ou à noite.

Distribuição geográfica: Brasil (AM, PA, RO, RJ, SP, SC), Colômbia, Costa Rica, Guatemala, Guianas, Peru, Trinidad, Venezuela.

C*rematogaster nigropilosa* Mayr, 1870
C*rematogaster nigropilosa* Mayr, 1870: 405. Operária. Localidade tipo: Colômbia.

Medidas: LTC: 0,65; LC: 0,58; CC: 0,64; CE: 0,70; CA: 0,86; CEP: 0,23; CP: 0,30; AP: 0,17; LP: 0,21; CPP: 0,23; LPP: 0,21; IC: 102; IE: 110; IEP: 26; IAP: 79; ILP: 70; ILPP: 93.

Diagnose: cerdas eretas, longas e muito escuras. Diferencia-se de C. *sotobosque* pelos seus espinhos propodeais muito longos e divergentes (Prancha 3a,b).

Descrição da operária: coloração marrom-escuro, uniforme. **Cabeça** alongada (IC=102,38). Face lisa e brilhante, com cerdas eretas, longas, grossas e escuras. Escapo antenal longo (IE=109,52), com cerdas eretas, curtas e longas, algumas mais longas que a largura do mesmo. **Mesosoma**, em vista lateral, formando ângulos; brilhante, com cerdas eretas longas e escuras. Pronoto liso, mesonoto e propódeo com rugas longitudinais. Mesonoto rugoso lateralmente e catepisterno liso e brilhante. Espinhos propodeais muito longos (IEP=26,32) divergentes. **Pecíolo**, em vista dorsal, alongado (ILP=70) e semitriangular. Em vista lateral, é alongando e baixo (IAP=55). Possui dente anteroventral agudo. Pecíolo liso e brilhante, com bordas posteriores arredondadas com cerdas eretas longas. Pós-pecíolo, em vista dorsal, semicircular (ILPP=93,33), sem sulco mediano; liso e brilhante. Sem dente anteroventral, no entanto, possui um lobo obtuso. **Gáster** é liso e brilhante, com cerdas eretas e semieretas longas. A tíbia possui cerdas eretas e semieretas curtas.

Comentários: C*rematogaster nigropilosa* é reconhecida pelo espinho propodeal muito longo. C. *sotobosque* é semelhante a esta espécie, no entanto, esta última possui espinhos mais curtos e C. *nigropilosa* possui um lobo localizado ventralmente, no pós-pecíolo, em vez de um dente.

C*rematogaster nigropilosa* ocorre em uma ampla variedade de habitats e níveis de altitude, exceto em áreas extremamente secas. Estes indivíduos são comuns em florestas de média e elevada altitude, podendo ser encontradas em microabitats úmidos e áreas de seca sazonal. Esta espécie é mais comum em áreas de altitude média, mas pode ser encontrada em altitudes onde virtualmente não é encontrada nenhuma outra formiga (LONGINO, 2003). Longino (2003) coletou uma operária em uma amostra de Winkler, a 2400 m de altitude, no Vólcan Barva, na Costa Rica.

Nidifica frequentemente em madeira em decomposição ou em galhos ocos de plantas baixas. Os ninhos são normalmente feitos no chão da floresta, mas podem ser encontrados a alguns metros do solo, em locais sombreados. As operárias podem forragear durante o dia e à noite; podem estar em nectários extraflorais e ser atraídas por isca de atum no solo (LONGINO, 2003).

Distribuição geográfica: Bolívia, Brasil (AM, PA, RJ, SP, SC), Colômbia, Costa Rica, Panamá, Venezuela.

C*rematogaster sotobosque* Longino, 2003
C*rematogaster sotobosque* Longino, 2003: 106. Operária. Localidade tipo: Costa Rica, Prov. Heredia.

Medidas: LTC: 0,59; LC: 0,56; CC: 0,53; CE: 0,51; CA: 0,62; CEP: 0,15; CP: 0,23; AP: 0,12; LP: 0,15; CPP: 0,15; LPP: 0,15; IC: 111; IE: 97; IEP: 24; IAP: 80; ILP: 67; ILPP: 100.

Diagnose: Mesosoma muito liso e brilhante, com cerdas eretas, espessas e escuras (Prancha 3d).

Descrição da operária: coloração marrom-avermelhado a marrom-escuro. **Cabeça** arredondada (IC=111). Face lisa e brilhante. Possui cerdas eretas, longas, grossas e escuras. Escapo antenal longo (IE=97), com cerdas eretas longas. **Mesosoma** convexo, arredondado, muito liso e brilhante. Possui cerdas eretas, longas, grossas e escuras. Espinhos propodeais longos (IEP=24,39), divergentes. **Pecíolo**, em vista dorsal, alongado (ILP=66,67), semitriangular. Em vista lateral, é alongado, baixo (IAP=53,33), liso e brilhante. Não possui dente anteroventral. As bordas posteriores são arredondadas, com cerdas eretas. Pós-pecíolo, em vista dorsal, semicircular (ILPP=100), sem sulco mediano, liso e brilhante. Dente anteroventral ausente. **Gáster** liso e brilhante, com cerdas eretas, longas escuras. Tíbia, com cerdas eretas longas e coloração mais clara que o resto do corpo.

Comentários: esta espécie é muito parecida com C. *nigropilosa*, diferenciando-se apenas pelos espinhos propodeais e pelos processos anteroventrais do pecíolo e pós-pecíolo.

Em C*rematogaster nigropilosa* os espinhos propodeais são muito longo (IEP>26), enquanto que em C. *sotobosque* os espinhos propodeais são mais curtos (IEP<24). O pecíolo de C. *sotobosque* não possui dente anteroventral e este é ausente, também, no pós-pecíolo, enquanto que C. *nigropilosa* possui dente anteroventral no pecíolo e um lobo obtuso no pós-pecíolo. Além disso, as cerdas de C. *nigropilosa* são mais escuras, tendendo para o cinza-escuro, enquanto que em C. *sotobosque* as cerdas são marrons-escuras.

C*rematogaster sotobosque* ocorre em ambiente de floresta úmida. Operárias são frequentemente coletadas em serapilheira, com Winkler. Forrageiam isoladamente, geralmente em plantas baixas durante a noite e durante o dia, em ambientes sombreados. Podem ser atraídas com isca de açúcar e mosquitos mortos. Nidifica geralmente na serapilheira, porém, Longino (2003) relata ter encontrado apenas operárias em um ninho de cartão no pé de uma samambaia.

Distribuição geográfica: Brasil (PA), Costa Rica, Peru.

C*rematogaster tenuicula* Forel, 1904
C*rematogaster tenuicula* Forel, 1904: 36. Operária. Localidade tipo: Brasil, Pará: Belém.

Medidas: LTC: 0,61 - 0,71; LC: 0,47 - 0,67; CC: 0,61 - 0,67; CE: 0,61 - 0,70; CA: 0,70 - 0,85; CEP: 0,15 - 0,17; CP: 0,23 - 0,30; AP: 0,15 - 0,18; LP: 0,15 - 0,20; CPP: 0,15 - 0,17; LPP: 0,15 - 0,18; IC: 100 - 106; IE: 100 - 105; IEP: 20 - 22; IAP: 92 - 100; ILP 65 - 67; ILPP: 100 - 109.

Diagnose: presença de cerdas eretas abundantes e longas; face lisa e brilhante (Prancha 3e). Espinhos proprodeais longos, direcionados para trás. O dente anteroventral é presente no pós-pecíolo e ausente no pecíolo. Não possui dente na sutura metanotal (Prancha 3f).

Descrição da operária: coloração marrom-claro-amarelado, marrom-escuro a marrom-avermelhado. **Cabeça** semiquadrada (IC=106,82). Face brilhante e lisa, com rugas sutis na gena. Possui cerdas eretas longas e abundantes. Escapo antenal longo (IE=104,55), com cerdas eretas longas. **Mesosoma** formando ângulos; liso e brilhante; catepisterno rugoso. Possui cerdas eretas, longas, finas e claras. Espinhos propodeais

longos (IEP=19,31). **Pecíolo**, em vista dorsal, alongado (ILP=65); semitriangular. Em vista lateral é curto e baixo (IAP=60); liso e brilhante, com bordas posteriores arredondadas e com cerdas eretas. Sem dente anteroventral. Pós-pecíolo, em vista dorsal, semicircular (ILPP=109,09), não possui sulco mediano; é liso e brilhante. Possui espinho anteroventral agudo. **Gáster** liso e brilhante, com cerdas eretas. Tíbia com cerdas eretas e longas, com coloração mais clara, podendo ser marrom-amarelado.

Comentários: C*rematogaster tenuicula* é muito semelhante às outras espécies do grupo *limata*, com cerdas eretas abundantes. É frequentemente confundida com C. *brasiliensis*, no entanto, diferencia-se desta espécie por não possuir dente na sutura metanotal, além de ter o pecíolo mais alto, e C. *tenuicula* possui o dorso do mesosoma mais achatado que C. *brasiliensis*. Os indivíduos de C. *tenuicula* ocorrem em ambiente de floresta úmida, em floresta primária ou secundária. São frequentemente encontradas em ninhos de cartão na vegetação baixa. Operárias solitárias forrageiam na vegetação baixa e frequentemente visitam nectários extraflorais. Podem ser atraídas por iscas de insetos mortos ou soluções açucaradas. São encontradas forrageando durante o dia e à noite (LONGINO, 2003). Em Caxiuanã, foram frequentemente encontradas em amostras de serapilheira.

Distribuição geográfica: Brasil (AM, PA), Bolívia, Costa Rica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

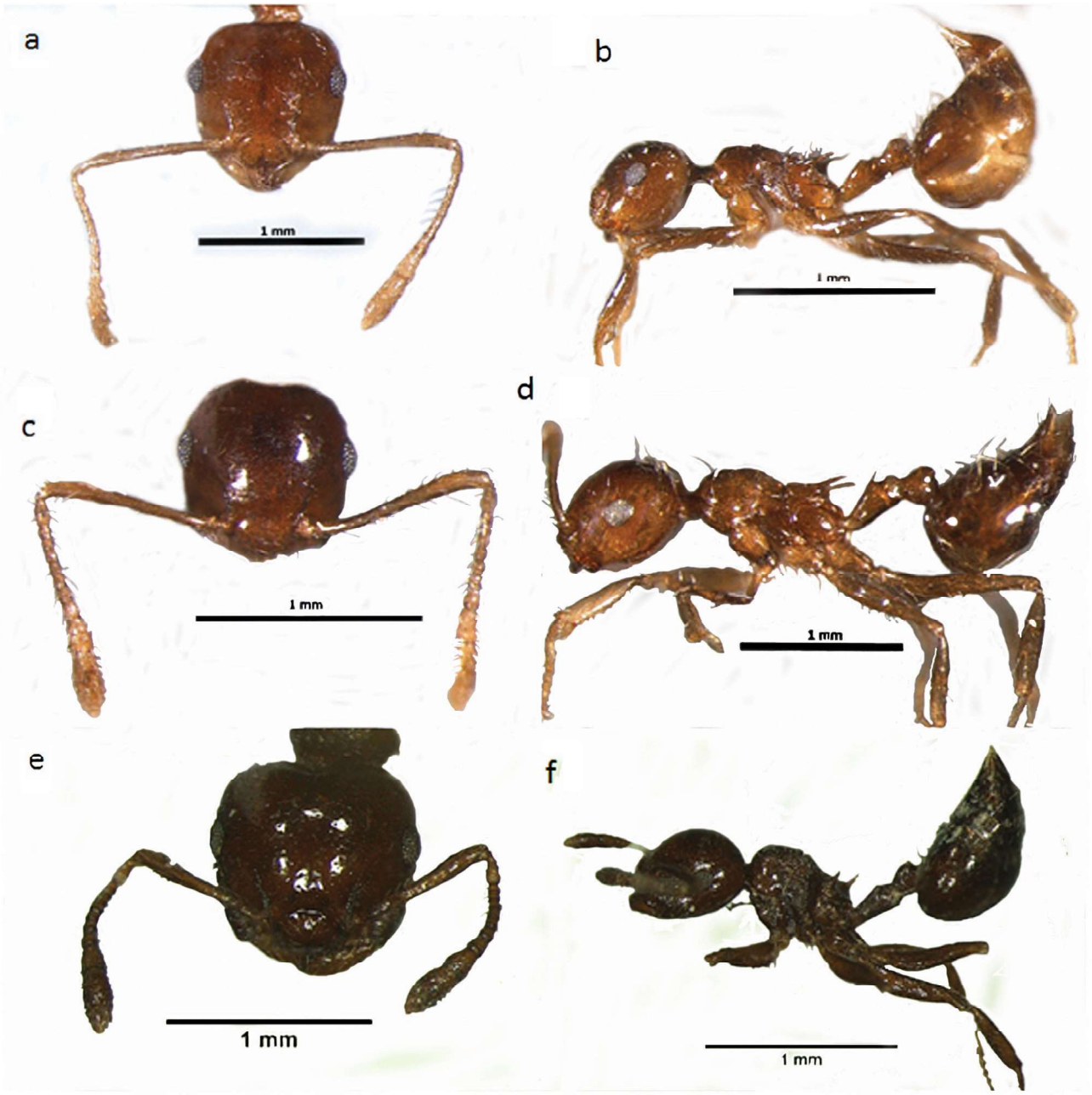
Todas as espécies encontradas neste estudo são restritas à região neotropical. A maioria das características é comum entre as espécies de Caxiuanã e de outras áreas da região neotropical. C. *brasiliensis* apresentou polimorfismo no tamanho e no formato do pecíolo das operárias. Estas características podem ser diferentes entre as populações da América do Sul e da América Central (LONGINO, 2003). Uma importante diferença encontrada entre as formigas de Caxiuanã e da Costa Rica é a forma do pecíolo. Representantes de algumas espécies possuem o pecíolo mais alto do que o das espécies da Costa Rica, mas a maioria das características é comum às espécies, tanto do Brasil, quanto das outras áreas da região neotropical (LONGINO, 2003).

As diferenças nos caracteres das espécies podem ser entendidas como variações específicas ao longo das localidades geográficas.

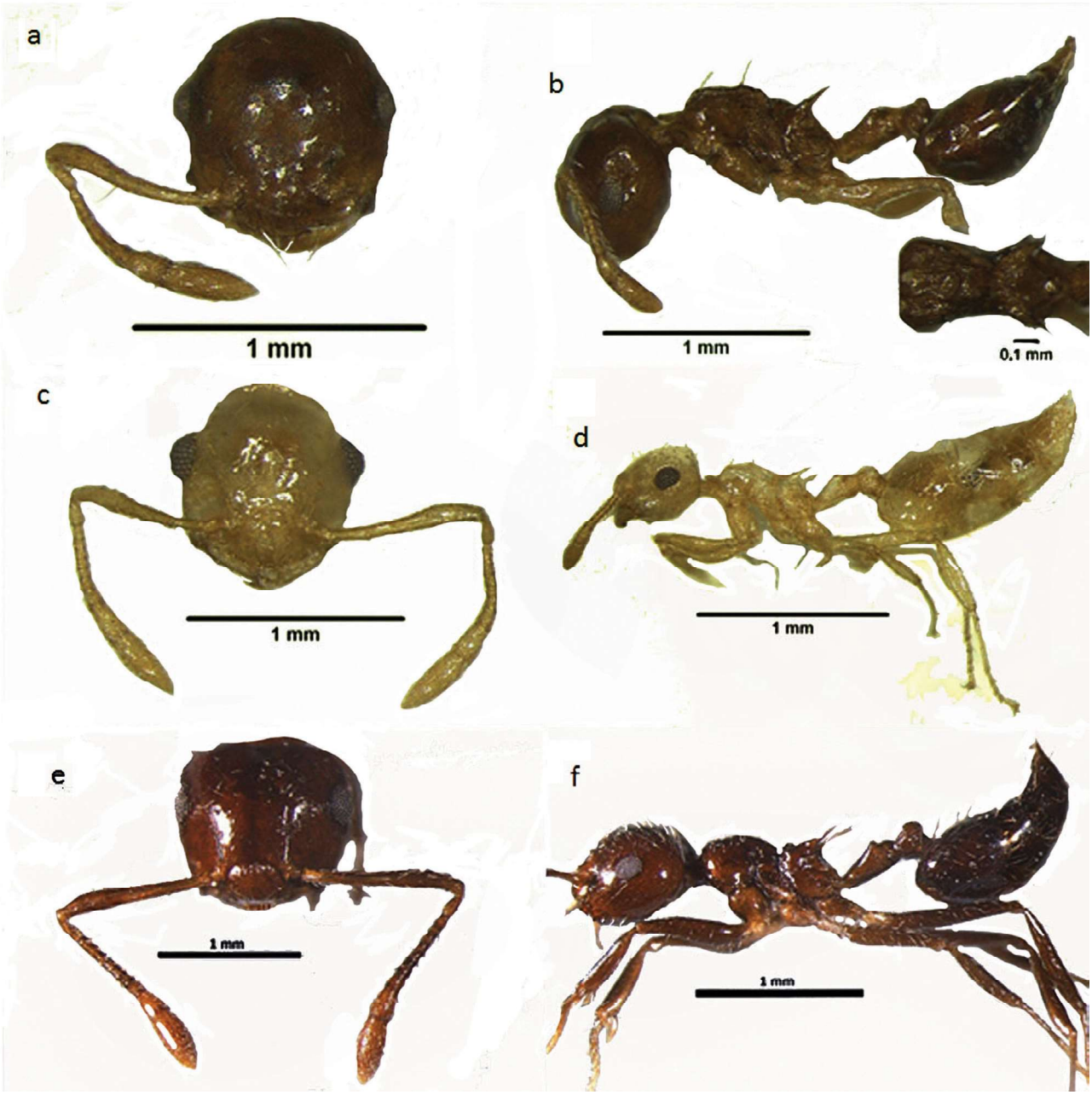
O grupo *limata* apresentou a maior frequência, se comparado com as outras espécies. Espécies essencialmente arborícolas, como C. *tenuicula*, C. *limata* e C. *carinata* são abundantes na serapilheira, em Caxiuanã.

AGRADECIMENTOS

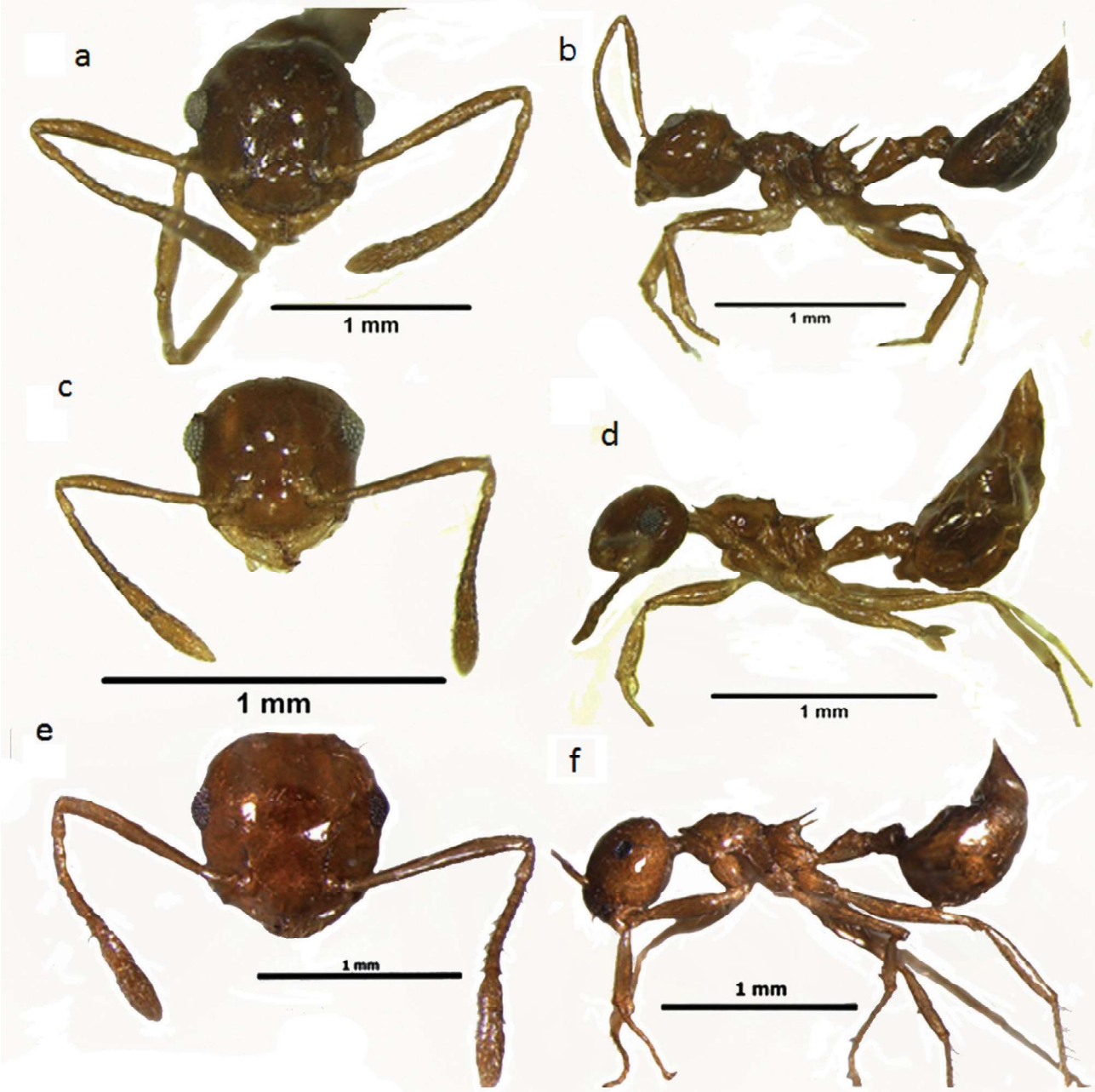
Agradecemos ao CNPq e ao Programa PIBIC/MPEG (processo 112071/2007-4) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica durante a execução deste trabalho; ao projeto TEAM/Caxiuanã; à Conservação Internacional do Brasil e à Fundação Gordon & Betty Moore, pelo financiamento do projeto maior e, ainda, ao Museu Paraense Emílio Goeldi, pelo apoio logístico.



Prancha 1a-f. C*rematogaster brasiliensis*: a. vista frontal da cabeça; b. vista lateral. C. *carinata*: c. vista frontal da cabeça; d. vista lateral. C. *crinosa*: e. vista frontal da cabeça; f. vista lateral.



Prancha 2a-f. C. *curvispinosa*: a. vista frontal da cabeça; b. vista lateral. C. *flavosensitiva*: c. vista frontal da cabeça; d. vista lateral. C. *limata*: e. vista frontal da cabeça; f. vista lateral.



Prancha 3a-f. C. *nigropilosa*: a. vista frontal da cabeça; b. vista lateral. C. *sotobosque*: c. vista frontal da cabeça; d. vista lateral. C. *tenuicula*: e. vista frontal da cabeça; f. vista lateral.

REFERÊNCIAS

AGOSTI, D.; JOHNSON, N. F. Antbase: world wide web eletronic publication. May. 2005. Disponível em: <http://www.antbase.org/>. Acesso em: dez. 2011.

BATRA, P. Tropical ecology, assessment, and monitoring (TEAM) Initiative: ant monitoring protocol versão: 2.01. In: Conservation International/TEAM. **TEAM network portal.** Disponível em: <http://www.team network.org/portal/server.pt/gateway/PTARGS_0_124600_95397_0_0_18/TEAM Ant-PT-EN-2.1.pdf>. Acesso em: jan. 2008.

BEATTIE A. J. **The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. p. 1-182.

BESTELMEYER, B. D.; AGOSTI, D.; ALONSO, L. E.; BRANDÃO, C. R. F.; BROWN JR., W. L.; DELABIE, J. H. C.; SILVESTRE, R. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. In: AGOSTI, D.; MAJER J. D.; ALONSO L. E.; SCHULTS T. R. (Eds.). **Ants**: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Washington: Smithsonian Institution Press, 2002. p. 122-144.

BOLTON, B. **A new general catalogue of the ants of the world**. Cambridge: Harvard University Press, 1995. p. 1-504.

BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P.S.; NASKRECKI, P. **Bolton's catalogue of ants of the world**: 1758-2005. Cambridge: Harvard University Press, 2006. CD-ROM.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Chicago: Edgard Blücher, 1988. p. 1-653.

BRANDÃO, C. R. F. Adendos ao catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 35, p. 319-412, 1991.

CUNHA, W. H. A. **Explorações no mundo psicológico das formigas**. São Paulo: Ática, 1980. p. 1-391.

FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introduccion a las hormigas de la region neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biologicos Alexander von Humboldt, 2003. 424 p.

FOREL, A. Miscellanea myrmécologiques. **Revue Suisse de Zoologie**, v.12, p. 1-52, 1904.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 743 p.

KEMPF, W. W. *Tranopeltoides* Wheeler, a synonym of *Crematogaster* Lund (Hymenoptera, Formicidae). **Entomological News**, v. 7, p. 173-175, 1960.

KEMPF, W. W. Miscellaneous studies on Neotropical ants. IV. (Hymenoptera, Formicidae). **Studia Entomologica**, v. 11, p. 369-415, 1968.

KEMPF, W. W. Catálogo abreviado das formigas da região Neotropical. **Studia Entomologica**, v. 15, p. 3-344, 1972.

LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 1-446.

LONGINO, J. T. The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. **Zootaxa**, v. 151, p. 1-150. 2003.

MACKAY, W. Y.; VINSON, S. B. A guide to species identification of New World ants (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 15, p. 109-150, 1989.

MAYR, G. Myrmecologische Studien. **Verhandlungen der zoologisch-botanischen gesellschaft in Wien**, v. 12, p. 649-776, 1862.

MAYR, G. Formicidae novogranadenses. **Sitzungsberichte der Koenigliche Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe**, v. 61, p. 370-417, 1870.

MAYR, G. Formiciden. Gesammelt in Brasilien von professor Trail. **Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien**, v. 27, p. 867-878, 1878.

RABELING, C.; BROWN, J. M.; VERHAAGH, M. Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America,** v. 105, p. 14913-14917, 2008.

SANTOS, M. S.; LOUZADA, J. N. C.; DIAS, N.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; NASCIMENTO, I. C. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, v. 96, n. 1, p. 95-101, 2006.

SILVA, R. R.; FEITOSA, R. M.; BRANDÃO, C. R. F.; DINIZ, J. L. M. T*ropidomyrmex elianae*, a new myrmicinae ant genus and species from Brazil, tentatively assigned to Solenopsidini. **Zootaxa**, v. 2052, p. 32-48, 2009.

SYNCROSCOPY. Auto-Montage Pro 5.03.0061. 2007.

SMITH, F. **Catalogue of the hymenopterous insects in the collection of the British Museum.** Part VI. Formicidae. London, 1858. p. 1-216

WHEELER, W. M. The habits of the tent-building ant (C*rematogaster lineolata* Say). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 22, p. 1-18, 1906.

WILSON, E. O. Which are the most prevalent ant genera? **Studia Entomologica**, v. 19, p. 187-200, 1976.

AS FORMIGAS DA SUBFAMÍLIA ECTATOMMINAE (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Emely Laiara Silva de Siqueira
Ana Yoshi Harada

INTRODUÇÃO

A família Formicidae (Insecta: Hymenoptera) constitui um dos grupos mais diversos e bem sucedidos entre os insetos (BORROR et al., 1989). As formigas ocorrem em quase todos os ambientes terrestres, distribuindo-se desde as regiões temperadas até as regiões mais quentes, principalmente nos trópicos (BORROR et al., 1989; HÖLLDOBLER; WILLSON, 1990).

Os formicídeos formam um dos grupos de insetos mais representativos, abundantes e diversificados nas áreas tropicais (FITTKAU; KLINGE, 1973; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), sendo esta família constituída por 21 subfamílias, 66 tribos, 287 gêneros e mais de 12.000 espécies nominais viventes, distribuídas no globo (BOLTON et al., 2007; AGOSTI; JOHNSON, 2011).

Dentre as subfamílias de Formicidae, a Ectatomminae é um grupo que se destaca por sua abundância e diversidade na região neotropical, onde possui 111 espécies distribuídas desde a América Central à Argentina (FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007). É um grupo monofilético, recentemente elevado ao status de subfamília (KELLER, 2000; BOLTON, 2003), incluindo os seguintes gêneros: E*ctatomma* Fr. Smith, 1858; G*namptogenys* Roger, 1863; R*hytidoponera* Mayr, 1862 (com 140 espécies, restrito às regiões australiana e oriental) e T*yphlomyrmex* Mayr, 1862. Os três primeiros constituem a tribo Ectatommini e o último pertence à tribo Typhlomyrmecini (monotípica).

Na região neotropical, o gênero mais comum desta subfamília é E*ctatomma*, endêmico das Américas Central e do Sul. Dentre as 14 espécies conhecidas, a maioria é endêmica para a América do Sul. No Brasil ocorrem 11 espécies, das quais três são endêmicas (LATTKE, 1995; BOLTON et al., 2007). O gênero G*namptogenys* possui 137 espécies e ocorre nas regiões Australiana, Neártica, Neotropical e Oriental (BROWN, 1958). T*yphlomyrmex* Mayr, 1862, é endêmico da Região Neotropical, com apenas sete espécies distribuídas desde Vera Cruz, no México, até o noroeste da Argentina (LATTKE, 2003; LACAU et al., 2008; ARIAS-PENNA, 2008).

Sob o ponto de vista evolutivo, as formigas desta subfamília são consideradas primitivas, tanto sob o aspecto morfológico, quanto comportamental (LATTKE, 1994; 1995). Nidificam no solo ou em madeira decomposta, raras vezes são arbóreas; possuem hábito alimentar muito flexível, podendo se alimentar de frutas, líquidos açucarados, nectários extraflorais, secreção de hemípteros, embora a maioria das espécies seja de hábito predador, alimentando-se de outros artrópodes, por isso são conhecidas como formigas caçadoras (KELLER, 2000; LATTKE, 1994).

Esta subfamília tem sido utilizada em diversos estudos, devido à abundância, tamanho e diversidade das espécies, aparente larga história evolutiva (em comparação a outros grupos de formigas poneromorfas), diversidade em sistemas de reprodução e dieta, e fácil reconhecimento em campo (ARIAS-PENNA, 2008).

Neste trabalho, apresentamos a lista de espécies, características bioecológicas e distribuição geográfica das formigas da subfamília Ectatomminae, de ocorrência na Floresta Nacional (Flona) de Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado com base nas formigas da subfamília Ectatomminae procedentes da Estação Científica Ferreira Pena (ECFPn) e de seu entorno (1°38'14"-1°47'41"S e 51°20'00"-51°36'33"W), incorporadas à coleção de invertebrados do MPEG, na revisão da literatura disponível (OVERAL et al., 1997; MOURA, 2006; SOUZA et al., 2007; BASTOS, 2007); em coletas padronizadas (projeto TEAM-Caxiuanã de 2004 a 2005) e aleatórias, entre os anos 1985-2003.

Os espécimes foram coletados em floresta de terra firme, na vegetação e no solo, utilizando os métodos de coleta manual, extratores Winkler, armadilhas de alçapão (pitfall traps) e armadilhas Malaise.

Para as identificações, utilizou-se microscópio estereoscópico ZEISS SV11 (com aumento de 60 a 100 vezes), literatura disponível e comparações com material já identificado, incorporado ao acervo da Coleção de Invertebrados do MPEG (BROWN, 1958; 1965; KUGLER; BROWN, 1982; BRANDÃO; LATTKE, 1990; LATTKE, 1994; 1995; 2002; LATTKE et al., 2004; 2007; LACAU et al., 2004; 2008).

Abreviações dos estados brasileiros de ocorrência das espécies de Ectatomminae : Acre (AC), Alagoas (AL), Amazonas (AM), Amapá (AP), Bahia (BA), Distrito Federal (DF), Espírito Santo (ES), Goiás (GO), Maranhão (MA), Minas Gerais (MG), Mato Grosso (MT), Pará (PA), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Paraná (PR), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande do Norte (RN), Rondônia (RO), Roraima (RR), Santa Catarina (SC) e São Paulo (SP).

Subfamília Ectatomminae Emery, 1895
Ectatomminae Emery, 1895:767, tribo Ectatommini; Bolton, 2003: 172, elevação à subfamília.

Diagonose: orifício da glândula metapleural (em vista lateral) em forma de fenda longitudinal a curvo-oblíqua, delimitado inferiormente com uma borda de cutícula convexa, de tal forma que este orifício é orientado em posição dorsal a póstero-dorsal, um caráter autopomórfico para o táxon (Figura 1) (BOLTON, 2003; LATTKE, 2003; PALÁCIO; FERNÁNDEZ, 2003; ARIAS-PENNA, 2008). Composta pelas tribos Ectatommini (Figura 2a-b) e Typhlomyrmecini (Figura 2c-e), as quais são caracterizadas na Tabela 1.

Tribo Ectatommini Emery, 1895
Gênero Ectatomma Smith, 1858

Ectatomma Smith, 1858: 102 (Espécie-tipo, *Formica tuberculata* Olivier, 1792); Mayr, 1862: 714; Mayr, 1865: 14; Mayr, 1868: 75; Smith, 1871: 324; Dalla Torre, 1893: 23; Forel, 1895: 112; Emery, 1895: 767; Forel, 1899: 5; Forel, 1900: 316; Bingham, 1903: 82; Ashmead, 1905: 382; Wheeler, 1910: 135; Emery, 1911: 41; Wheeler, 1915: 33; Forel, 1917: 236; Gallardo, 1918: 27; Wheeler, 1922: 643; Brown, 1958: 206: Bolton, 2003: 46.

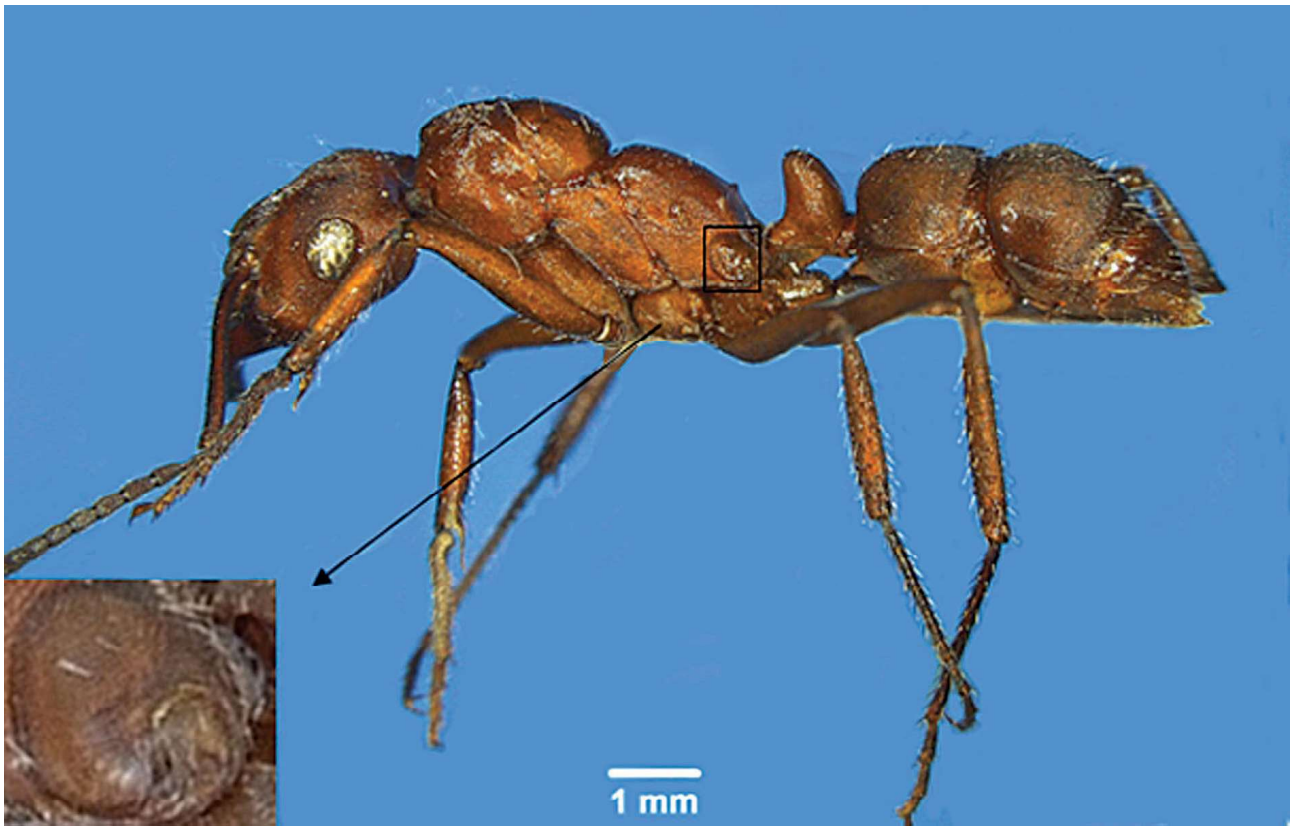


Figura 1. Detalhe da glândula metapleural das formigas da subfamília Ectatomminae. Foto: Emely Siqueira.

Diagnose: carena frontal bem separada e posteriormente subparalela; as seções anteriores dos lóbulos frontais e as inserções da antena completamente separadas pela extensão posterior do clípeo; mesonoto proeminente (em vista lateral), significativamente diferenciado do propódeo por uma profunda fissura transversa; pronoto usualmente com dois a três tubérculos; espiráculo propodeal com forma de fenda longitudinal, alargado e nunca redondo; e dorso metacoxal inerme, sem dentes ou lóbulos (Figuras 3-4) (KUGLER; BROWN, 1982; LATTKE, 2003; PALÁCIO; FERNÁNDEZ, 2003; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: as espécies de *Ectatomma* são flexíveis ecologicamente, sendo encontradas em habitats variados, desde as florestas úmidas a ambientes secos. Algumas são bem adaptadas a ambientes antropizados, como áreas urbanas (ZARZUELA et al., 2002). Usualmente são oportunistas e generalistas; apresentam diversidade em sua dieta, alimentando-se principalmente de outros artrópodes. A maioria das espécies é epigeica, construindo seus ninhos no solo ou no extrato arbóreo (KUGLER; BROWN, 1982; LATTKE, 2003; PALÁCIO; FERNÁNDEZ, 2003; ARIAS-PENNA, 2008).

Distribuição geográfica: na região neotropical, é o gênero mais comum da subfamília Ectatomminae, endêmico das Américas Central e do Sul, ocorrendo desde o sul do México até a Argentina. Dentre as espécies conhecidas, a maioria é endêmica para a América do Sul. No Brasil, ocorrem 11 espécies, das quais três são endêmicas (LATTKE, 1995; KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

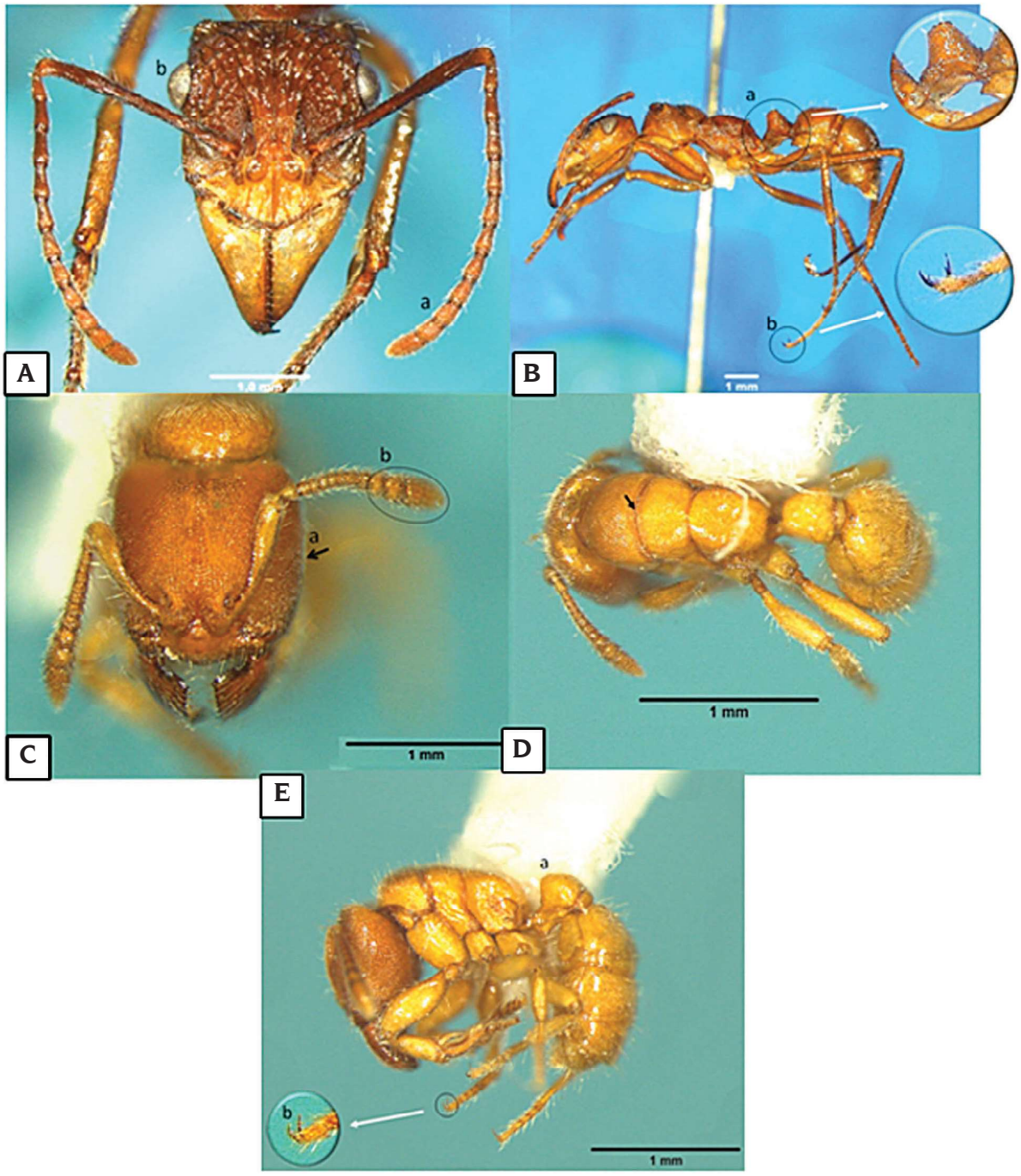


Figura 2A-E. Caracteres diagnósticos das tribos pertencentes à subfamília Ectatomminae. Tribo Ectatommini (A, B, C). A. Vista frontal da cabeça de E. *tuberculatum*, (a) em detalhe a antena sem clava apical definida (b) e o olho bem desenvolvido; B: Vista lateral de E. *tuberculatum*, (a) destacando o pecíolo sem processo anteroventral (b) e garra tarsal com dente pré-apical. Tribo Typhlomyrmecini (C, D, E). C: Vista frontal da cabeça de T. *rogenhoferi*, (a) destacando os olhos (b) e a clava apical; D: Vista dorsal, destacando a sultura promesonotal; E: Vista lateral, (a) destacando o pecíolo (b) e o detalhe da garra tarsal simples. Fotos: Emely Siqueira.

Tabela 1. Caracteres apomórficos para as tribos de Ectatomminae, conforme Brown (1965), Kugler e Brown (1982), Lattke (1994; 2003), Palácio e Fernández (2003), Lacau et al. (2004; 2008), Arias-Penna (2008).

Caracteres	Ectatommini	Typhlomyrmecini
Clava apical	não definida	3 - 4 segmentos
Olhos	bem desenvolvidos	reduzidos
Sutura promesonotal	ausente ou presente	presente e flexível
Pecíolo	séssil ou pedunculado, com ou sem processo anteroventral	pedunculado e com processo anteroventral proeminente
Dente pré-apical da garra tarsal	presente, em posição media ou basal	ausente

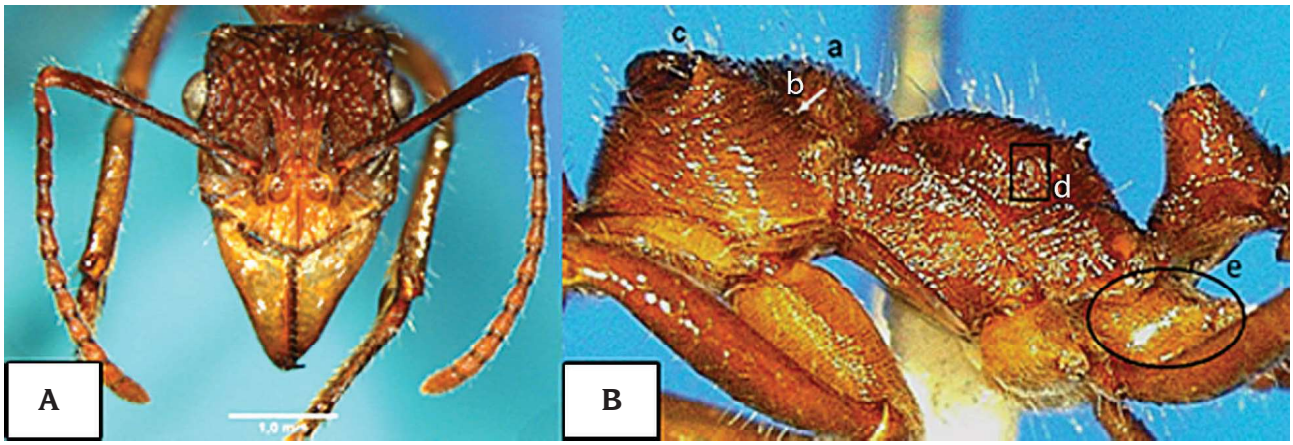


Figura 3A-B. Genêro E*ctatomma*. E. *tuberculatum* A: Vista frontal da cabeça ; B: Vista lateral do tórax (a) destacando o mesonoto, (b) fissura diferenciando o pro e o mesonoto, (c) tubérculos do pronoto, (d) espiráculo propodeal (e) e o dorso metacoxal. Fotos: Emely Siqueira.

E*ctatomma brunneum* Smith, 1858

E*ctatomma brunnea* Smith, 1858: 103, descrição da operária e rainha; Roger, 1860: 307; Bolton, 1995: 186.

Localidade-tipo: Brasil

Diagnose: corpo de coloração marrom-escura a negro, uniforme e finamente estriado, exceto nas pernas; mandíbulas, antenas e pernas de cor ferruginosa; cabeça semiquadrada; clípeo sem carena média distintiva; tubérculo médio do pronoto ligeiramente projetado para cima, com o ápice pontiagudo; pecíolo mais longo que largo (Figura 4.1) (SMITH, 1858; KUGLER; BROWN, 1982; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: espécie ecologicamente muito flexível, habitando frequentemente floresta primária ou secundária e, com menor frequência, áreas de cerrado ou áreas abertas, embora seja bem adaptada a ambientes antropizados. Seus ninhos são epígenos, simples, com poucos indivíduos. As operárias forrageiam solitariamente na serrapilheira ou em extrato arbóreo; esta espécie apresenta uma dieta bem diversificada

(preda outros invertebrados e alimenta-se de vegetais e nectários extraflorais) (SMITH, 1858; KUGLER; BROWN, 1982; ARIAS-PENNA, 2008). Na Flona Caxiuanã há registros desta espécie para a serrapilheira e vegetação da floresta primária, bem como em áreas urbanas (OVERAL et al., 1997).

Distribuição geográfica: Neotropical: Trinidad & Tobago, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Brasil (AP, PA, AM, AC, RO, MT, MA, GO, DF, PB, PE, RN, AL, BA, MG, RJ, SP, ES.), Equador, Colômbia, Bolívia, Peru, Panamá, Paraguai e Argentina. (KEMPF, 1972; BRANDÃO 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

E*ctatomma edentatum* Roger, 1863

E*ctatomma edentatum* Roger, 1863: 173, descrição da operária; Emery 1901: 199 descrição da larva; Almeida Filho, 1987: 175, descrição da rainha.

Localidade-tipo: Argentina.

Diagnose: Corpo com coloração predominantemente ferruginosa; com estrias robustas, exceto nas pernas; clípeo com uma carena média bem marcada; pronoto com o tubérculo médio bem diferenciado, com um par de dentes pequenos; tubérculo médio do propódeo reduzido ou pouco diferenciado dos tubérculos laterais; abertura do espiráculo propodeal elíptica ou oval (Figura 4.2). E. *edentatum* apresenta grande variação intraespecífica, especialmente nas esculturações do gáster e na coloração (KUGLER; BROWN 1982; ALMEIDA-FILHO, 1987; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: as formigas desta espécie são encontradas com maior frequência nas bordas das florestas, em altitudes acima de 1,000 m, formando ninhos abaixo do solo (no estrato hipógeno), e forrageiam acima do solo (no extrato epígeno). Há, também, registros dessa espécie em ambientes urbanos (ZARZUELA et al., 2002). Estas formigas alimentam-se de frutas e sementes (KUGLER; BROWN, 1982; ARIAS-PENNA, 2008). Em Caxiuanã, esta espécie é encontrada em serrapilheira de floresta primária, formando ninhos no solo (OVERAL et al., 1997).

Distribuição geográfica: Neotropical. Costa Rica, Panamá, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia, Brasil (PA, RO, AM, RR, MT, GO, DF, PE, BA, RS, SC), Paraguai, Uruguai, Argentina (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

E*ctatomma lugens* Emery, 1894

E*ctatomma opaciventre* var. *lugens* Emery, 1894: 144, descrição da operária; Almeida Filho, 1987: 177 descrição da rainha.

Localidade-tipo: Belém, Pará, Brasil.

Diagnose: cor predominantemente marron-escuro; cabeça e tórax subopaco com escultura reticulada pontilhada; clípeo com fortes estrias longitudinais; escapo com estrias finas; mandíbulas brilhantes e fortemente estriadas; espaço entre o olho e a carena frontal com estrias longitudinais; comprimento do escapo antenal superior à largura da cabeça (incluindo os olhos); pronoto com estrias transversais na face anterior, face dorsal apresentando três espinhos; pecíolo com estrias transversais; segundo segmento do gáster com linhas finas, sem estriações (Figura 4.3) (ALMEIDA-FILHO, 1987; ARIAS-PENNA, 2008).

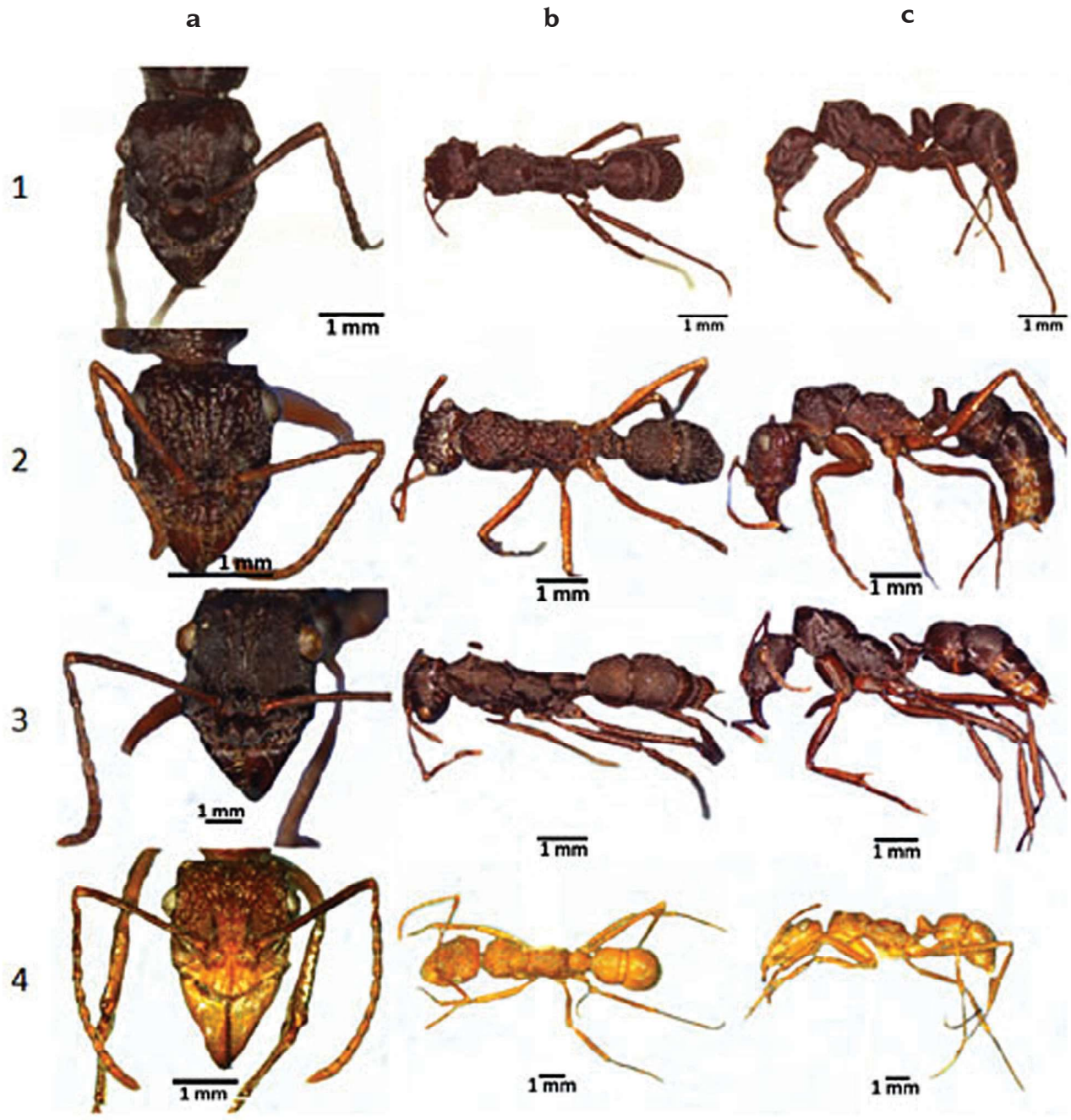


Figura 4a-c. Espécies do gênero E*ctatomma*, de ocorrência na Flona Caxiuanã: a. Vista frontal da cabeça; b. Vista dorsal; c. Vista lateral. 1- E. *brunneum*; 2- E. *edentatum*; 3 - E. *lugens*; 4 - E. *tuberculatum*. Fotos: Emely Siqueira.

Biologia: as formigas desta espécie são encontradas com maior frequência no interior de floresta primária, formando ninhos acima do solo (KUGLER; BROWN, 1982; ARIAS-PENNA, 2008). Na Flona Caxiuanã há registro da espécie em serrapilheira de floresta primária, construindo ninhos no solo (OVERAL et al., 1997).

Distribuição geográfica: Neotropical. Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Brasil (AP, PA, AM, MA, RO, RR) Peru. (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

E*ctatomma tuberculatum* (Olivier, 1792)
F*ormica tuberculata* Olivier, 1792: 498, descrição da operária e rainha; Smith, 1858: 102, descrição do macho, combinação em E*ctatomma*; Wheeler, 1952: 192, descrição da larva.

Localidade-tipo: Belém, Pará, Brasil.

Diagnose: coloração pode variar de marrom-amarelada a marrom-avermelhada; tubérculos laterais do pronoto mais proeminente que o tubérculo médio; nó peciolar (em vista lateral) curto e largo, subtriangular, com o topo arrendado e as declividades das faces anterior e posterior convergindo em direção anterior (Figura 4.4) (OLIVIER, 1792; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: a biologia desta espécie é similar a de E. *brunneum*, porém E. *tuberculatum* tende a ser menos tolerante a ambientes alterados. Pode ser encontrada tanto no interior, quanto na borda de florestas úmidas, e ainda em ambientes secos como no cerrado. Constroem ninhos acima do solo; com população variando entre 100-400 operárias, os ninhos podem ser monogênicos (com apenas uma rainha) ou poligênicos (com até 15 rainhas). As operárias desta espécie alimentam-se principalmente de outros invertebrados como pequenas formigas, vespas, pupas de abelhas, larvas de mariposas, cupins e caracóis pequenos, embora possam se alimentar também de nectário extraflorais e secreções açucaradas de membracídeos e afídeos (WEBER, 1946; WHEELER, 1986; ARIAS-PENNA, 2008). Na Flona Caxiuanã esta espécie foi coletada na serrapilheira, utilizando-se os métodos de Winkler e "*pitfall traps*" e na vegetação, utilizando-se rede de varredura (OVERAL et al., 1997).

Distribuição geográfica: Neotropical e Neoártica

Estados Unidos (Texas), México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Trinidade & Tobago, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Brasil (AP, PA, RO, RR, AC, MA, MT, GO, DF, AL, PB, PE, BA, ES, MG, RJ, SP), Peru, Paraguai, Argentina (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

***Gênero Gnamptogenys* Roger, 1863**

G*namptogenys Roger*, 1863: 174 (Espécie-tipo: P*onera tornata* Roger, 1861: 15); Mayr, 1887: 540; Dalla Torre, 1893: 23; Emery 1911: 44; Wheeler, 1929: 644; Kunezov, 19986: 14; Wilson & Brown, 1958: 211; Brown, 1958: 232; Lattke, 1990: 1; 1995: 137; Bolton, 2003: 137; Borges et al.,2004:481; Lattke, 2004:1; L*attke* et al. 204:339; 2007: 254.

Diagnose: a maioria das espécies apresenta estrias regulares e paralelas na cutícula; propódeo e mesonoto formando uma superfície contínua ou quase contínua; pronoto inerme sem tubérculos; espiráculo propodeal redondo e quase nunca em forma de fenda; dorso da metacoxa frequentemente com dentes ou lóbulos (Figura 5a-b) (LATTKE, 1994; 1995; 2002; 2003; PALÁCIO; FERNÁNDEZ, 2003; ARIAS-PENNA, 2008).

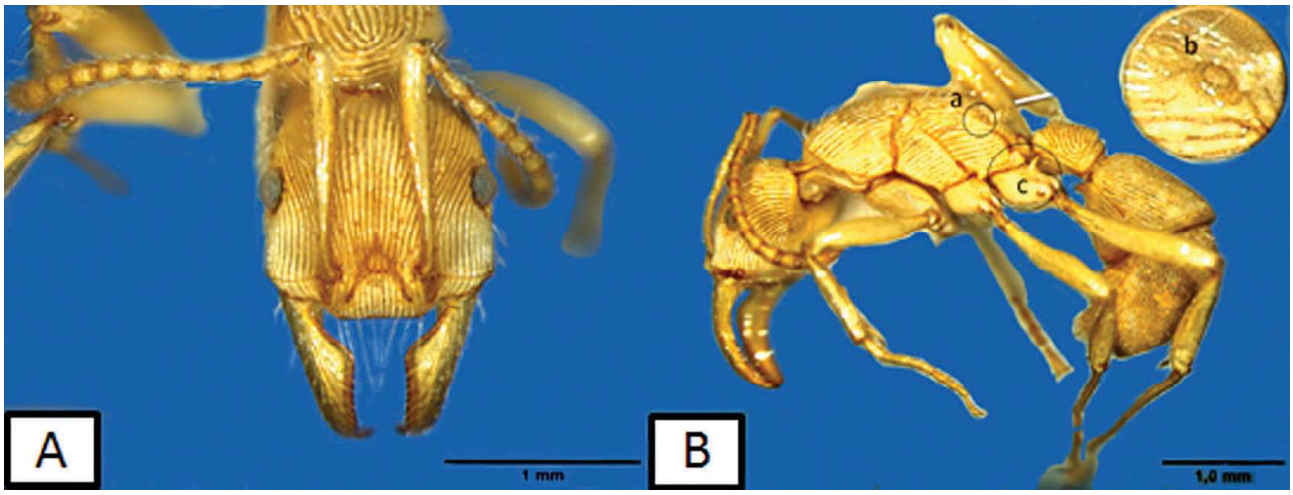


Figura 5A-B. Gênero G*namptogenys*. G. *enodis*. A: Vista frontal da cabeça; B: Vista dorsal (a) destacando o pronoto e metanoto contínuo e inerme, (b) tubérculo do propódeo (c) e espinho metacoxal. Fotos: Emely Siqueira.

Biologia: encontradas com maior frequência em florestas úmidas, as formigas desta espécie habitam também ambientes secos (áreas de cerrado); constroem ninhos em madeira descomposta na serrapilheira, abaixo de pedras, em rachaduras do solo e, ocasionalmente, em epífitas. Os ninhos são pequenos, normalmente com 80-120 operárias, poucas vezes ultrapassam de 200 operárias. Alimentam-se principalmente de pequenos artrópodes, como outras formigas, besouros e diplópodes (LATTKE, 1990; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Distribuição geográfica: G*namptogenys* é o gênero de maior distribuição geográfica da subfamília Ectatomminae, distribuindo-se amplamente nas regiões australiana, indo-australiana, neártica, neotropical e oriental (BROWN, 1958). Das 120 espécies conhecidas, 81 ocorrem na região Neotropical (LATTKE et al., 2007), ocorrendo desde o sul dos Estados Unidos ao norte da Argentina (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

***Gnamptogenys acuminata* (Emery, 1896)**
E*ctatomma* (G*namptogenys*) *acuminatum* Emery, 1896: 50, descrição da operária e rainha; Brown, 1958: 228, combinação em G*namptogeny*s.

Localidade-tipo: Brasil.

Diagnose: corpo de coloração marrom a negra; mandíbulas semitriangulares; mesonoto e declividade propodeal, com estrias longitudinais; nó peciolar com projeção posterior; suturas transversas do dorso mesosomal fracas, visíveis apenas com certos ângulos de luz (Figura 6.1) (LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2002; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: encontradas em florestas úmidas, construindo ninhos em madeiras decompostas (LATTKE, 1995). Em Caxiuanã, a espécie é conhecida de serrapilheira de floresta primária, nidificando no solo (OVERAL et al., 1997).

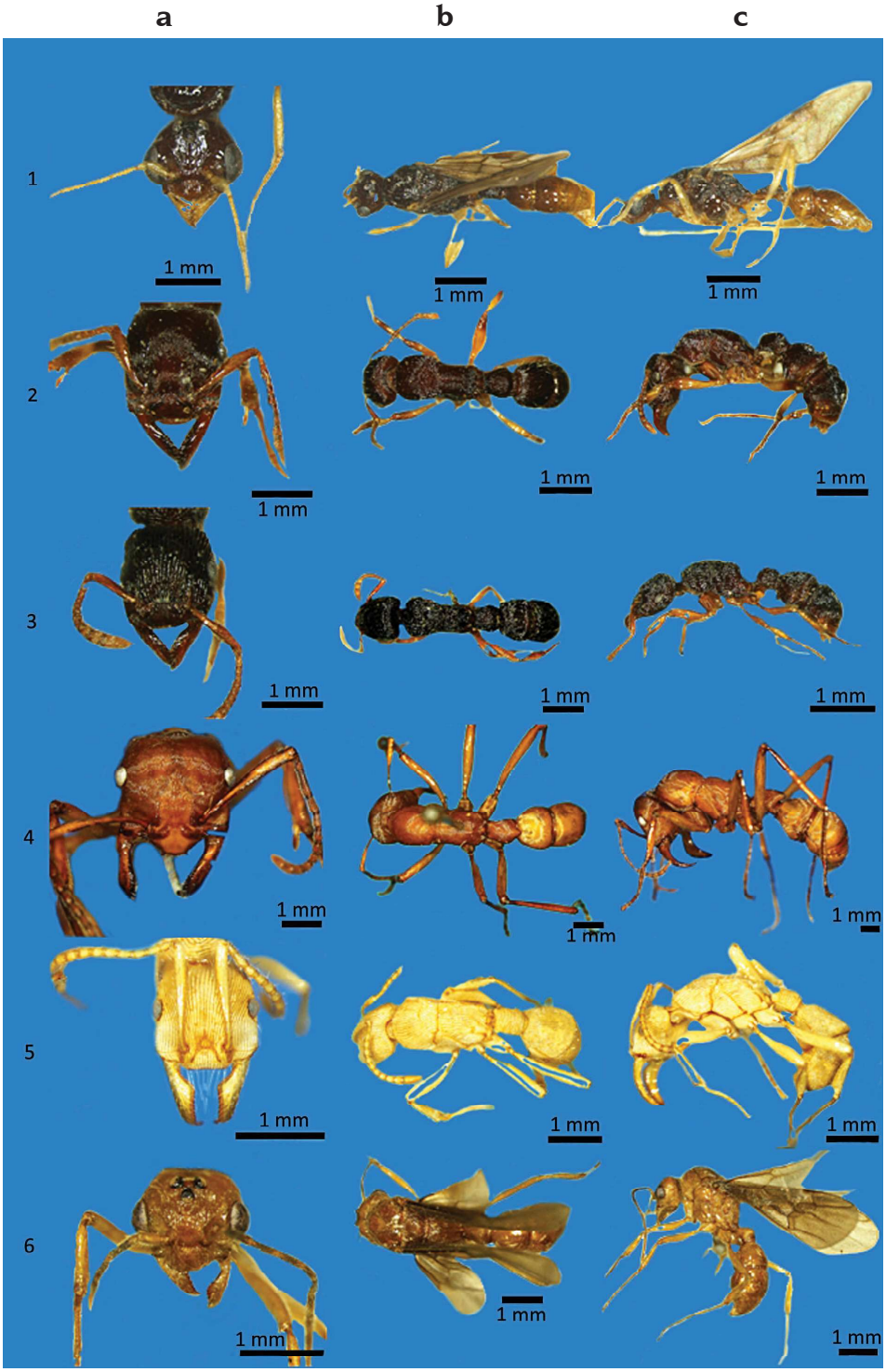


Figura 6a-c. Espécies do gênero G*namptogenys* de ocorrência na Flona Caxiuanã. a. Vista frontal da cabeça; b. Vista dorsal; c. Vista lateral. 1- G. *acuminata*; 2- G. *annulata*; 3- G. *bisulca*; 4- G. *concinna*; 5- G. *enodis*; 6- G.*haenshi*. Fotos: Emely Siqueira.

Distribuição geográfica: Neotropical. Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Brasil, (PA, AM, GO, SP) e Bolívia (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

***Gnamptogenys annulata* (Mayr, 1887)**

Ectatomma (*Gnamptogenys*) *rimulosa* var. *annulata* Mayr, 1887: 543, descrição da operária, rainha e macho; Mann, 1922: 3, combinação em *Gnamptogenys*.

Localidade-tipo: Brasil.

Diagnose: corpo finamente estriado, com estrias longitudinais sobre a cabeça e transversais sobre o pronoto, mesonoto e segmentos gástricos 2-3; dorso do nó peciolar com estrias transversais em arco; mandíbulas semitriangulares; espinho metacoxal ausente; corpo marrom-avermelhado; tíbias e fêmures de coloração amarela à ferruginosa (Figura 6.2) (MAYR, 1887; LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007).

Biologia: as formigas desta espécie são encontradas tanto em florestas primárias quanto secundárias, construindo ninhos acima do solo, principalmente em madeira decomposta, e com menor frequência, arbóreas. Sua dieta consiste preferencialmente de besouros (Coleoptera), embora se alimentem também de dermápteros, outras formigas, isopteros e pseudoescorpiões. (LATTKE, 1990; ARIAS-PENNA, 2008). Na Flona Caxiuanã houve coleta pelo método de Winkler, em serrapilheira de floresta primária (MOURA, 2006; SOUZA et al., 2007).

Distribuição geográfica: Neotropical. Honduras, Panamá, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Equador, Brasil (AM, PA, RO, SP, SC), Peru e Bolívia (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

***Gnamptogenys bisulca* Kempf & Brown, 1968**

Gnamptogenys bisulca Kempf & Brown, 1968: 92, descrição da operária; Wheeler, 1971: 1202, descrição da larva.

Localidade-tipo: Colômbia.

Diagnose: estrias longitudinais sobre a declividade propodeal; espinho da metacoxa em forma de gancho e triangular, não circular; espiráculo propodeal não elevado, tão baixo quanto a escultura ao redor (Figura 6.3) (KEMPF; BROWN, 1968; LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: ocorre em habitat de floresta úmida, em baixas altitudes (LATTKE, 1995). Na Flona Caxiuanã, a espécie é conhecida de serrapilheira de floresta primária (BASTOS, 2007).

Distribuição geográfica: Neotropical. Colômbia e Equador. Nova ocorrência para o Brasil (BASTOS, 2007).

***Gnamptogenys concinna* (Smith, 1858)**

Ectatomma concinna Smith, 1858: 103, descrição da rainha; Mayr, 1866: 892, combinação em *Gnamptogenys*; Mayr, 1887: 541 combinação em *Ectatomma*; Santschi, 1929: 479; Brown 1958: 227, combinação em *Gnamptogenys*.

Localidade-tipo: Brasil.

Diagnose: corpo de coloração ferruginosa; finamente estriado, dorso do propódeo com estrias transversas, declividade medialmente lisa; sutura promesonotal fracamente marcada ou ausente; sulco metanotal largo e profundo; metacoxa frequentemente sem dentes ou tubérculo, quando presente, o tubérculo é muito baixo, pouco perceptível; topo do nó peciolar terminando em ângulo agudo (Figura 6.4) (SMITH, 1858; LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: as formigas desta espécie habitam florestas primária e secundária, úmida e seca, floresta, usualmente em altitude superior a 100 m. São formigas arbóreas, predadoras, forrageiam em grupo, alimentando-se de heterópteros e coleópteros (LATTKE, 1995; ARIAS-PENNA, 2008).

Distribuição geográfica: Neotropical. Panamá, Costa Rica, Trinidad e Tobago, Venezuela, Colômbia, Brasil (PA, AM, RO, MT), Bolívia, Peru (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

G*namptogenys enodis* Lattke, Fernández & Palácio, 2004

G*namptogenys enodis* Lattke, Fernández & Palácio, 2004: 344, figs 1, 2, descrição da operária.

Localidade-tipo: Colômbia.

Diagnose: mandíbulas triangulares, alargadas; olhos semiesféricos; escapo em maior parte liso, com algumas estrias longitudinais; propódeo com uma faixa mediana de estrias longitudinais, rodeado por estrias circulares; dentes propodeais curtos; nó peciolar mais longo que largo; dente metacoxal agudo (Figura 6.5) (LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: pouco se sabe sobre a sua biologia, mas esta espécie ocorre usualmente em floresta tropical, ao redor de 1000 m de altitude. Devido à sua morfologia próxima a de G. *mecotyle*, pode-se inferir que G. *enodis* se alimente de diplopodas (ARIAS-PENNA, 2008). Em Caxiuanã, é conhecida de serrapilheira de floresta primária.

Distribuição: Neotropical. Colômbia. Nova ocorrência para o Brasil (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

G*namptogenys haenshei* (Emery, 1902)

E*ctatomma* (G*namptogenys*) *haenshei* Emery, 1902: 27, descrição da rainha; Brown 1958: 302, descrição da operária, combinação em G*namptogenys*.

Localidade-tipo: Equador.

Diagnose: mandíbulas com estrias longitudinais; face da declividade propodeal com estrias longitudinais superiormente, e basalmente com estrias transversas; dentes propodeais ausentes. Nó peciolar com estrias transversas; área central pós-peciolar em sua maioria transversalmente estriada; metacoxa sem dentes ou lóbulos (Figura 6.6) (LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: esta espécie habita usualmente florestas primárias e secundárias úmidas, abaixo de 1.000 m de altitude. Nidificam diretamente no solo ou raramente em madeiras em decomposição. Registros de dieta desta espécie referem-se a sua atração por isca de carne de iguana em decomposição (ARIAS-PENNA, 2008). Na Flona Caxiuanã foi encontrada em serrapilheira de floresta primária (MOURA, 2006; SOUZA et al., 2007).

Distribuição: Neotropical. Equador, Costa Rica, Peru, Bolívia, Brasil (PA, MT, GO, SP), Colômbia (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

Gnamptogenys hartmani (Wheeler, 1915)

Ectatomma (*Parectatomma*) *hartmani* Wheeler, 1915: 390, descrição da operária; Brown, 1958:228, combinação em *Gnamptogenys*; Brown, 1961: 69 descrição da rainha; Wheeler, 1964: 450.

Localidade-tipo: Estados Unidos da América.

Diagnose: mandíbulas triangulares a semitriangulares; frente mandibular com estrias em seu quarto basal ou menos; o resto é liso e brilhante; sulco metanotal vagamente marcado; face posterior do nó peciolar com estrias longitudinais; dorso metacoxal com lóbulo; processo subpeciolar semiquadrado (Figura 7.1) (WHEELER, 1915; LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: habitam florestas primárias e secundárias, úmidas, normalmente a menos de 1.000 m de altitude. Nidificam diretamente no solo ou sob madeira em contato com o solo, raramente em madeira decomposta. São formigas predadoras; predam formigas do gênero *Trachymyrmex* (KEMPF; BROWN, 1968; LATTKE, 1995; ARIAS-PENNA, 2008). Na Flona Caxiuanã, é conhecida de serrapilheira de floresta primária (MOURA, 2006; SOUZA et al., 2007).

Distribuição geográfica: Neártica e neotropical. Estados Unidos (Louisiana, Texas), Honduras, Panamá, Peru, Colômbia, Brasil (PA) (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

Gnamptogenys haytiana (Wheeler & Mann, 1914)

Spaniopone haytiana Wheeler & Mann, 1914; 11, fig 4, descrição da operária; Brown, 1958: 228, combinação em *Gnamptogenys*.

Localidade-tipo: Haiti.

Diagnose: nó peciolar disciforme, com as faces anterior e posterior mais ou menos paralelas, dorso e lateral do nó peciolar com estrias transversais; sutura metanotal pouco marcada; espiráculo propodeal localizado na altura da borda lateral da declividade propodeal (LATTKE, 1995).

Biologia: as formigas da espécie G. *haytiana* são encontradas na serrapilheira de florestas úmidas e em plantações de café (LATTKE, 1995). Em Caxiuanã, foi coletada em serrapilheira de floresta primária, pelos métodos de Winkler e "*pitfall traps*".

Distribuição geográfica: Neotropical. Haiti. Nova ocorrência para o Brasil (BASTOS, 2007).

Gnamptogenys horni (Santschi, 1929)

Ectatomma (*Gnamptogenys*) *regulare* st. *horni* Santschi, 1929: 475, fig. 47, descrição da operária; Brown, 1958: 228, combinação em *Gnamptogenys*.

Localidade-tipo: Guiana.

Diagnose: corpo de coloração marrom-escura; patas e antenas ferruginosas. Mandíbulas semitriangulares; dorso do nó peciolar com estrias longitudinais postero-medianas; anteriormente, transversas; estrias em

forma de "V" sobre a declividade do propódeo (Figura 7.2) (SANTSCHI, 1929; LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: espécie que ocorre usualmente em florestas abaixo de 1.000 m de altitude, podendo ocasionalmente ser encontrada em altitudes maiores. Nidificam em madeira decomposta acima do solo e abaixo da serrapilheira. Colônias podem abrigar até 200 operárias. Alimentam-se preferencialmente de outras formigas, especialmente de P*heidole*, e diversos outros artrópodes (LATTKE, 1990, 1995). Na Flona de Caxiuanã é conhecida de serrapilheira de floresta primária (OVERAL et al., 1997; MOURA, 2006, SOUZA et al., 2007), nidificando no solo (OVERAL et al., 1997).

Distribuição geográfica: Neotropical. Panamá, Trinidad e Tobago, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Brasil (PA, AM, RO), Bolívia, Equador (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

G*namptogenys kempfi* Lenko, 1964

G*namptogenys kempfi* Lenko, 1964: 257, figs. 1, 2, descrição da operária.

Localidade-tipo: Brasil.

Diagnose: mandíbulas semitriangulares, dorsalmente lisas e brilhantes; estrias transversas sobre o dorso mesosomal; sem suturas transversas aparentes sobre o dorso mesosomal. Espiráculo propodeal grande; dente metacoxal presente (Figura 7.3) (LENKO, 1964; LATTKE, 1990; 1995; LATTKE et al. 2004; 2007).

Biologia: espécie pouco coletada e de biologia pouco conhecida; aparentemente, nidifica em madeira decomposta (LATTKE, 1995). Em Caxiuanã, foi coletada em serrapilheira de floresta primária (MOURA, 2006; SOUZA et al., 2007).

Distribuição geográfica: Neotropical. Colômbia e Brasil (MT). Nova ocorrência para o Pará (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

G*namptogenys mina* (Brown, 1956)

H*olcoponera mina* Brown, 1956, fig. 2, descrição da operária e da rainha; Brown, 1958: 228, combinação em G*namptogenys*.

Localidade-tipo: Bolívia.

Diagnose: dorso mandibular liso e brilhante; ápice do escapo ultrapassando a margem vertical da cabeça. Face da declividade do propódeo plana, e separada da face dorsal por um ângulo agudo. Espiráculos propodeais elevados, com o ápice dos tubérculos cilíndrico (BROWN, 1958; LATTKE, 1995).

Biologia: espécie pouco coletada, que habita florestas úmidas; nidifica em serrapilheira (LATTKE, 1995).

Distribuição geográfica: Neotropical. Venezuela, Colômbia, Bolívia, Equador, Peru. Nova ocorrência para o Brasil (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007; BASTOS, 2007).

G*namptogenys moelleri* (Forel, 1912)

H*olcoponera moelleri* Forel, 1912: 34, descrição da operária e rainha; Brown, 1958: 228, combinação em G*namprogenys*.

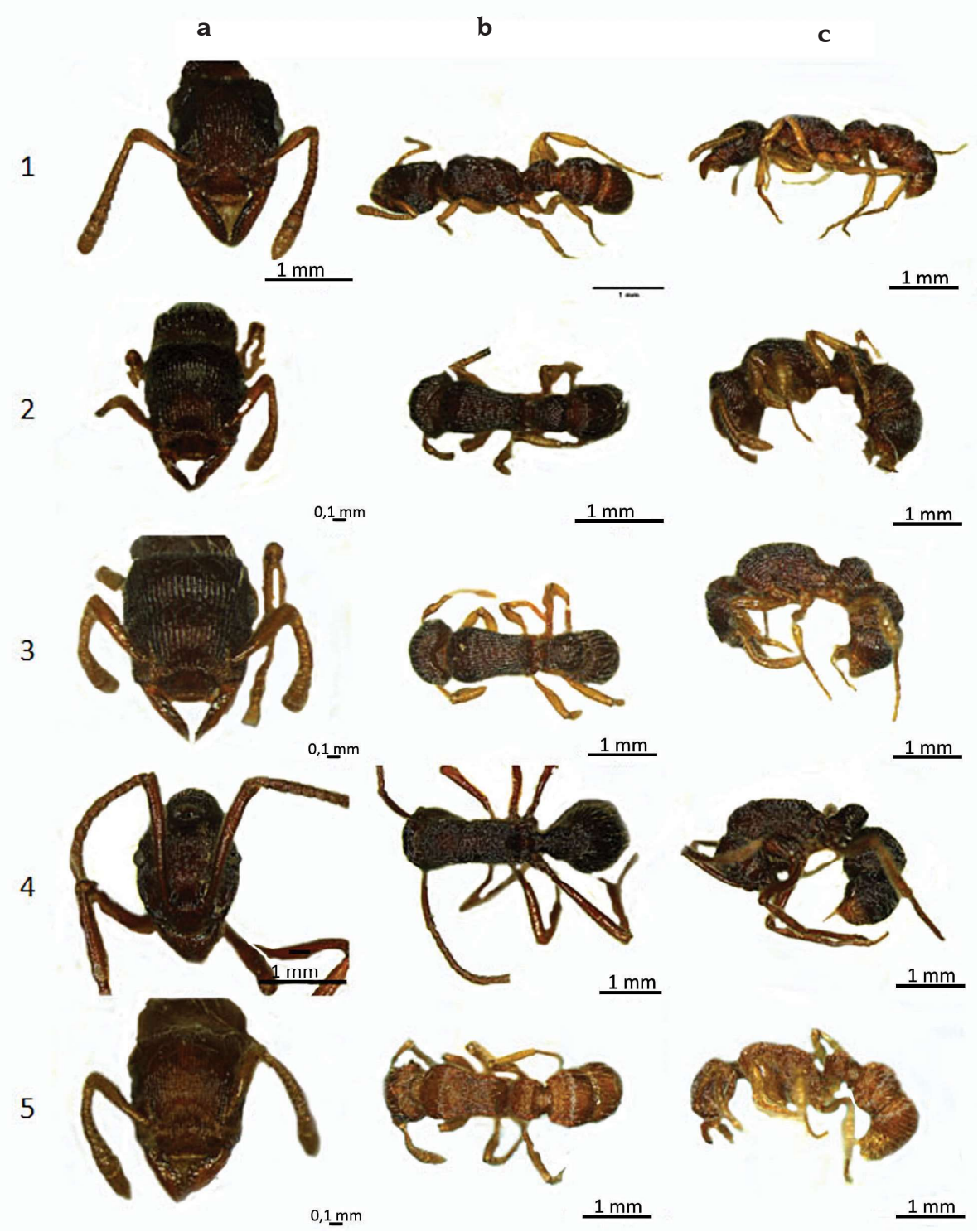


Figura 7a-c. Espécies do gênero G*namptogenys* de ocorrência na Flona de Caxiuanã: a. Vista frontal da cabeça; b. Vista dorsal; c. Vista lateral. 1- G. *hartmani*; 2- G. *horni*; 3- G. *kemrfi*; 4- G. *moelleri*; 5- G. *nana*. Fotos: Emely Siqueira.

Localidade-tipo: Brasil.

Diagnose: estrias ligeiramente toscas; pronoto com estrias concêntricas; face postero-dorsal do mesosoma, com estrias longitudinais; processo subpeciolar semiquadrado, algumas vezes, anteriormente projetando-se em forma de lóbulo (Figura 7.4) (FOREL, 1912; LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: esta espécie é encontrada em florestas úmidas, normalmente abaixo de 1.000 m de altitude. Nidifica em madeira decomposta, acima do solo, na serrapilheira e em bromélias. Alguns ninhos podem ter mais de 200 operárias. Sua dieta consiste de diversos invertebrados (vivos ou mortos) e de néctar extrafloral (LATTKE, 1990; 1995; ARIAS PENNA, 2008). Em Caxiuanã, é conhecida de serrapilheira de floresta primária (MOURA, 2006, BASTOS, 2007; SOUZA et al., 2007). Na Flona Caxiuanã G. *moelleri* é conhecida de serrapilheira de floresta primária (OVERAL et al., 1997; BASTOS, 2007).

Distribuição geográfica: Neotropical:

Brasil (SP, RJ, ES, SC), Guiana, Bolívia, Colômbia e Equador (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

***Gnamptogenys nana* Kempf, 1960**

Gnamptogenys nana Kempf, 1960: 442, figs 7-9, descrição da operária.

Localidade-tipo: Brasil.

Diagnose: cabeça semiquadrada; mandíbulas semitriangulares, maior parte lisa e brilhante, apresentando estrias apenas na base; lâmina clipeal reta; sutura mesosomal pouco impressa; declividade propodeal, com estrias longitudinais (Figura 7.5) (KEMPF, 1960; LATTKE, 1995).

Biologia: semelhante a G. *horni* (LATTKE, 1995). Na Flona Caxiuanã é conhecida de serrapilheira de floresta primária.

Distribuição geográfica: Neotropical

Brasil (PA, SP) e Argentina (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

***Gnamptogenys perspicax* Kempf & Brown, 1970**

Gnamptogenys perspicax Kempf & Brown, 1970: 316, figs. 3-5, descrição da rainha.

Localidade-tipo: Colômbia.

Diagnose: olhos ligeiramente atrás da linha media cefálica; escapo com estrias verticais e pilosidade abundante; mandíbula subtriangular e alongada; nó peciolar mais ou menos continuamente convexo (Figura 8.1) (LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: espécie habita florestas úmidas; sua dieta específica consiste em carcaça de diplópodes (LATTKE, 1995; ARIAS-PENNA, 2008). Em Caxiuanã é conhecida de serrapilheira de floresta primária.

Distribuição geográfica: Colômbia e Equador. Nova ocorrência para o Brasil (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDE; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

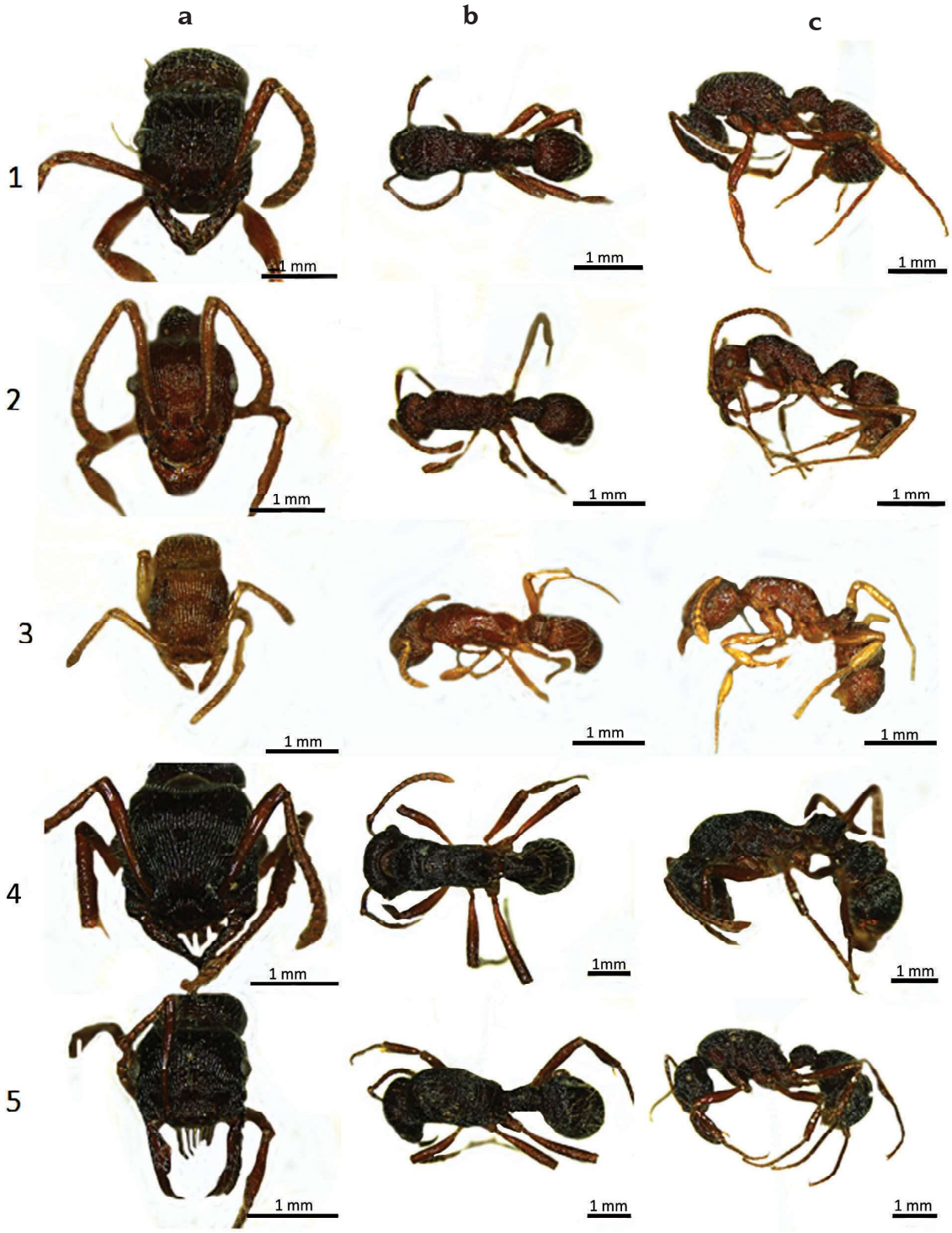


Figura 8a-c. Espécies do gênero G*namptogenys* de ocorrência na Flona Caxiuanã: a. Vista frontal da cabeça; b. Vista dorsal; c. Vista lateral. 1- G. *perspicax*; 2- G. *pleuodon*; 3- G. *relicta*; 4- G. *tortuolosa*; 5- G. *triangularis*. Fotos: Emely Siqueira.

***Gnamptogenys pleurodon* (Emery, 1896)**

Ectatomma (*Holcoponera*) *pleurodon* Emery, 1896: 47, descrição da operária e rainha; Emery ,1911: 41, combinação em *Holcoponera*; Brown, 1958: 229, combinação em *Gnamptogenys*.

Localidade-tipo: Brasil.

Diagnose: pronoto com estrias concêntricas; mesonoto com estrias longitudinais, algumas vezes rodeado por estrias concêntricas; dente metacoxal não circular; corpo marrom-escuro, pernas marrons; pecíolo aparenta ter um breve pedúnculo (em vista lateral) (Figura 8.2) (LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: é encontrada em floresta de mata primária e secundária, úmida, em altitudes inferiores a 1000 m de altitude (LATTKE, 1995; ARIAS-PENNA, 2008). Em Caxiuanã, é encontrada em serrapilheira de floresta primária (OVERAL, 1997; BASTOS, 2007), formando ninhos diretamente no solo (OVERAL et al., 1997).

Distribuição geográfica: Neotropical. Trinidad e Tobago, Venezuela, Colômbia, Brasil (PA, AM, MA, MT, GO), Bolívia, Peru, Equador (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

***Gnamptogenys relicta* (Mann, 1916)**

Rhopalopone relicta Mann, 1916: 403, figs. 4-5, descrição da operária; Brown, 1956: 491, combinação em *Holcoponera*; 1958: 229, combinação em *Gnamptogenys*.

Localidade-tipo: Brasil.

Diagnose: mandíbula lisa e brilhante; últimos três segmentos antenais formam uma clava apical pouco evidente; face da declividade do propódeo com estrias transversas, espiráculos propodeais elevados; sutura pronotal presente; sutura metanotal bem marcada, interrompendo a escultura; sem lóbulos anterolaterais sobre a face da declividade do propódeo; dente metacoxal presente (Figura 8.3) (LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: espécie pouco coletada, normalmente encontrada na serrapilheira (LATTKE, 1995; ARIAS-PENNA, 2008). Em Caxiuanã, é conhecida de serrapilheira de floresta primária (MOURA, 2006; BASTOS, 2007; SOUZA et al., 2007).

Distribuição geográfica: Neotropical. Colômbia e Brasil (RO, AM, PA) (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

***Gnamptogenys tortuolosa* (Smith, 1858)**

Ponera tortuolosa 1858: 99, descrição da operária; Mayr, 1886: 358 combinação em *Gnamptogenys*; Dalla Torres, 1893: 26, combinação em *Ectatomma*; Wheeler, 1952: 132, descrição da larva; Brown, 1858: 230, combinação em *Gnamptogenys*.

Localidade tipo: Brasil.

Diagnose: corpo marrom-escuro, pernas e antenas ferrugíneas; mandíbulas semitriangulares; lâmina clipeal lateralmente angular, e medianamente reta a ligeiramente côncava; propódeo com estrias transversas; dente

metacoxal pequeno, algumas vezes como um lóbulo curto; tíbias, fêmures e escapos lisos e polidos (Figura 8.4) (LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: as formigas desta espécie habitam florestas úmidas, abaixo de 1.000 m de altitude, e podem forragear em zona de savana (LATTKE, 1995; ARIAS-PENNA, 2008). Em Caxiuanã, foi coletada com "*pitfall traps*" e Winkler, em serrapilheira de floresta primária (MOURA, 2006; BASTOS, 2007; SOUZA et al.,2007).

Distribuição geográfica: Neotropical. Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Brasil, Venezuela, Colômbia, (PA, RO, AM, AC), Equador e Peru (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

Gnamptogenys triangularis (Mayr, 1887)

Ectatomma (*Gnamptogenys*) *triangulare* Mayr, 1887: 544, descrição da rainha: Emery, 1906: 113, descrição da operária; Emery, 1911: 44, combinação em E. (*Parectatomma*); Brown, 1958: 230, combinação em *Gnamptogenys*.

Localidade-tipo: Uruguai.

Diagnose: corpo marrom-escuro; sutura promesonotal pouco marcada; dorso do nó peciolar com estrias transversas; processo subpeciolar semiquadrado; primeiro esternito gástrico com estrias transversas; dente metacoxal largo e delgado (Figura 8.5) (LATTKE, 1995; LATTKE et al., 2004; 2007; ARIAS-PENNA, 2008).

Biologia: G. *triangularis* habita florestas primárias e secundárias, úmidas. Nidifica em madeira decomposta sobre o solo, abaixo e acima da serrapilheira. Sua dieta consiste principalmente de carcaças de diplópodes (LATTKE, 1995; ARIAS-PENNA, 2008). Na Flona Caxiuanã foi coletada com os métodos de "pitfall traps" e Winkler, em serrapilheira de floresta primária (MOURA, 2006; SOUZA et al., 2007).

Distribuição geográfica: Neotropical. Guiana Francesa, Colômbia, Equador, Bolívia, Brasil (PA, GO, SP, PR), Uruguai, Argentina (KEMPF, 1972; BRANDÃO, 1991; FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004; BOLTON et al., 2007).

Tribo *Typhlomyrmecini* Emery, 1911
Typhlomyrmex Mayr, 1862

Typhlomyrmex Mayr, 1862: 732 (Espécie-tipo, *Typhlomyrmex* ***progenerai*** Mayr, 1862: 737); Mayr, 1862: 714; Mayr, 1865: 15; Dalla Torre, 1893: 16; Forel, 1899: 2; Wheeler, 1911: 858; Forel, 1917: 236; Gallardo, 1918: 13; Wheeler, 1922: 6742; Donisthorpe, 1943: 734; Brown, 1965: 65; Kempf, 1972: 256; Dlusky & Fedoseeva, 1988: 79; Holldobler & Wilson, 1990: 10; Jaffe, 1993: 8; Bolton, 1994: 164; Lacau et al., 2008: 239.

Diagnose: antenas com clava apical de três a quatro segmentos bem definidos; olhos reduzidos ou aparentemente ausentes; sutura promesonotal presente e flexível; pecíolo com fusão tergoesternal, pedunculado e com processo anteroventral proeminente; garras tarsais simples (Figuras 2c-e; 9a-c) (BROWN, 1965; LACAU et al., 2004; 2008; ARIAS-PENNA, 2008).

Typlhomyrmex pusillus Emery, 1894

Typlhomyrmex pusillus Emery, 1894: 141, figs. 1 e 2, descrição da operária; Emery, 1906: 111, descrição da rainha; Gallardo, 1918: 447 descrição da larva; Brown, 1965: 73.

Sinônimo: ***Typhlomyrmex schimidt*i Menozzi, 1927**

Localidade-tipo: Bolívia.

Diagnose: cápsula cefálica sub-quadrada, um pouco mais comprida que larga; clípeo (em vista dorsal), com uma lamela bem desenvolvida e não forma um processo truncado na região média; não apresenta carena visível na região anterolateral do nó peciolar, dente peciolar com uma abertura (Figura 9a-c) (BROWN, 1965; LACAU et al., 2008).

Biologia: ainda não se conhece muito sobre a biologia desta espécie, mas sabe-se que nidifica em cavidades do solo, formando ninhos pequenos com algumas dezenas de indivíduos. Devido à pequena dimensão das operárias e o baixo número de indivíduos no ninho, infere-se que esta espécie deva caçar pequenas presas (BROWN, 1965; LACAU et al., 2008).

Distribuição: Neotropical. Costa Rica, Honduras, México, Bolívia, Brasil (PA, SC, PR), Paraguai.



Figura 9a-c. T. *pusillus*. a. Vista frontal da cabeça; b. Vista dorsal; c. Vista lateral. Foto: Emely Siqueira.

REFERÊNCIAS

AGOSTI, D.; JONHSON, N. F. (Eds.). **Antbase.** World Wide Web electronic publication. Disponível em: <http://antbase.org/>. versão (05/2005). Acesso em: 14 abr. 2011.

ALMEIDA-FILHO, A. J. Descrição de seis fêmeas do gênero E*ctatomma* Smith, 1858 (Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae). **Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia**, v. 1, p. 75- 83, 1987.

ARIAS-PENNA, T. M. Subfamilia Ectatomminae. In: JIMÉNEZ, E.; FERNÁNDEZ, F.; ARIAS, T. M.; LOZANO - ZAMBRANO, F. H. (Eds.). **Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2008. p. 54-108.

BASTOS, A. H. S. **Estudo de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serrapilheira em seis áreas de floresta primária da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), Caxiuanã, Melgaço, Pará no inicio da estação chuvosa.** 2007. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v, 71, p. 1-370, 2003.

BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P. S.; NASKRECKI, P. **Bolton's catalogue of the ants of the world**: 1758-2005. Cambridge: Harvard University Press, 2007. CD-ROM.

BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A.; JONSON, F. **An introduction to the study of insects**. 6 ed. New York: Saunders College Publishing, 1989.

BRANDÃO, C. R. F. Adendos ao "Catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae)". **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 35, n. 2, p. 319-412, 1991.

BRANDÃO, C. R. F.; LATTKE, J. E. Description of a new ecuadorian G*namptogenys* species with a discussion on the status of the Alfaria group. **Journal of the New York Entomological Society**, v. 98, p. 489-494, 1990.

BROWN, W. L. Notes on the ant genus Holcoponera Mayr, with descriptions of two new species. **Insectes Socioux**, v. 3, p. 489-497, 1956.

BROWN, W. L. Contributions toward a reclassification of the Formicidae. II. Tribe Ectatommini (Hymenoptera). **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, v. 118, n. 5, p. 175-362, 1958.

BROWN, W.L. Contributions to a reclassification of the Formicidae. IV. Tribe Typhlomyrmecini (Hymenoptera). **Pysche**, v. 72, p. 65-78, 1965.

EMERY, C. Studi sulle formiche della fauna neotropica. VI-XVI. **Bulletin de la Société Entomologique de France**, v. 26, p. 137-241, 1894.

EMERY, C. Die Gattung Dorylus Fab. und die systematische Eintheilung der Formiciden. **Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tier**, v. 8, p. 685-778, 1895.

EMERY, C. Studi sulle formiche della fauna neotropica. **Bollettino della Societa Entomologica Italiana**, v. 28, p. 33-107, 1896.

EMERY, C. Note mirmecologiche. **Rendiconto delle Sessioni della R. Accademia delle Scienze dell'Intituto di Bologna** (N.S.), v. 6, p. 22-34, 1902.

EMERY, C. Fragments myrmécologiques. **Annales de la Société Entomologique de Belgique**, v. 55, p. 213-225, 1911.

FERNÁNDEZ, F; SENDOYA, S. List of neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae). **Biota Colombiana**, v. 5, n. 1, p. 3-93, 2004.

FITTKAU, E. J.; KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, v. 5, n. 1, p. 2-14, 1973.

FOREL, A. Formicides Néotropiques. Part I. **Annales de la Société Entomologique de Belgique**, v. 56, p. 28-49, 1912.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 732 p.

KELLER, R. A. Cladistics of the tribe Ectatommini (Hymenoptera: Formicidae): a reappraisal. **Systematics and Evolution**, v. 31, p. 59-69, 2000.

KEMPF, W. W. Miscellaneous studies on neotropical ants (Hymenoptera, Formicidae). **Studia Entomologica** (N.S.), v. 3, p. 417-466, 1960.

KEMPF, W. Catálago abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, v. 15, p. 1-344, 1972.

KEMPF, W. W.; BROWN, W. L. Report on some Neotropical ant studies. **Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia**, v. 22, p. 89-102, 1968.

KEMPF, W. W.; BROWN, W. L. Two new ants of tribe Ectatommini from Colombia (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica** (N.S.), v. 13, p. 311-320, 1970.

KUGLER, C.; BROWN, W. L., JR. Revisionary and other studies on the ant genus Ectatomma, including the descriptions of two new species. **Search Agriculture**, Cornell, v. 24, p. 1-8, 1982.

LACAU, S.; VILLEMANT, C.; DELABIE, J. H. C. Typhlomyrmex meire, a remarkable new species endemic to southern Bahia, Brazil (Formicidae: Ectatomminae). **Zootaxa**, v. 678, p. 1- 23, 2004.

LACAU, S.; VILLEMANT, C.; JAHYNY, B.; DELABIE, J. H. C. Typhlomyrmex Mayr, 1862: un genre meconnu de petites fourmis cryptiques et predacrices (Ectatomminae: Typhlomyrmecini). In: JIMÉNEZ, E.; FERNÁNDEZ, F.; ARIAS, T. M.; LOZANO-ZAMBRANO, F. H. (Eds.). **Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2008. p. 241-283.

LATTKE, J. E. Revisión del género Gnamptogenys Roger en Venezuela (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Terramaris**, v. 2, p. 1-47, 1990.

LATTKE, J. E. Phylogenetic relationships and classification of the Ectatommini. **Entomologica Scandinavica**, v. 25, p. 105-119, 1994.

LATTKE, J. E. Revision of the ant genus G*namptogenys* in the New World (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 4, p.137-193, 1995.

LATTKE J. E. Nuevas espécies de G*namptogenys* Roger, 1863, de América (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). **Entomotropica**, v. 17, n. 2, p. 135-144, 2002.

LATTKE, J. E. Subfamilia Ponerinae. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p. 261-276.

LATTKE J. E.; FENÁNDEZ, F.; PALÁCIO, E. Una nueva espécie de G*namptogenys* (Hymenoptera: Formicidae) y comentarios sobre las espécies del género en Colombia y Ecuador. **Iheringia**, v. 94, n. 4, p. 337-448, 2004.

LATTKE, J. E.; FENÁNDEZ, F.; PALÁCIO, E. Identification of the species of G*namptogenys* Roger in the Americas. In: SNELLING, R. R.; FISHER, B. L ; WARD, P. S. (Eds). **Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae**): homage to E. O. Wilson – 50 years of contributions. Memoirs of the American Entomological Institute, 2007. p. 254-270.

LENKO, K. Uma nova espécie de G*namptogenys* de Mato Grosso (Hymenoptera, Formicidae). **Papéis Avulsos,** v. 16, n. 25, p. 257-261. 1964.

MANN, W. M. The ants of Brazil. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology of Harvard College**, v. 60, p. 399-490, 1916.

MAYR, G. Myrmecologische studien. **Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien**, v. 12, p. 649-776, 1862.

MAYR, G. Südamerikanische Formiciden. **Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien**, v. 37, p. 511-632, 1887.

MOURA, C. A. R. **Esforço amostral e ecologia de formigas de liteira, com ênfase em G*namptogenys* e P*achycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) em uma floresta de terra firme na Amazônia Oriental.** 2006. 40f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Amazonas; Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2006.

OLIVIER, A. G. Encyclopédie méthodique. **Histoire Naturelle. Insecte**. Paris: Panckouck, 1972. v. 6. p.369-04.

OVERAL, W. L.; HARADA, A. Y.; MASCARENHAS, B. M. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Estação Científica Ferreira Penna. In: LISBOA, P. L. B. (Org.) **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 369-379.

PALÁCIO, E. E.; FERNÁNDEZ, F. Clave para las subfamilias y géneros. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p. 233-260.

SANTSCHI, F. Révision du genre H*olcoponera* Mayr. **Zoologischer Anzeiger**, v. 82, p. 437-477, 1929.

SMITH, F. **Catalogue of the Hymenopterous insects in the collection of the British Museum**. Part VI. Formicidae. London, 1858. 216 p.

SOUZA, J. L. P.; MOURA; C. A. R.; HARADA, A. Y.; FRANKLIN, E. 2007. Diversidade de espécies dos gêneros C*rematogaster*, G*namptogenys*, P*achycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) e complementaridade dos métodos de coleta durante a estação seca numa estação ecológica no estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 37, p. 649-656, 2007.

ROGER, J. Die neu aufgeführten Gattungen und Arten meines Formiciden-Verzeichnisses, nebst Ergänzung einiger früher gegeben Beschreibungen. **Berliner Entomologische Zeitschrift**, v. 7, p. 131-214, 1863.

WEBER, N. A. Two common ponerine of possible economic significance, Ectatomma tuberculatum (Olivier) and E. ruidum Roger. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 48, p. 1-16, 1946.

WHEELER, W. M. Some additions to the North American ant fauna. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 34, p. 389-421, 1915.

WHEELER, W. M.; MANN, W. M. The ants of Haiti. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 33, p. 1-61, 1914.

WHEELER, D. Ectatomma tuberculatum: foraging biology and association with Crematogaster (Hymenoptera: Formicidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 79, p. 300-3003, 1986.

ZARZUELA, M. F. M.; RIBEIRO, M. C. C.; CAMPOS-FARINHA. Distribuição de formigas urbanas em um hospital da região sudeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 1, p. 85-87, 2002.

CUPINS DE TRÊS FLORESTAS DE TERRA FIRME NO ESTADO DO PARÁ

Maria Lucia Jardim Macambira

INTRODUÇÃO

Os cupins constituem um dos grupos de insetos mais importantes para a manutenção dos processos de decomposição em ambientes terrestres tropicais. São mais conhecidos pelo seu potencial como praga, embora o papel ecológico ambiental seja primordial. São essenciais para a manutenção da biodiversidade, atuando como recicladores de madeira, aeradores do solo, de consumo de serrapilheira, com interações com outros organismos e listados como bioindicadores da qualidade ambiental (EGGLETON et al., 1995; BROWN, 1997; BANDEIRA et al., 2003). Uma grande diversidade de material orgânico, em vários estágios de decomposição, pode servir como alimento para os cupins, incluindo madeira (viva ou morta), gramíneas, plantas herbáceas, serapilheira, fungos, ninhos construídos por outras espécies de cupins, excrementos e carcaças de animais, liquens e até mesmo material orgânico presente no solo (VASCONCELOS et al. 2005). A grande plasticidade, no aproveitamento de fontes alimentares, permitiu aos cupins a ocupação de quase todas as regiões quentes e temperadas do mundo, ocorrendo em praticamente todos os ambientes terrestres, naturais, alterados e antropizados.

A devastação das florestas, as ações antrópicas, com a modificação da paisagem original e a retirada da cobertura vegetal dos solos são um sério risco para a manutenção do grupo. O objetivo deste estudo é comparar os gêneros e espécies de cupins que ocorrem em três florestas de terra firme com ambientes semelhantes no estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado a partir do levantamento de dados contidos na coleção de Isoptera do Museu Paraense Emílio Goeldi, de três florestas de terra firme localizadas no estado do Pará: 1) Serra dos Carajás; 2) Caxiuanã e 3) Juruti (Figura 1). Os três locais apresentam características climáticas, de solo e vegetação relativamente semelhantes. Foram consideradas somente as informações com o mesmo protocolo de coletas, ou seja, demarcação aleatória de transectos, em locais distantes de distúrbio antrópico. O procedimento de coleta também foi o mesmo, e a busca dos cupins ocorreu no solo, em ninhos ativos e abandonados, troncos e galhos caídos, sob casca de árvores, raízes etc. As espécies foram categorizadas de acordo com o local de coleta e o hábito alimentar.

A identificação foi realizada por especialistas, mediante o uso de chaves dicotômicas, bibliografia pertinente e comparação com exemplares da coleção do MPEG e de outras coleções.

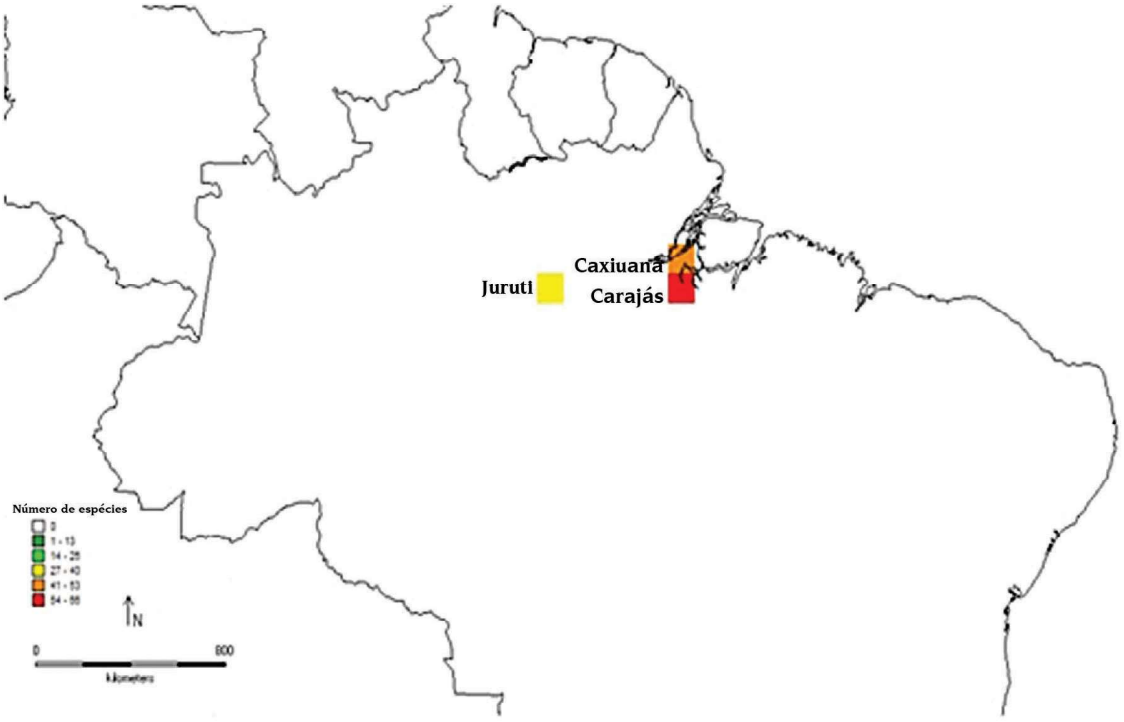


Figura 1. Localização das três florestas de terra firme, no estado do Pará. As cores diferentes indicam o registro do número de espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados 40 gêneros e 83 espécies/morfoespécies de cupins para as três localidades. A Tabela 1 mostra a distribuição por floresta, o local de coleta e o hábito alimentar. A família Termitidae e a subfamília Nasutitermitinae foram dominantes em número de espécies. Na floresta de Carajás, foram encontradas 66 espécies, em Caxiuanã, 42 e em Juruti, somente 29 espécies (Figura 2). Treze espécies ocorrem simultaneamente nas três florestas.

Os cupins foram capturados principalmente na madeira morta, sendo os xilófagos dominantes em riqueza de espécies e em frequência de ocorrência. A maioria das espécies registradas nas três florestas apresenta ampla distribuição geográfica.

O levantamento mostrou que em Carajás, onde as coletas foram obtidas na década de 80, o número de espécies foi elevado, mesmo sem considerar outro tipo de captura (BANDEIRA; MACAMBIRA, 1988). A diferença obtida por este protocolo foi capaz de produzir uma resposta satisfatória. A tendência para uma maior riqueza de espécies em Carajás está relacionada com o maior esforço amostral. Certamente seria obtido aumento nos padrões de riqueza e frequência de espécies em Caxiuanã e Juruti, com o emprego do mesmo esforço de coletas.

Tabela 1. Distribuição das espécies/morfoespécies de cupins de três florestas de terra firme no Estado do Pará. Ma = madeira; MP = madeira podre; Ar = árvore; H = húmus; So = solo; NE = ninho epígeo; Se = serapilheira. Xi = xilófago; I = intermediário; G = geófago.

Espécie/Morfoespécie	Carajás	Caxiuanã	Juriti	Local de coleta	Hábito alimentar
Kalotermitidae					
Cryptotermes sp	-	X	-	Ma	Xi
Neotermes sp	-	X	-	Ma	Xi
Rhinotermitidae					
Heterotermes tenuis	X	X	X	Ma, MP	Xi
Coptotermes testaceus	X	X	X	Ma, MP	Xi
Dolichorhinotermes longilabius	X	-	-	MP	Xi
Rhinotermes marginalis	X	X	-	Ma, MP	Xi
Termitidae - Apicotermitinae					
Anoplotermes sp	X	X	X	Ar, MP, H,So	G
Grigiotermes sp	X	-	-	MP	G
Ruptitermes arboreus	X	-	-	Ar	G
Ruptitermes sp	X	-	-	MP	G
Termitidae - Termitinae					
Cavitermes parvicavus	X	-	X	Ar	G
Cavitermes tuberosus	X	X	X	Ar, H	G
Cornicapritermes mucronatus	X	-	-	NE	G
Crepititermes verruculosus	X	-	X	NE, H	G
Cylindrotermes parvignathus	X	-	X	MP, Se	Xi
Genuotermes sp	X	-	-	NE,	I
Inquilinitermes sp	-	X	-	Ma	I
Microcerotermes exiguus	X	X	-	Ar, NE	Xi
Microcerotermes strunkii	X	X	X	Ar, MP	Xi
Microcerotermes sp	X	-	-	MP	Xi
Neocapritermes braziliensis	-	X	X	NE, MP	I
Neocapritermes talpoides	X	-	-	So	I
Neocapritermes sp	-	-	X	MP	I
Orthognathotermes sp	-	X	-	Ar	G
Planicapritermes planiceps	-	X	X	Ma	I
Spinitermes trispinosus	X	X	-	Ma, NE	G
Termes fatalis	X	X	X	Ar, MP, H	I
Termes medioculatus	X	X	X	Ar, MP, H	I
Termes sp	X	-	-	NE, MP	I
Termitidae-Nasutitermitinae					
Araujotermes parvellus	X	-	-	MP	G
Armitermes euamignathus	X	X	X	NE, MP	I
Armitermes holmgreni	X	X	X	NE, MP	I
Armitermes peruanus	X	-	-	So, MP	I
Armitermes teevani	X	-	-	MP	I
Armitermes sp	X	-	-	NE, So	I
Atlantitermes osborni	X	-	X	MP, H	I
Atlantitermes raripilus	X	-	-	MP	I
Atlantitermes silvestri	-	-	X	H	I

Tabela 1. (cont.) Distribuição das espécies/morfoespécies de cupins de três florestas de terra firme no Estado do Pará. MA = madeira; MP = madeira podre; Ar = árvore; H = húmus; So = solo; NE = ninho epígeo; Se = serapilheira. Xi = xilófago; I = intermediário; G = geófago.

Espécie/Morfoespécie	Carajás	Caxiuanã	Juriti	Local de coleta	Hábito alimentar
Atlantitermes sp	X	-	-	MP	I
Coatitermes sp	-	X	-	Ma	I
Constrictotermes sp	-	X	-	Ma	Xi
Convexitermes sp	-	X	-	Ma	I
Cornitermes cumulans	-	X	X	NE, MP, Se	Xi
Cornitermes incisus	X	-	-	MP, Se	Xi
Cornitermes ovatus	X	X	-	NE, MP	Xi
Cornitermes pugnax	X	-	-	MP, Se	Xi
Cornitermes sp	X	X	-	MP, Se,NE	Xi
Cortaritermes sp	-	-	X	Ma	Xi
Curvitermes odontognathus	X	X	-	NE	G
Cyranotermes caete	X	X	-	Ma, So	Xi
Cyrilliotermes cashassa	X	-	X	H, So	G
Diversitermes aporeticus	X	-	X	MP, Se	Xi
Diversitermes diversimilis	-	X	-	Ar	Xi
Embiratermes festivellus	X	-	-	NE	I
Embiratermes latidens	X	-	-	NE	I
Embiratermes neotenicus	X	X	X	NE, MP, Se	I
Embiratermes sp	X	X	-	NE	I
Ereymatermes sp	-	-	X	H	G
Labiotermes labralis	X	X	X	Ar	G
Nasutitermes araujoi	X	X	-	Ar	Xi
Nasutitermes callimorphus	X	-	-	MP	Xi
Nasutitermes chaquimayensis	X	-	-	MP	Xi
Nasutitermes corniger	-	X	X	Ar, Ma	Xi
Nasutitermes gaigei	X	-	-	MP	Xi
Nasutitermes guayanae	X	-	-	MP	Xi
Nasutitermes kemneri	X	-	-	NE	Xi
Nasutitermes major	X	-	-	MP	Xi
Nasutitermes minimus	X	-	-	NE	Xi
Nasutitermes nigriceps	X	X	-	Ar	Xi
Nasutitermes octopilis	-	-	X	Ma	Xi
Nasutitermes proximus	X	-	-	MP	Xi
Nasutitermes similis	X	X	-	Ar	Xi
Nasutitermes surinamensis	X	X	X	Ar, Ma, MP	Xi
Nasutitermes tridecimarticulatus	X	-	-	MP	Xi
Nasutitermes sp	X	X	X	Ma, NE, Ar, MP	Xi
Rotunditermes bragantinus	X	X	X	NE, Ma, MP	Xi
Subulitermes baileyi	X	X	-	Ma, MP	G
Syntermes calvus	X	X	-	Ma, So	Xi
Syntermes molestus	X	X	-	So	Xi
Syntermes spinosus	X	-	-	So	Xi
Syntermes sp	X	-	-	So	Xi
Triangularitermes triangulariceps	X	X	-	Ar, MP	I
Velocitermes sp	X	X	-	MP	X
TOTAL	83	66	42	29	

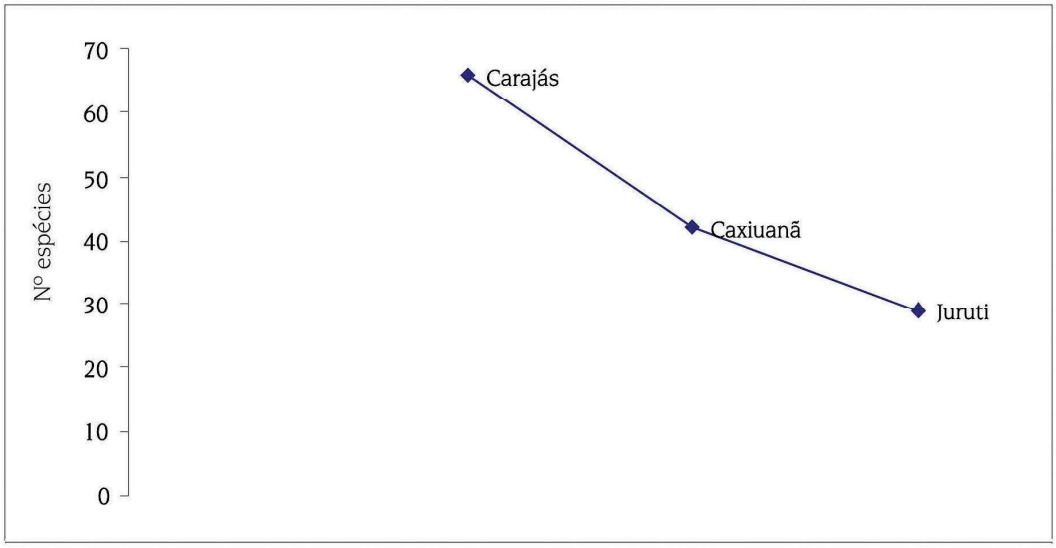


Figura 2. Distribuição do número de espécies de acordo com a localidade, no estado do Pará.

No que se refere à Flona Caxiuanã, estudos realizados com cupins na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) mostram que os gêneros/espécies registrados são mencionados para a Amazônia. O primeiro registro do grupo (MACAMBIRA, 1997), realizado na década de 90, apontou 30 gêneros e 68 espécies/morfoespécies distribuídas em três famílias. A família Termitidae foi a que se destacou em número de gêneros e espécies, sendo N*asutitermes* o gênero que mostrou a maior diversidade (11 espécies). Em Juruti, o número de espécies foi o menor observado, onde o estudo realizado mais recentemente (2007-2009) e o esforço amostral foi menor, pois previa-se a continuidade do trabalho.

Em relação aos gêneros, N*asutitermes* apresenta distribuição mundial e é muito comum na Amazônia e, através da flexibilidade de adaptação em diferentes habitats, incluindo ambientes alterados pela capacidade construtora, onde exibe facilidade de nidificação e da exploração de diferentes recursos alimentares, fazem este gênero ser bem sucedido em qualquer ambiente.

Os cupins foram encontrados principalmente associados à madeira. Constata-se que a maior parte dos cupins são xilófagos verdadeiros, ou seja, consomem madeira dura e em início de decomposição. Outros autores também classificaram os cupins em grupos tróficos, de acordo com a sua utilização dos recursos (MATHEWS, 1977; WOOD; SANDS, 1977; BANDEIRA; MACAMBIRA, 1988; BANDEIRA, 1989; CONSTANTINO, 1992; EGGLETON et al., 1995; REIS; CANCELLO, 2007). Mas, apesar desses esforços, o conhecimento da biologia de muitas espécies de cupins ainda é deficiente, com dificuldades de classificá-las em grupos distintos.

As três florestas oferecem ambiente favorável ao desenvolvimento das espécies xilófagas, pelo tipo de vegetação ainda preservada, visto que a fauna termítica desempenha papel importante na decomposição e na ciclagem de nutrientes nos ambientes florestais. Os cupins analisados para os três locais ocorrem em outros ecossistemas e possuem ampla distribuição geográfica. De modo geral, pode-se dizer que a fauna de cupins da região norte do Brasil ainda é pouco estudada, embora existam alguns trabalhos voltados para a Amazônia, ainda são necessários estudos mais amplos e observações mais cuidadosas.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA, A. G. Análise da termitofauna (Insecta: Isoptera) de uma floresta primária e de uma pastagem na Amazônia Oriental, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, Ser. Zool., v. 5. p. 225-241, 1989.

BANDEIRA, A. G.; MACAMBIRA, M. L. J. Térmitas de Carajás, estado do Pará, Brasil: composição faunística, distribuição e hábito alimentar**. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, Ser. Zool., v. 4, n. 2, p. 175-190, 1988.

BANDEIRA, A. G.; VASCONCELLOS, M.P.S.; CONSTANTINO, R. Effects of habitat disturbance on the térmite fauna in a highland Forest in the caatinga domain, Brazil. **Sociobiology**, v. 42, n. 1, p. 117-127, 2003.

BROWN JR., K. S. Diversity, disturbance and sustainable use of neotropical forest: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, p. 25-42, 1997.

CONSTANTINO, R. Abundance and diversity of termite (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in brazilian Amazonia. **Biotropica**, v. 24. n. 3, p. 420-430, 1992.

EGGLETON, P.; BIGNELL, D.E.; SANDS, W.A.; WAITE, B.; WOOD, T. G.; LAWTIN, J. H. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 85-98, 1995.

MACAMBIRA, M. L. J. Os cupins (Insecta: Isoptera). In: LISBOA, P. L. B. (Org). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1997. p. 347-354.

MATHEWS, A. G. A. **Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977. 267 p.

REIS, Y. T.; CANCELLO, E. M. Riqueza de cupins (Insecta: Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. **Iheringia**, Ser. Zool., v. 97. n. 3., p. 229-234, 2007.

VASCONCELLOS, A.; MELO, A. C. S.; VASCONCELOS SEGUNDO, E. M.; BANDEIRA, A. G. Cupins de duas florestas de restinga do nordeste brasileiro. **Iheringia**, Ser. Zool, v. 95, p . 127-131, 2005.

WOOD, T. G.; SANDS, W.A. The role of termites in ecosystems. In: BRIAN, M. V. (Ed.). **Production ecology of ants and termites**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978, p. 245-292.

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E TEMPORAL DE CULICÍDEOS (DIPTERA: CULICIDAE) EM SÍTIO, NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Ulisses E. C. Confalonieri
Bento M. Mascarenhas
Claudeth S. Pinto
Manuel Santa Brígida
Elcimara P. Chagas
Delma G. Guimarães

INTRODUÇÃO

Os inventários de mosquitos (Diptera: Culicidae) realizados na região amazônica são relativamente poucos, tendo em vista a vasta extensão e a alta diversidade biológica. A maioria dos inventários tem sido realizada no âmbito de investigações específicas, com a identificação de espécies vetoras locais de agentes causadores de endemias e epidemias, como a febre amarela e a malária.

Alguns estudos anteriormente realizados por Deane et al. (1953), Roberts et al. (1981), Degallier et al. (1991), Souto et al. (1994), Rocha (1996), Mondet et al. (2002), Fé et al. (2003), Jones et al. (2004), Souto e Pimentel (2006), Souto (2003) e Hutchings, et al. (2004) incluíram coletas mais ou menos intensivas e sistemáticas de culicídeos hematófagos (Anophelinae e Culicinae) em diferentes estratos na Amazônia.

Neste trabalho são descritas as principais características de distribuição vertical e a variação sazonal e horária das espécies coletadas em um único local na Flona Caxiuanã, entre julho de 2005 a abril de 2006. Uma análise específica dos padrões de ocorrência das espécies vetoras de febre amarela silvestre coletadas nesta ocasião, já foi publicada em Pinto et. al. (2009).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: o estudo foi desenvolvido na torre de medição micrometeorológica do projeto CarboPará (LBA) (01° 43' 9,9'' S; 51° 27' 31,4'' W), localizada na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), sob a administração do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Metodologia: foram realizadas cinco excursões a campo nos meses de julho, setembro e dezembro de 2005, e fevereiro e abril de 2006. As coletas ocorreram em quatro alturas distintas (0 m, 8 m, 16 m e 30 m) na torre meteorológica do projeto LBA, na Estação Científica Ferreira Penna.

Em cada excursão foram realizados quatro períodos de coleta: dois de 12 horas (um no período diurno e outro no noturno) e dois de 24 horas.

Foram utilizadas duas técnicas para coleta dos exemplares adultos de culicídeos: armadilhas luminosas, do tipo CDC (*Center on Disease Control*), e o uso de puçás entomológicos por capturadores humanos. As coletas com CDC ocorreram das 18 às 6 horas.

Nas coletas com puçás por atrativo humano, cada capturador permanecia em uma altura por um período de 3 horas, sendo posteriormente revezado por outros capturadores da equipe.

Os espécimes coletados na área foram identificados, utilizando-se as chaves entomológicas de Faran e Linthicum (1981), Forattini (2002), Consoli e Lourenço-de-Oliveira (1994), no laboratório da ECFPn em Caxiuanã, e foram depositados na coleção entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 31.770 exemplares de culicídeos, distribuídos em 15 gêneros e 60 espécies. O gênero mais representativo foi *Culex* (Figura 1), do qual faz parte a espécie mais frequente *Culex portes*i, representando 84,70 % do total de exemplares capturados na área (Tabela 1).

Espécies de *Culex* têm sido incriminadas como transmissores de arbovírus na natureza (FORATTINI, 1965). *Culex declarator* e *Culex portesi* são consideradas potencialmente vetores de arbovírus na Amazônia.

As espécies *Anopheles peryasui*, *Chagasia bonneae*, *Coquillettidi nigricans*, *Culex*(*Carrolia*) sp, *Limatus duramii*, *Limatus flavisetosus*, *Ochlerotatus arborealis*, O. *fulvus*, O. *ostator*, O. *arborealis*, O. *scapularis*, O. *septemistriatus*, *Orthopodomyia fascipes*, espécies do gênero *Haemagogus*, *Psorophora*, *Sabethes* e *Trichoprosopom* foram obtidas apenas nas coletas com puçá, enquanto que *Culex coronator*, *Uranotaenia apicalis* e U. *briseis* foram coletadas apenas nas armadilhas do tipo CDC (Tabela 1).

Do total de exemplares capturados, 85 % foram obtidos nas capturas com atrativo humano, e apenas 15% (4863) nas armadilhas luminosas do tipo CDC (Figura 2). A produtividade dos capturadores humanos foi nitidamente maior: média de 16,73 exemplares por hora (todas as coletas), quando comparada com as armadilhas CDC, que tiveram média de 6,57 mosquitos/hora, no total de coletas.

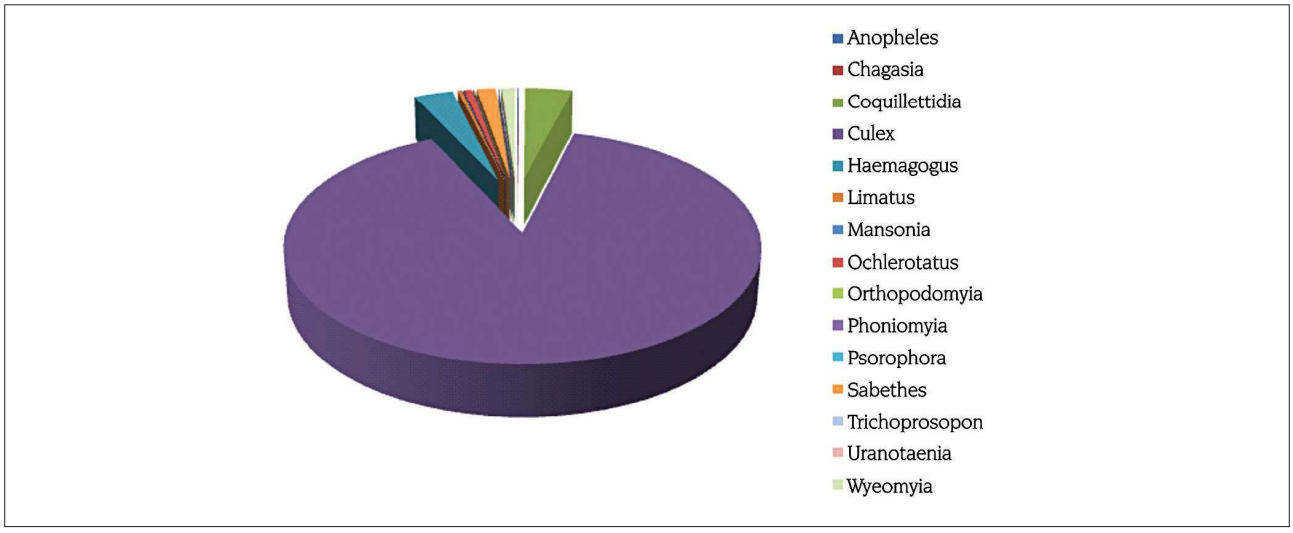


Figura 1. Gêneros de Culicidae coletados na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Tabela 1. Número de exemplares de culicídeos coletados por método de captura na torre do Projeto LBA em Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Espécie	Atrativo humano	CDC	Total	Frequência (%)
Culex portesi	22.595	4.315	26.910	84,70
Culex sp	89	39	128	0,40
Culex spissipes	590	106	696	2,19
Culex spp	55	12	67	0,21
Culex taeniopus	37	6	43	0,14
Culex vomerifer	81	19	100	0,31
Culex (*Carrolia*) sp	10	0	10	0,03
Haemagogus janthinomys	820	0	820	2,58
Haemagogus leucocelaenus	175	0	175	0,55
Haemagogus sp	2	0	2	0,01
Limatus durhamii	18	0	18	0,06
Limatus flavisetosus	23	0	23	0,07
Limatus pseudomethysticus	59	1	60	0,19
Mansonia pseudotitilans	1	13	14	0,04
Ochlerotatu sargyrothorax	47	0	47	0,15
Ochlerotatus arborealis	48	0	48	0,15
Ochlerotatus fulvithorax	3	0	3	0,01
Ochlerotatus fulvus	4	0	4	0,01
Ochlerotatus ostator	2	1	3	0,01
Ochlerotatus scapularis	1	0	1	0,00
Ochlerotatus septemistriatus	2	0	2	0,01
Ochlerotatus serratus	97	7	104	0,33
Orthopodomyia fascipes	3	0	3	0,01
Phoniomyia sp	14	0	14	0,04
Psorophora albipes	1	0	1	0,00
Psorophora lutzi	1	0	1	0,00
Sabethes amazonicus	19	0	19	0,06
Sabethes belisarioi	44	0	44	0,14
Sabethes chloropterus	265	0	265	0,83
Sabethes cyaneus	90	0	90	0,28
Sabethes forattini	9	0	9	0,03
Sabethes glaucodaemon	41	0	41	0,13
Sabethes quasicyaneus	1	0	1	0,00
Sabethes sp	1	0	1	0,00
Sabethes tarsopus	26	0	26	0,08
Tricoprosopon digitatum	3	0	3	0,01
Uranotaenia apicalis	0	1	1	0,00
Uranotaenia briseis	0	2	2	0,01
Uranotaenia calosomata	1	6	7	0,02
Uranotaenia hystera	2	12	14	0,04
Wyeomyia aporonoma	214	0	214	0,67
Wyeomyia melonocephala	2	0	2	0,01
Wyeomyia spp	129	0	129	0,41
TOTAL	26.907	4.863	31.770	100,00

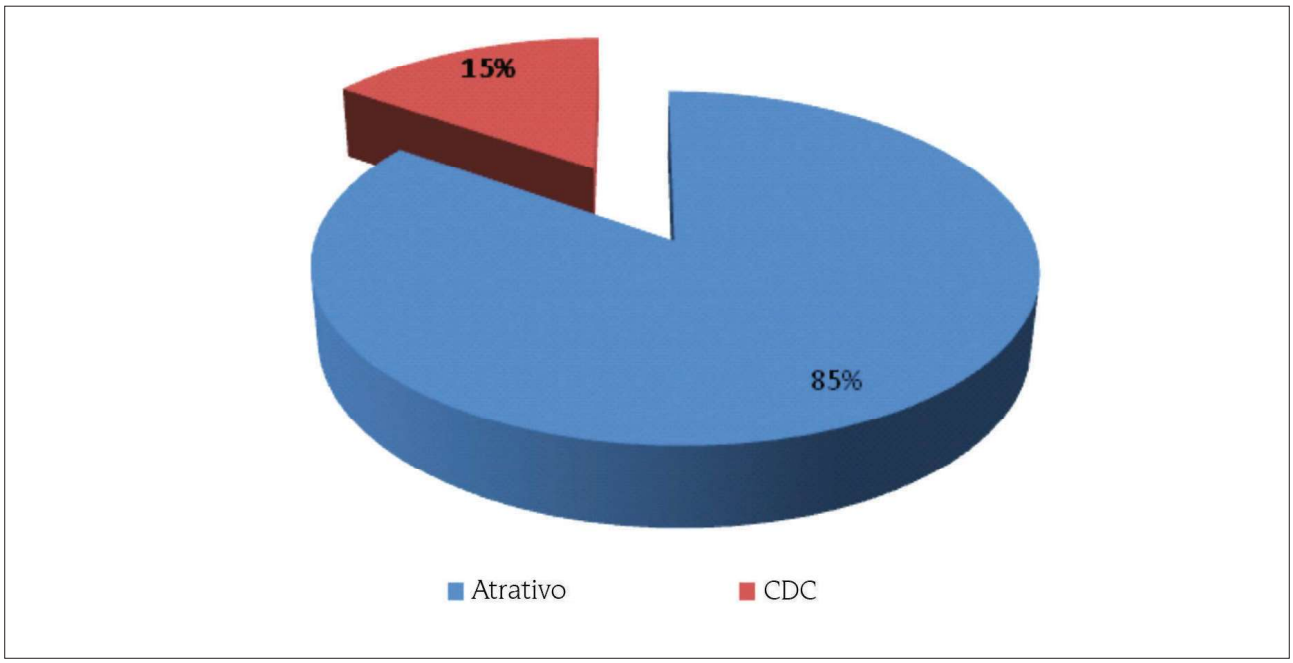


Figura 2. Frequência de culicídeos por método de coleta empregado na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Os meses com maior número de exemplares coletados, independente do método de coleta empregado, foram setembro e fevereiro (Figura 3).

Nas análises de correlação de Pearson entre o número de exemplares coletados com atrativo humano, utilizando-se puçás nas diferentes alturas, e as coletas simultâneas com armadilhas CDC (Tabela 2), com exceção da altura de 30 m, obteve-se uma correlação significativa entre as duas técnicas utilizadas, nos períodos noturnos, significando que quando ocorreu um incremento nos exemplares capturados pelas armadilhas, eles foram acompanhados por incrementos correspondentes nas coletas por capturadores humanos.

Coletas com puçás entomológicos: nas coletas com atrativo humano, utilizando redes entomológicas (puçás) para a captura dos culicídeos vetores, foram obtidos 26.907 exemplares, distribuídos em 15 gêneros e 56 espécies (Tabela 3).

Por este método de captura, as espécies mais frequentes foram *Culex portesi* (83,97 %) e *Coquillettidia venezuelensis* (3,25 %) (Tabela 3).

Culexportesi é responsável pela manutenção do ciclo virótico entre roedores (vírus Mucambo) e aves (vírus Capim, Itaqui, Oriboca, Turlock), podendo também estar envolvido em ciclos secundários em vertebrados diversos (HERVÉ et al., 1986).

A espécie *Coquillettidia venezuelensis* geralmente se apresenta em grande número, possui hábitos agressivos e constitui-se, muitas vezes, em motivo de incômodo para os moradores das áreas próximas aos seus criadouros (FORATTINI, 2002). Apesar de várias espécies apresentarem capacidade vetorial para a transmissão da Encefalite Equina Venezuelana, *Coquillettidia venezuelensis* é o vetor mais importante no ciclo natural deste vírus (FORATTINI, 2002).

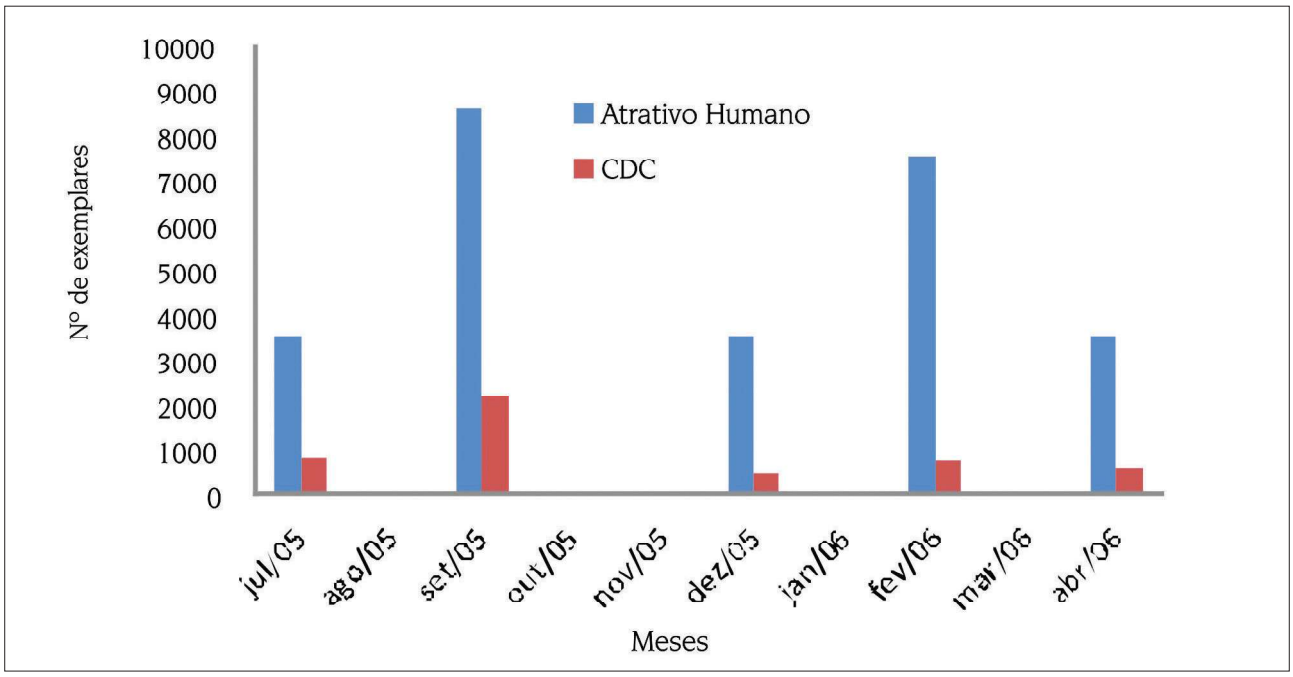


Figura 3. Número de exemplares capturados por mês, nas coletas com atrativo humano e armadilha CDC.

Tabela 2. Correlações de Pearson entre as coletas por atrativo humano e armadilhas CDC, por altura.

			Armadilha CDC				
			0 m	8 m	16 m	30 m	Total
Isca Humana	0 metros	Correlação de Pearson	0.624**				
		Significância	0.000				
		N	33				
	8 metros	Correlação de Pearson		0.044**			
		Significância		0.004			
		N		42			
	16 metros	Correlação de Pearson			0.442**		
		Significância			0.004		
		N			41		
	30 metros	Correlação de Pearson				0.260	
		Significância				0.078	
		N				47	
	Total	Correlação de Pearson					0.411**
		Significância					0.004
		N					48
	**	Correlação significativa ao nível 0.01					

Tabela 3. Número de exemplares coletados com atrativo humano, nos diferentes meses de coleta na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Espécie	Jul/05	Set/05	Dez/05	Fev/06	Abr/06	Total	Fr%
Anopheles mediopunctatus	1	0	0	2	1	4	0,01
Anophele snimbus	7	1	0	13	5	26	0,10
Anopheles peryassui	2	0	0	0	0	2	0,01
Anopheles sp	1	0	1	0	0	2	0,01
Chagasia bonnae	2	0	0	1	0	3	0,01
Coquilletidia nigricans	1	0	0	0	0	1	0,00
Coquillettidia albicosta	29	30	0	0	0	59	0,22
Coquillettidia arribalzagae	14	5	2	1	1	23	0,09
Coquillettidia venezuelensis	233	213	5	416	8	875	3,25
Culex (*Melanoconion*) sp1	0	6	0	6	49	61	0,23
Culex (*Melanoconion*) sp2	0	0	1	4	3	8	0,03
Culex (*Microculex*) sp	0	2	25	5	0	32	0,12
Culexa damesi	0	0	0	0	171	171	0,64
Culex declarator	0	1	0	6	5	12	0,04
Culex pedroi	0	0	0	0	3	3	0,01
Culex portesi	2661	8132	3270	5960	2572	22595	83,97
Culex sp	58	8	1	1	21	89	0,33
Culex spissipes	130	83	89	134	154	590	2,19
Culex spp	12	9	12	20	2	55	0,20
Culex teniopus	0	5	3	16	13	37	0,14
Culex vomerifer	0	1	0	0	80	81	0,30
Culex (*Carrolia*) sp	0	0	0	0	10	10	0,04
Haemagogu sjanthinomys	103	56	23	550	88	820	3,05
Haemagogus leucocelaenus	62	5	0	81	27	175	0,65
Haemagogus sp	2	0	0	0	0	2	0,01
Limatus durhamii	4	1	2	5	6	18	0,07
Limatus flavisetosus	3	2	0	0	18	23	0,09
Limatus pseudomethysticus	2	8	7	40	2	59	0,22
Mansonia pseudotitilans	0	0	1	0	0	1	0,00
Ochlerotatus argyrothorax	25	2	0	7	13	47	0,17
Ochlerotatus arborealis	7	3	1	33	4	48	0,18
Ochlerotatus fulvithorax	1	0	0	0	2	3	0,01
Ochlerotatus fulvus	0	0	0	4	0	4	0,01
Ochlerotatus ostator	0	0	0	0	2	2	0,01
Ochlerotatus scapularis	0	0	1	0	0	1	0,00
Ochlerotatus septemistriatus	2	0	0	0	0	2	0,01
Ochlerotatus serratus	11	3	0	12	71	97	0,36
Orthopodomyia fascipes	0	2	1	0	0	3	0,01
Phoniomyia sp	3	2	2	6	1	14	0,05
Psorophora albipes	0	0	0	0	1	1	0,00
Psorophora lutzi	0	0	0	0	1	1	0,00
Sabethes amazonicus	8	1	0	1	9	19	0,07
Sabethes belisarioi	10	5	3	14	12	44	0,16
Sabethes chloropterus	78	21	26	95	45	265	0,98
Sabethes cyaneus	16	9	16	31	18	90	0,33

Tabela 3. (cont.) Número de exemplares coletados com atrativo humano, nos diferentes meses de coleta na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Espécie	Jul/05	Set/05	Dez/05	Fev/06	Abr/06	Total	Fr%
Sabethes forattini	2	1	0	3	3	9	0,03
Sabethes glaucodaemon	11	1	0	0	29	41	0,15
Sabethes quasicyaneus	0	0	0	0	1	1	0,00
Sabethes sp	0	0	1	0	0	1	0,00
Sabethes tarsopus	4	3	5	6	8	26	0,10
Tricoprosopon digitatum	0	1	0	0	2	3	0,01
Uranotaenia calosomata	0	0	0	0	1	1	0,00
Uranotaenia hystera	0	2	0	0	0	2	0,01
Wyeomyia aporonoma	27	11	62	76	38	214	0,80
Wyeomyia melonocephala	0	0	0	0	2	2	0,01
Wyeomyia spp	27	18	25	28	31	129	0,48
TOTAL	3.559	8.653	3.585	7.577	3.533	26.907	100

Outras espécies de importância médica foram coletadas no presente estudo, como as dos gêneros *Haemagogus* e *Sabethes*, representando 3,71 % e 1,84 %, respectivamente, do total de exemplares coletados com atrativo humano (Tabela 3); os referidos gêneros estão descritos em Pinto et. al. (2009). As espécies de *Haemagogus*, H. *janthinomys* e H. *leucocelaenus*, assim como as do gênero *Sabethes*, são consideradas vetores de febre amarela silvestre (FORATTINI, 2002).

Em uma avaliação mensal, observa-se que o mês de abril apresentou maior número de espécies (42), enquanto que dezembro apresentou menor quantidade de espécies (25) (Tabela 3).

Das cinco coletas de campo com atrativo humano, duas (setembro e fevereiro) foram mais produtivas, com médias de 154,51 e 135,3 mosquitos/mês, respectivamente. Para as outras três coletas, a média de mosquitos/mês variou entre 63,01 e 64,02 (Figura 4).

Os meses com maior similaridade de espécies foram setembro e fevereiro, com 71,05 %, enquanto que dezembro e abril foram os de menor similaridade na composição das espécies (Tabela 4; Figura 5).

O mês de setembro foi o de maior abundância (7577) e dominância (d=0,78) de espécies, enquanto o mês de abril foi o mais diverso (H'=0,59) e o mais rico (E_D=75,3) em espécies (Tabela 5).

Em todos os meses, a altura com maior número de culicídeos obtidos foi a de 30 metros, em função da elevada abundância de *Culex portesi*, enquanto que a menor abundância de culicídeos foi a 8 m (Figura 6).

Nas coletas nos diferentes estratos foram obtidas 39 espécies de culicideos ao nível do solo (0 m); 34 espécies a 8 m e a 30 m, e 35 espécies a 16 m (Tabela 6).

Anopheles mediopunctatus, *Anopheles peryassui*, *Culex pedroi*, *Sabethes forattini*, *Sabethes tarsopus* e *Sabethes quasicyaneus* foram coletados em níveis mais elevados (16 m e/ou 30 m), enquanto que *Anopheles nimbus*, *Coquilletidia nigricans*, *Culex* (*Melanoconion*) sp2, *Ochlerotatus fulvithorax*, *Ochlerotatus ostator*, *Ochlerotatus septemistriatus*, *Psorophora albipes*, *Psorophora lutzi*, *Tricoprosopon digitatum*, *Uranotaenia calosomata* e U. *hystera* foram coletadas apenas em níveis mais baixos (0 m e/ou 8 m). Outras espécies foram coletadas em todas as alturas, ainda que mostrem preferência por diferentes estratos, como os observado entre as espécies de *Haemagogus*, *Limatus*, *Ochlerotatus* e *Sabethes* (Tabela 6).

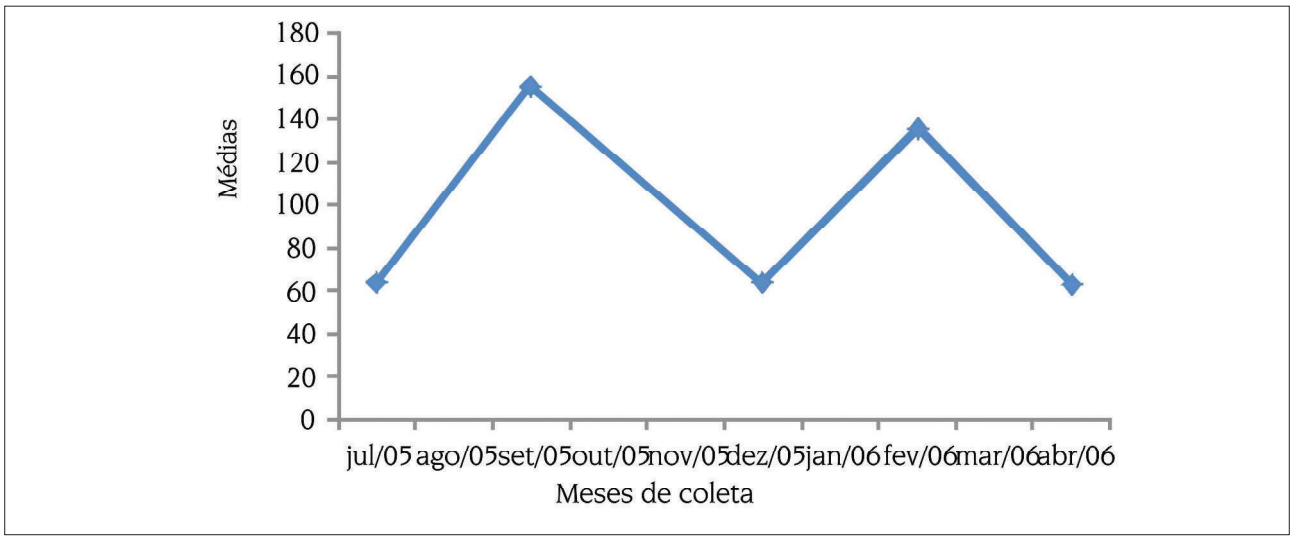


Figura 4. Média de culicídeos coletados no diferentes meses amostrados, na Flona Caxiuanã, Pará.

Tabela 4. Matriz de similaridade com índice de Jaccard, para os cinco meses amostrados, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Meses	Julho	Setembro	Dezembro	Fevereiro	Abril
Julho	1	0,61905	0,43902	0,625	0,55102
Setembro	0,61905	1	0,51282	0,71053	0,65217
Dezembro	0,43902	0,51282	1	0,55556	0,39583
Fevereiro	0,625	0,71053	0,55556	1	0,62222
Abril	0,55102	0,65217	0,39583	0,62222	1

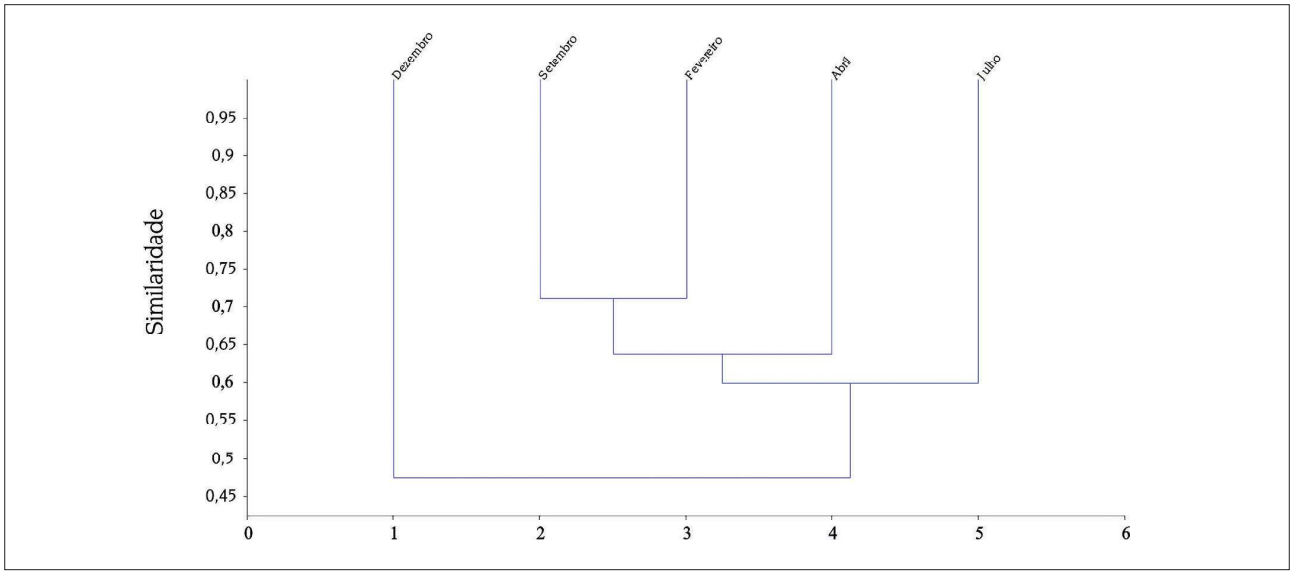


Figura 5. Dendrograma de similariedade de Jaccard utilizando os dados de Culicidae obtidos nos cinco meses amostrados na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Tabela 5. Abundância, diversidade, riqueza e dominância de espécies, coletadas com atrativo humana, de acordo com os meses de captura de culicídeos, na Flona Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Meses de coleta	Abundância	Diversidade de Shannon-Wiener $H' = \sum p_i.\log p_i$	Riqueza de Jackknife 1ª Ordem $E_D = S_{obs} + S_1 (f-1/f)$	Dominância de Berger-Parker $d = N_{max}/N_T$
Jul/05	3559	0,5230	61,2	0,7477
Set/05	8653	0,1564	34,0	0,9398
Dez/05	3585	0,2170	37,5	0,9121
Fev/06	7577	0,4222	51,7	0,7866
Abr/06	3533	0,5915	75,3	0,7270

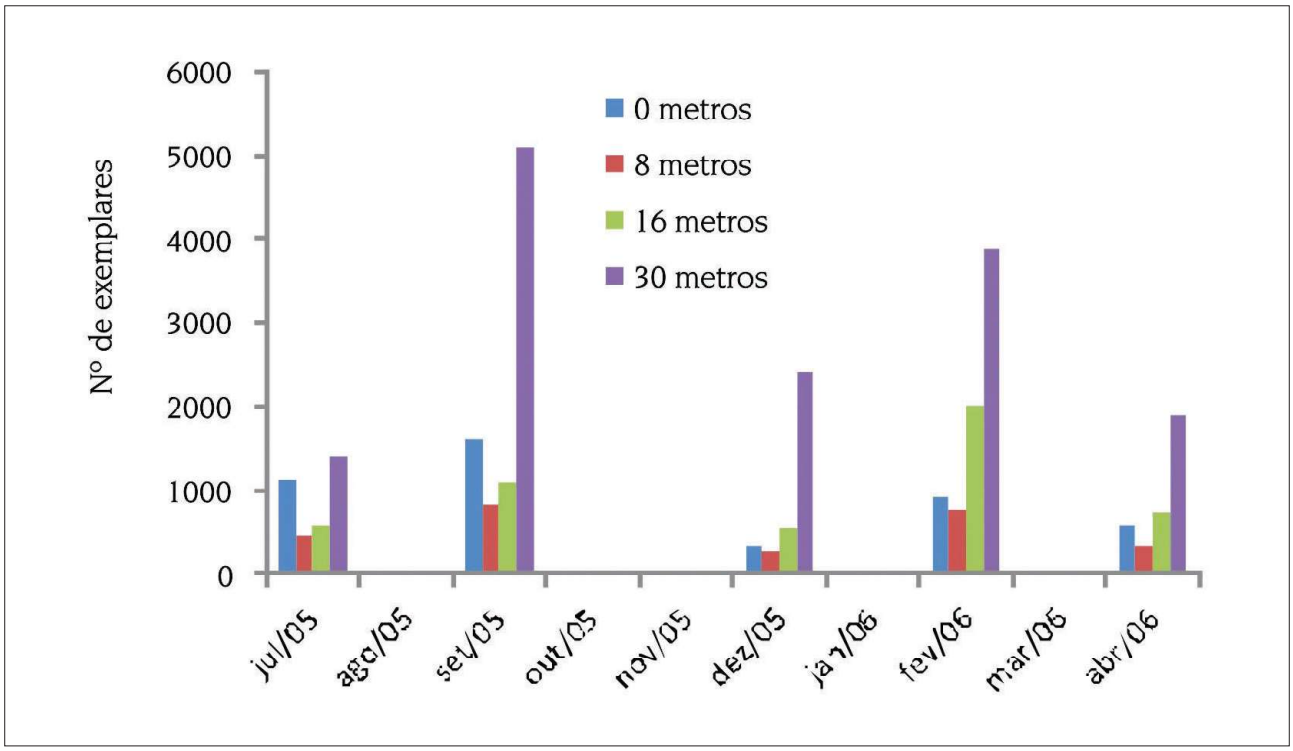


Figura 6. Número de exemplares de culicídeos coletados com puçás por atrativo humano nos diferentes estratos, na Flona Nacional de Caxiuanã, Pará.

Analisando as alturas onde as coletas foram realizadas, observou-se maior similaridade entre 8-16 m, com 64,28 %, enquanto que 0 e 30 m apresentaram menor similaridade, com 43,13 % (Tabela 7; Figura 7).

O estrato situado a 30m foi o mais abundante (14.685) e dominante (d= 0,91), enquanto que as coletas realizadas no nível do solo (0 m), foram as que apresentaram maior diversidade de espécies (H'=0,64). As alturas de 16 m (E_D= 59,5) e 30 m (E_D=60) obtiveram riqueza de espécies muito similar (Tabela 8).

Tabela 6. Número de exemplares por espécies coletados com puçás por atrativo humano, nas diferentes alturas, na Flona Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Espécie	0 m	8 m	16 m	30 m	Total
Anopheles mediopunctatus	0	0	1	3	4
Anopheles nimbus	26	0	0	0	26
Anophel speryassui	0	0	1	1	2
Anopheles sp	0	0	1	1	2
Chagasi abonnae	0	0	0	3	3
Coquilletidia nigricans	1	0	0	0	1
Coquillettidia albicosta	41	4	2	12	59
Coquillettidia arribalzagae	21	1	0	1	23
Coquillettidia venezuelensis	388	138	117	232	875
Culex (*Melanoconion*) sp1	30	16	12	3	61
Culex (*Melanoconion*) sp2	6	2	0	0	8
Culex (*Microculex*) sp	2	5	7	18	32
Culex adamesi	14	13	21	123	171
Culex declarator	4	4	0	4	12
Culex pedroi	0	0	0	3	3
Culex portesi	3057	2108	3962	13468	22595
Culex sp	39	23	11	16	89
Culex spissipes	183	152	145	110	590
Culex spp	17	13	18	7	55
Culex taeniopus	31	3	1	2	37
Culex vomerifer	30	5	8	38	81
Culex (*Carrolia*) sp	3	6	1	0	10
Haemagogus janthinomys	8	58	365	389	820
Haemagogus leucocelaenus	94	27	46	8	175
Haemagogus sp	2	0	0	0	2
Limatus durhamii	17	0	0	1	18
Limatus flavisetosus	19	3	1	0	23
Limatus pseudomethysticus	48	5	6	0	59
Mansonia pseudotitilans	0	1	0	0	1
Ochlerotatus argyrothorax	43	3	1	0	47
Ochlerotatus arborealis	46	0	2	0	48
Ochlerotatus fulvithorax	3	0	0	0	3
Ochlerotatus fulvus	1	1	1	1	4
Ochlerotatus ostator	0	2	0	0	2
Ochlerotatus scapularis	0	0	1	0	1
Ochlerotatus septemistriatus	2	0	0	0	2
Ochlerotatus serratus	55	14	25	3	97
Orthopodomyia fascipes	2	0	1	0	3
Phoniomyia sp	8	4	1	1	14
Psorophora albipes	1	0	0	0	1
Psorophora lutzi	1	0	0	0	1
Sabethes amazonicus	0	1	1	17	19
Sabethes belisarioi	0	1	6	37	44
Sabethes chloropterus	0	17	160	88	265
Sabethes cyaneus	1	24	38	27	90

Tabela 6. (cont.) Número de exemplares por espécies coletados com puçás por atrativo humano, nas diferentes alturas, na Flona Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Espécie	0 m	8 m	16 m	30 m	Total
Sabethes forattini	0	0	0	9	9
Sabethes glaucodaemon	0	2	22	17	41
Sabethes quasicyaneus	0	0	0	1	1
Sabeths sp	0	0	1	0	1
Sabethes tarsopus	0	0	1	25	26
Tricoprosopon digitatum	3	0	0	0	3
Uranotaenia calosomata	0	1	0	0	1
Uranotaenia hystera	1	1	0	0	2
Wyeomyia aporonoma	198	5	8	3	214
Wyeomyia melonocephala	2	0	0	0	2
Wyeomyia spp	82	4	30	13	129
Total	4.530	2.667	5.025	14.685	26.907

Tabela 7. Matriz de similaridade, com índice de Jaccard para os diferentes estratos amostrados, nas coletas com atrativo humano, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Alturas	0 m	8 m	16 m	30 m
0 m	1	0,58696	0,51020	0,43137
8 m	0,58696	1	0,64286	0,58140
16 m	0,51020	0,64286	1	0,64286
30 m	0,43137	0,58140	0,64286	1

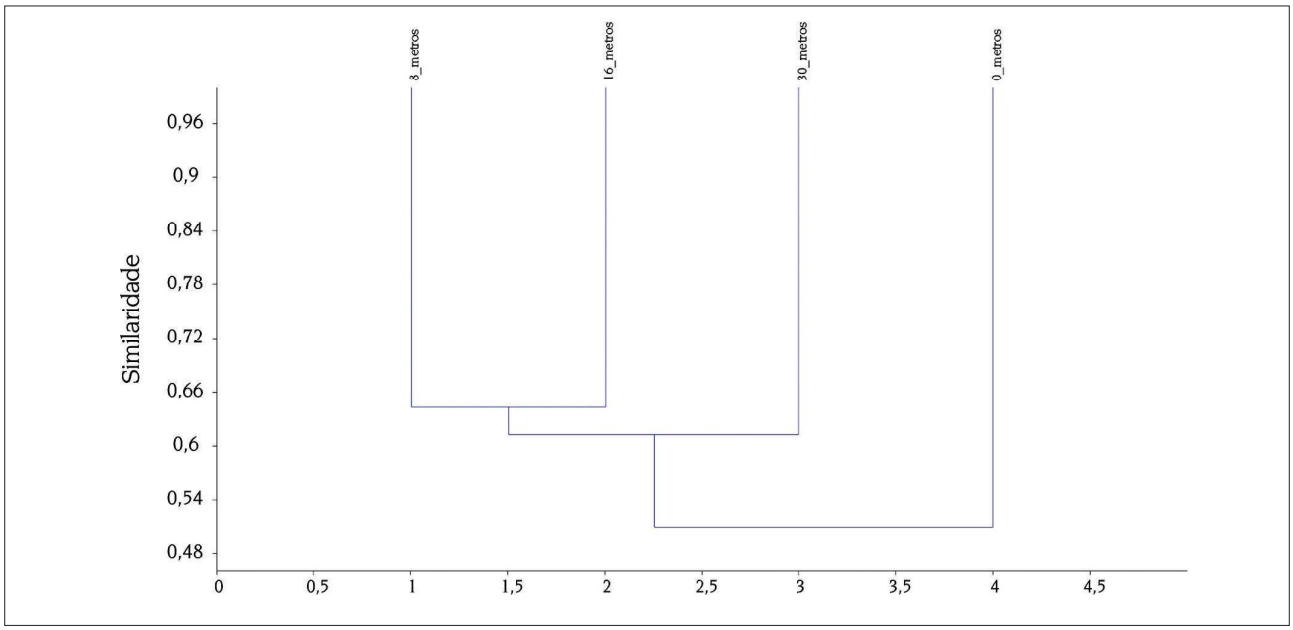


Figura 7. Dendrograma de similariedade de Jaccard, utilizando os dados de Culicidae obtidos nas quatro alturas amostradas, nas coletas com atrativo humano, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Tabela 8. Abundância, diversidade, riqueza e dominância de espécies de culicídeos em diferentes estratos, nas coletas com atrativo humano, na Flona Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Alturas	Abundância	Diversidade de Shannon-Wiener $H' = \sum p_i.\log p_i$	Riqueza de Jackknife 1ª Ordem $E_D = S_{obs} + S_1 (f-1/f)$	Dominância de Berger-Parker $d = N_{max}/N_T$
0 m	4.530	0,6379	37	0,6813
8 m	2.667	0,4419	51	0,7904
16 m	5.025	0,4284	60	0,7883
30 m	14.685	0,2123	59,5	0,9152

Embora se verifique uma variação nos horários de maior produção de mosquitos, nos cinco meses de coleta, nota-se uma tendência a picos de maior densidade entre 6 h e 7 h; e entre 19 h e 20 h (Figura 8). Percebe-se uma diminuição no número de culicídeos entre 8 h e 17 h, em função da elevada abundância de espécies noturnas, como *Culex portesi*, espécie dominante nas coletas noturnas e que apresenta uma queda significativa no número de exemplares, durante as horas do dia.

Como mencionado anteriormente, houve uma grande predominância da espécie *Culex portesi* nas coletas com atrativo humano (puçás), constituindo 83,97 % dos exemplares capturados. A tendência mensal do número de exemplares, bem como a distribuição por horário dos exemplares desta espécie está representada na Figura 9, onde se pode constatar o hábito noturno desta espécie, uma vez que entre os horários de 8 h às 18 h, a ocorrência de exemplares de C. *portesi* foi muito baixa e, algumas vezes, nula.

Para uma verificação de uma possível redução progressiva no tamanho das amostras obtidas, como resultado de amostragens sucessivas, em curto período, apresenta-se na Tabela 9 a frequência relativa de indivíduos por cada período de coleta (de 12 e 24 horas), nos diferentes meses de trabalho.

Coletas com CDC (Center on Disease Control): nas coletas com armadilha luminosa do tipo CDC foram obtidos 4863 exemplares de culicídeos, distribuídos em 7 gêneros e 27 espécies, sendo *Culex portesi* e *Coquillettidia venezuelensis* as espécies mais abundantes (Tabela 10).

Vale ressaltar que nas coletas com CDC também foram capturados espécies de flebotomíneos, que, separadamente, foram objeto de publicação (MASCARENHAS et al., 2009).

Dos cinco meses de coleta com CDC, setembro e julho foram os que apresentaram maior número de exemplares, com destaque para *Culex portesi*. De julho de 2005 a abril de 2006, a altura de 30 m foi a mais representativa em números de espécimes (Figura 10).

Nas coletas realizadas no nível do solo (0 m), e a 16 m, foram obtidas 17 espécies de culicídeos, enquanto que a 8 m foram obtidas 14 espécies, e a 30 m, 18 espécies (Tabela 11).

Observou-se maior similaridade na composição de espécies entre as alturas de 8 m e 16 m (63,15 %), e menor similaridade entre o nível do solo (0 m) e 8 m (Tabela 12; Figura 11).

As maiores abundância (3631), dominância (d=0,91) e riqueza (E_D=31,5) de espécies ocorreram a 30 m, enquanto que a maior diversidade (H'=0,39) foi observada no nível do solo (0 m) (Tabela 13).

Os meses de julho e abril foram os mais similares (40 %), assim como setembro e dezembro (40 %), já os meses de menor similaridade foram julho e fevereiro (21,05 %), conforme mostra a Tabela 14 e Figura 12.

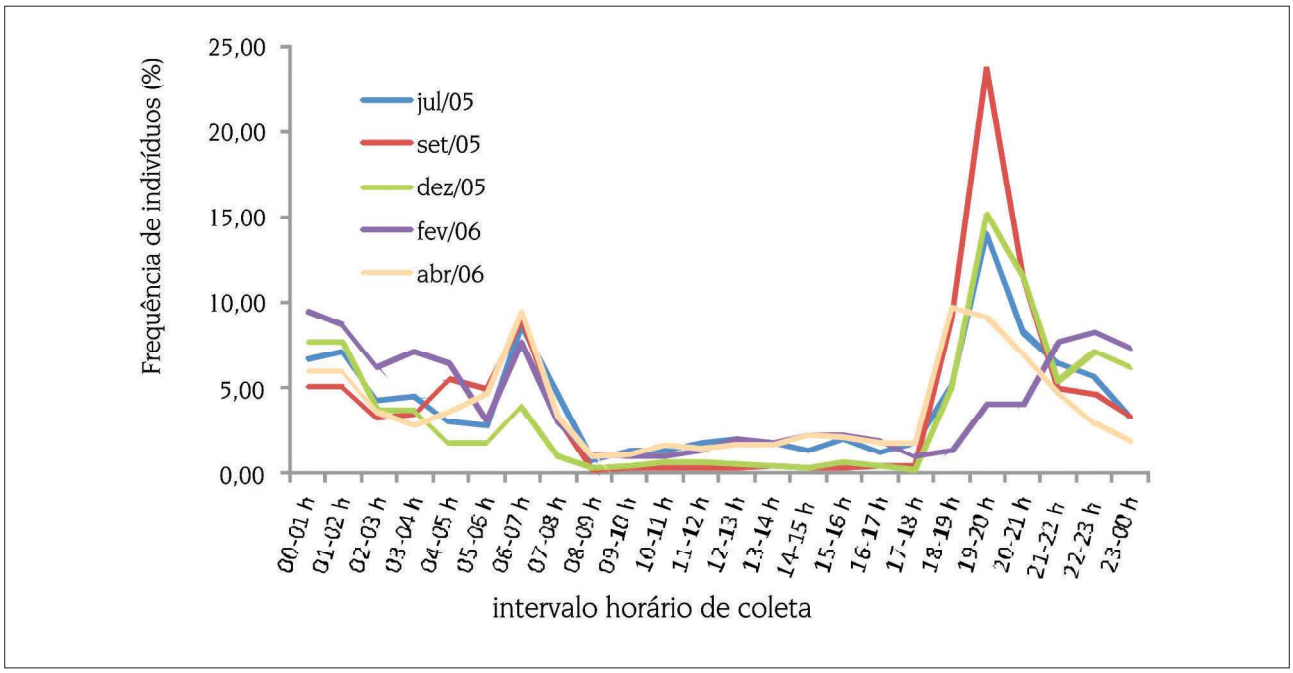


Figura 8. Variação horária do total de espécimes de culicídeos coletados com atrativo humano, por mês de coleta, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

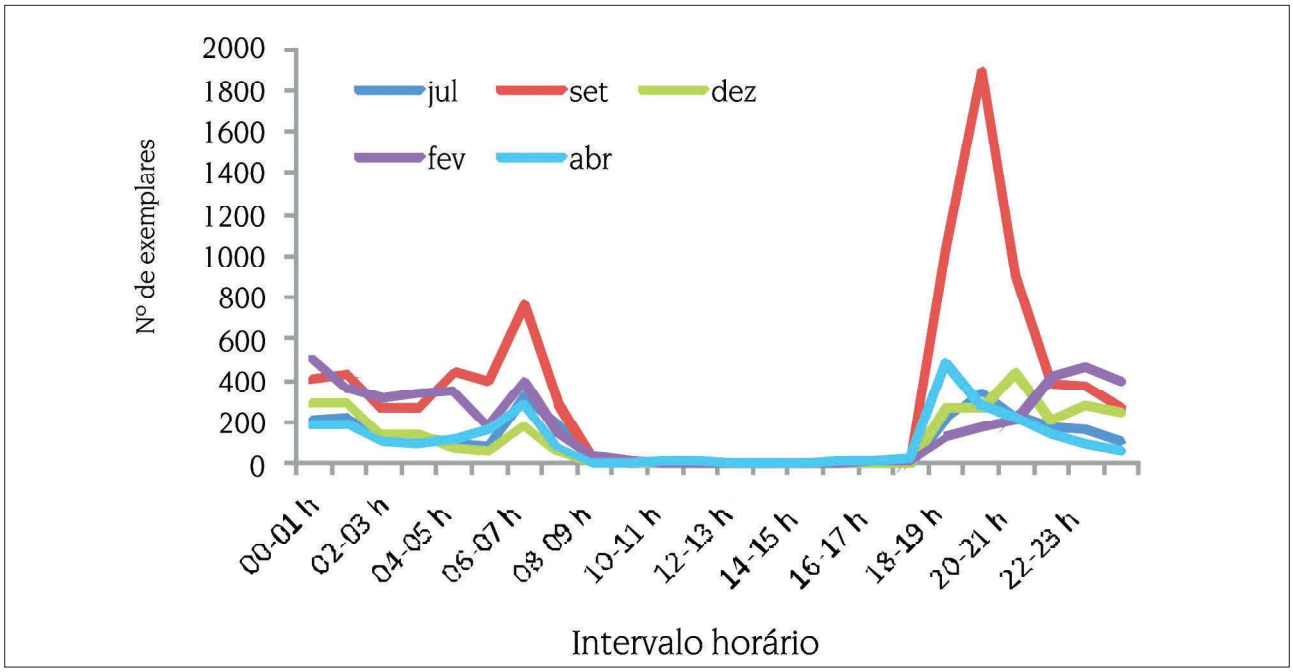


Figura 9. Número de exemplares de *Culex portesi*, por intervalo horário, nos diferentes meses de coleta, na Flona Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Tabela 9. Frequência relativa de exemplares coletados por mês e período/horário de coleta com puçás.

Tipo de coleta	Julho	Setembro	Dezembro	Fevereiro	Abril
24 horas I	34,4	46,5	32,9	39,4	35,0
12 horas/noite	16,6	22,3	45,3	27,2	28,5
12 horas/dia	6,40	2,50	1,60	6,30	12,0
24 horas II	42,6	28,6	20,2	27,1	24,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 10. Número de exemplares de Culicidae obtidos nas coletas com CDC, nos cinco meses amostrados, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Espécie	Jul/05	Set/05	Dez/05	Fev/06	Abr/06	Total	Fr (%)
Anopheles mediopunctatus	3	0	0	0	0	3	0,1
Anopheles nimbus	2	0	0	0	0	2	0,0
Coquilletidia sp	1	0	0	0	0	1	0,0
Coquillettidia albicosta	11	2	0	0	0	13	0,3
Coquillettidia arribalzagae	0	0	2	0	0	2	0,0
Coquillettidia venezuelensis	50	89	0	102	3	244	5,0
Culex (*Melanoconion*) sp1	0	7	0	1	2	10	0,2
Culex (*Melanoconion*) sp2	0	0	0	1	0	1	0,0
Culex (*Microculex*) sp	0	15	3	0	0	18	0,4
Culex adamesi	0	0	0	0	17	17	0,4
Culex coronator	2	0	0	0	1	3	0,1
Culex declarator	0	0	0	7	0	7	0,1
Culex pedroi	0	0	0	0	2	2	0,0
Culex portesi	652	2067	461	617	518	4315	89,1
Culex sp	37	0	0	0	2	39	0,8
Culexs pissipes	34	4	19	20	29	106	2,2
Culex spp	5	6	1	0	0	12	0,2
Culex taeniopus	1	0	2	1	2	6	0,1
Culex vomerifer	1	0	0	0	18	19	0,4
Limatus pseudomethysticus	0	1	0	0	0	1	0,0
Mansonia pseudotitilans	7	5	1	0	0	13	0,3
Ochlerotatus ostator	0	0	0	0	1	1	0,0
Ochlerotatus serratus	1	0	0	0	6	7	0,1
Uranotaenia apicalis	0	1	0	0	0	1	0,0
Uranotaenia briseis	1	1	0	0	0	2	0,0
Uranotaenia calosomata	5	1	0	0	0	6	0,1
Uranotaenia hystera	0	10	2	0	0	12	0,2
Total	807	2.196	489	749	601	4.842	100,0

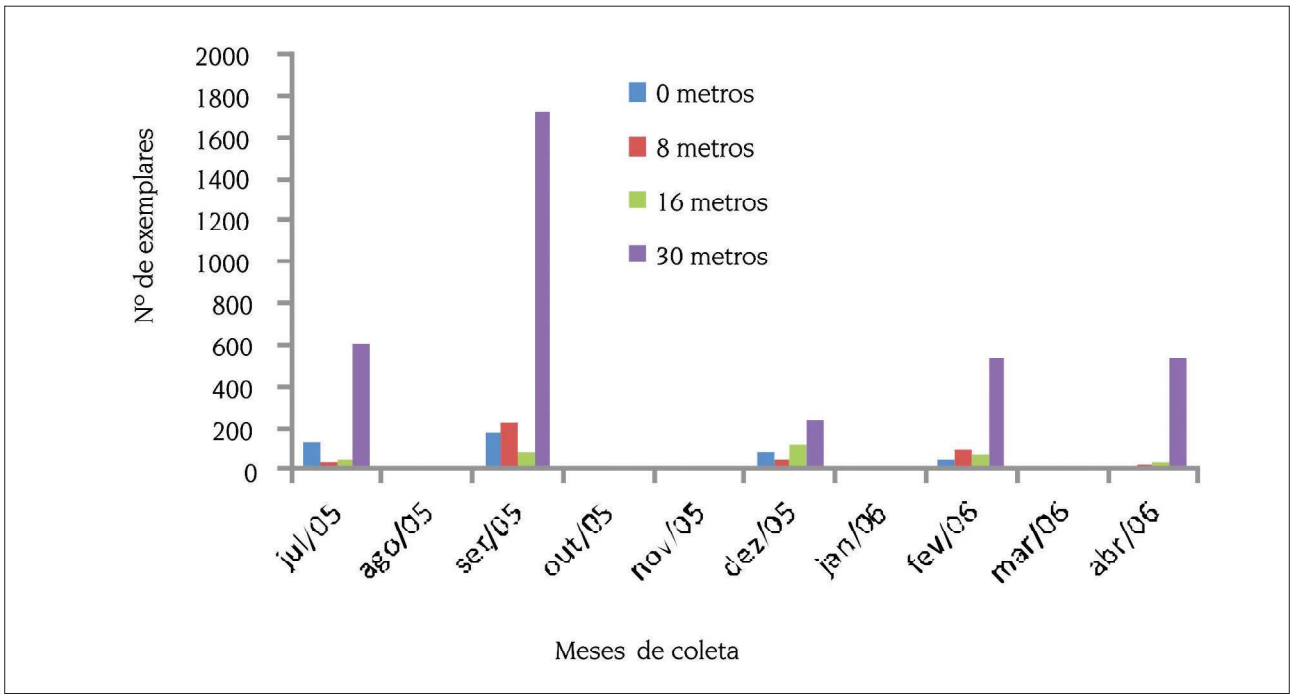


Figura 10. Número de exemplares de culicídeos coletados de Julho de 2005 a abril de 2006, em diferentes estratos, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

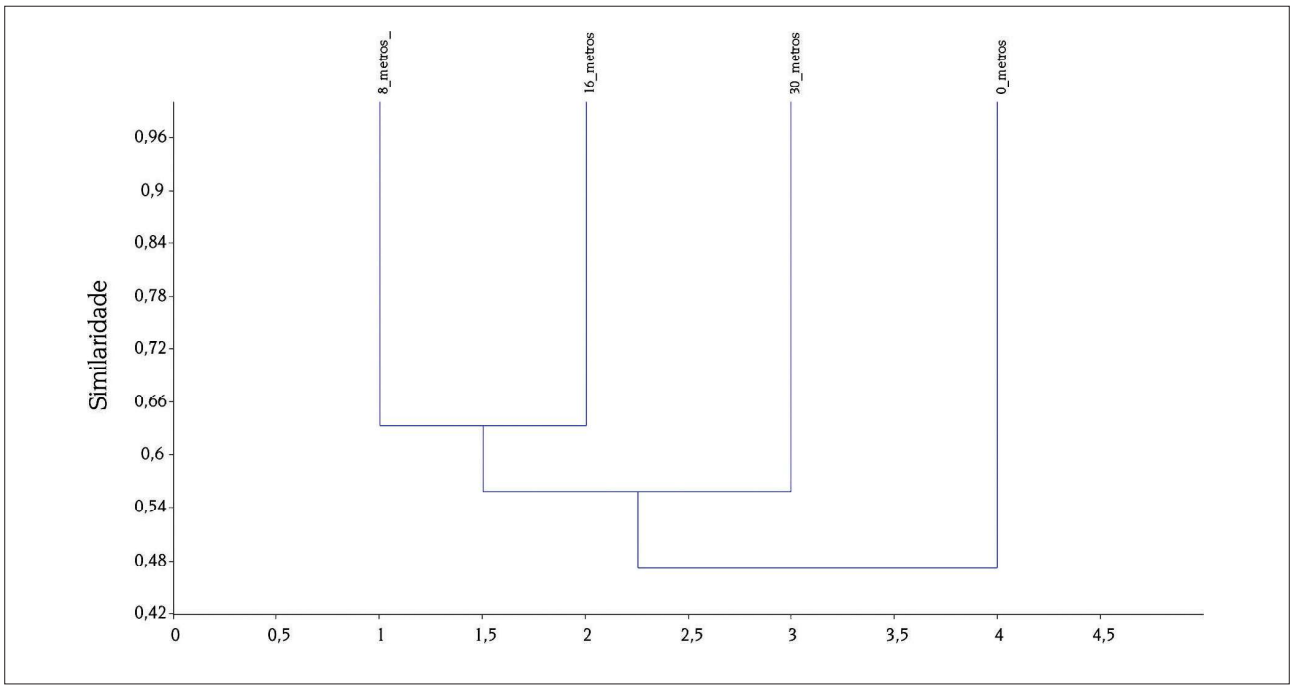


Figura 11. Dendrograma de similariedade de Jaccard, utilizando os dados de Culicidae obtidos nas quatro alturas amostradas com armadilha luminosa CDC, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Tabela 11. Número de exemplares de culicídeos coletados em diferentes estratos, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Espécie	0 m	8 m	16 m	30 m	Total
Anopheles mediopunctatus	0	0	0	3	3
Anopheles nimbus	1	0	0	1	2
Coquilletidia sp	1	0	0	0	1
Coquillettidia albicosta	8	1	2	2	13
Coquillettidia arribalzagae	2	0	0	0	2
Coquillettidia venezuelensis	63	28	15	138	244
Culex (*Melanoconion*) sp1	1	3	0	6	10
Culex (*Melanoconion*) sp2	1	0	0	0	1
Culex (*Microculex*) sp	0	1	2	15	18
Culex adamesi	0	0	0	17	17
Culex coronator	1	2	0	0	3
Culex declarator	0	0	2	5	7
Culex pedroi	0	0	0	2	2
Culex portesi	344	365	294	3312	4315
Culex sp	2	4	10	23	39
Culexs pissipes	13	9	11	73	106
Culex spp	3	0	5	4	12
Culex taeniopus	2	2	1	1	6
Culex vomerifer	2	3	3	11	19
Limatus pseudometisticus	0	0	1	0	1
Mansonia pseudotitilans	0	1	1	11	13
Ochlerotatus ostator	0	0	1	0	1
Ochlerotatus serratus	1	0	3	3	7
Uranotaenia apicalis	1	0	0	0	1
Uranotaenia briseis	0	1	1	0	2
Uranotaenia calosomata	0	5	1	0	6
Uranotaenia hystera	2	5	1	4	12
Total	448	430	354	3.631	4.863

Tabela 12. Matriz de similaridade com índice de Jaccard, para os diferentes estratos amostrados com armadilha CDC, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Alturas	0 m	8 m	16 m	30 m
0m	1	0,47619	0,41667	0,52174
8m	0,47619	1	0,63158	0,52381
16m	0,41667	0,63158	1	0,59091
30m	0,52174	0,52381	0,59091	1

Tabela 13. Abundância, diversidade, riqueza e dominância de espécies, de acordo com as alturas de captura de culicídeos com armadilha CDC, na Flona Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Alturas	Abundância	Diversidade de Shannon-Wiener	Riqueza de Jackknife 1ª Ordem	Dominância de Berger-Parker
0 m	448	0,3922	17,0	0,7679
8 m	430	0,3130	21,0	0,8488
16 m	354	0,3655	28,3	0,8305
30 m	3.631	0,2002	31,5	0,9121

Tabela 14. Matriz de similaridade, com índice de Jaccard, para os cinco meses amostrados com armadilha CDC, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Meses de coleta	Jul/05	Set/05	Dez/05	Fev/06	Abr/06
Jul/05	1	0,38095	0,26316	0,21053	0,40000
Set/05	0,38095	1	0,40000	0,25000	0,19048
Dez/05	0,26316	0,40000	1	0,25000	0,17647
Fev/06	0,21053	0,25000	0,25000	1	0,35714
Abr/06	0,40000	0,19048	0,17647	0,35714	1

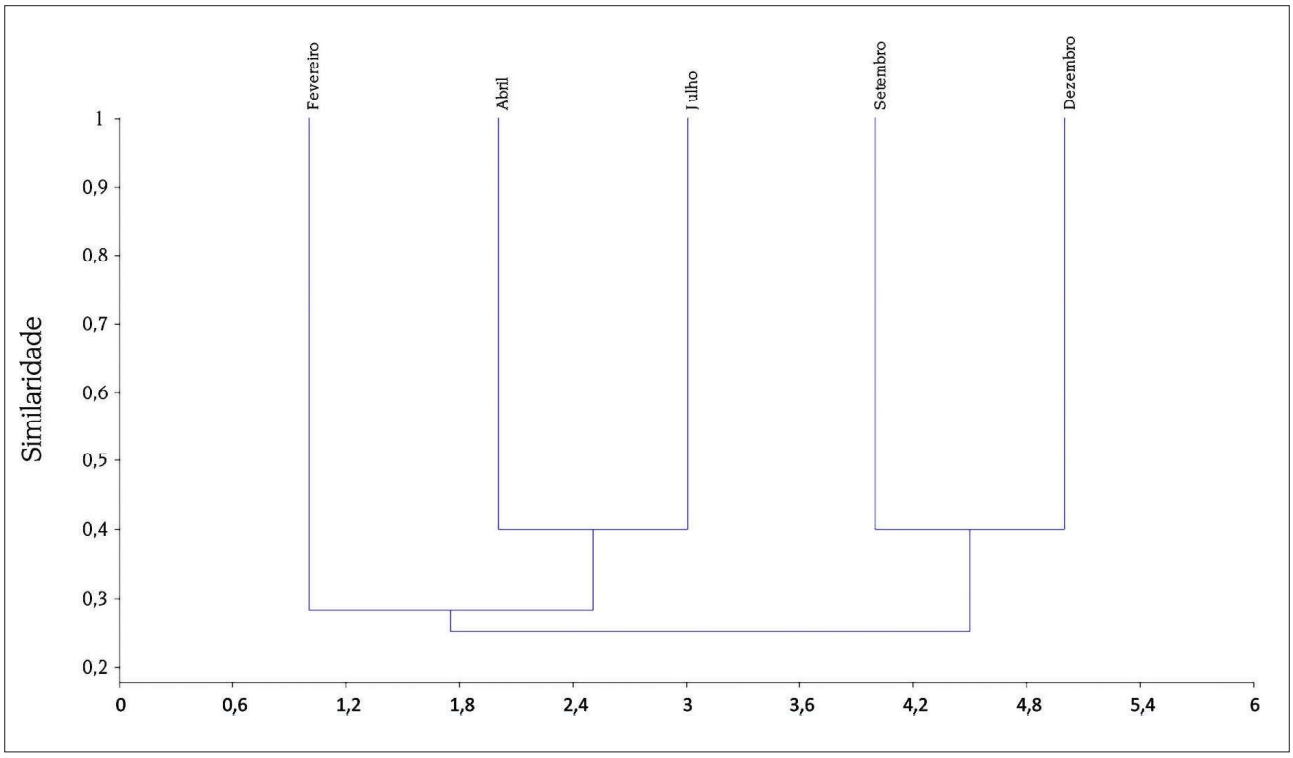


Figura 12. Dendrograma de similariedade de Jaccard, utilizando os dados de Culicidae obtidos nos cinco meses amostradas com armadilha luminosa CDC, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

O mês de setembro apresentou maior abundância (2.196); julho, foi o de maior diversidade (H'=0,38), enquanto que abril apresentou maior riqueza de espécies (E_D=21,3) e dezembro maior dominância (d= 0,93) (Tabela 15).

O número de exemplares coletados nas armadilhas CDC, no período de setembro/2005 a abril/2006, foi maior no mês de setembro, no intervalo entre 21 h a 00 h. No mês de fevereiro, dois picos de maior produtividade foram observados: o primeiro das 21 h e 00 h; e o segundo, das 3 h às 6 h (Figura 13).

Assim como o mês de fevereiro, dezembro também apresentou dois picos de maior produtividade, porém, o primeiro, no início das coletas no intervalo entre 18h e 21h; e o segundo, no de 00h às 03h.

Tabela 15. Abundância, diversidade, riqueza e dominância de espécies, de acordo com os meses de coleta de culicídeos com armadilha CDC, na Flona Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Meses	Abundância	Diversidade de Shannon-Wiener	Riqueza de Jackknife 1ª Ordem	Dominância de Berger-Parker
Jul/05	807	0,3800	16,0	0,8020
Set/05	2196	0,1432	19,5	0,9357
Dez/05	489	0,1341	13,3	0,9389
Fev/06	749	0,2598	12,3	0,8238
Abr/06	601	0,2823	21,6	0,8619

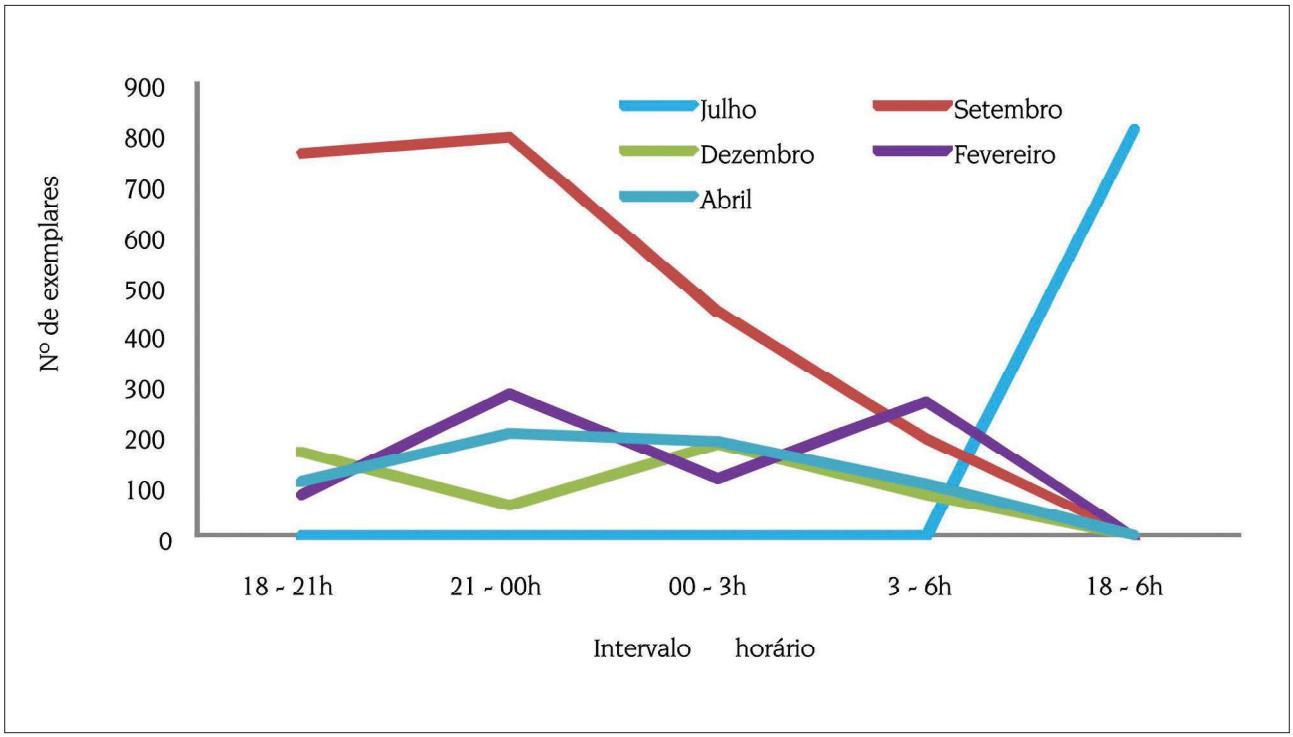


Figura 13. Número de exemplares de culicídeos coletados com armadilha do tipo CDC, por intervalo horário de captura, nos cinco meses estudados.

Em função da padronização para as coletas com CDC, em intervalos de 3 horas, terem ocorrido a partir do segundo período de coleta (setembro/05), no mês de julho, as capturas com o referido método ocorreram de forma sequenciada, das 18 às 6 h, o que justifica a não observação de picos de maior produtividade para este mês.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Torna-se difícil a comparação dos resultados das coletas destes trabalhos com aqueles obtidos na pesquisa-objeto deste livro, pois não há a abrangência de um longo período, durante o qual ocorreram várias reorganizações taxonômicas da família Culicidae, com a criação de novos gêneros e descrição de várias espécies (REINERT, 2005).

Da mesma forma, a diversidade das técnicas de coleta e do esforço amostral, nem sempre explicitados nos trabalhos, contribuem para a pouca comparabilidade destes diversos resultados.

Deve ser destacado, assim, no presente estudo, o grande tamanho amostral (n = 31770) superior ao da maioria dos estudos similares anteriormente realizados em localidades da bacia amazônica.

Em linhas gerais, podemos destacar os seguintes aspectos de importância no conjunto das amostras obtidas:

a) notou-se uma dominância numérica importante da espécie C*ulex portesi*, que se constituiu de 84,7% dos exemplares nas coletas com atrativos humanos, e 89,1% dos exemplares naquelas com armadilhas CDC;

b) dois picos populacionais conspícuos, para o conjunto das espécies, foram observados entre as cinco coletas, sendo o primeiro na estação seca (setembro); e o outro na chuvosa (fevereiro). Em setembro, 94% dos exemplares foram de C*ulex portesi*;em fevereiro, 78,7% eram desta espécie;

c) as espécies mais frequentemente encontradas nas capturas pelos capturadores humanos foram as seguintes:

C*ulex portesi*: 83,97 %

C*oquelettidia venezuelensis*: 3,25 %

H*aemagogu sjanthinomys*: 3,05 %

C*ulex spissipes*: 2,19 %

S*abethes chloropterus*: 0,98 %

Deve ser lembrado que duas destas espécies mais frequentes são reconhecidas como vetoras do vírus da febre amarela (H. *janthinomys* e S. *chloropterus*). As demais espécies ocorreram em níveis inferiores a 1% do total de exemplares capturados.

d) os exemplares capturados por meio de atrativos humanos representaram uma maior diversidade de espécies (n = 56, pertencentes a 15 gêneros), quando comparados com a utilização das armadilhas luminosas (27 espécies, distribuídas em 7 gêneros). Também a produtividade pelos capturadores humanos, relativamente ao esforço de captura dispendido, e medida em mosquito/hora, foi duas vezes maior, quando comparada com as armadilhas CDC.

e) as principais espécies capturadas com as armadilhas CDC, foram:

C*ulex portesi*: 89,1 %

C*oquilletidia venezuelensis*: 5,0 %

C*ulex spissipes*: 2,2 %

REFERÊNCIAS

CONSOLI, R. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz., 1994.

DEANE, L. M.; DAMASCENO, R. G.; AROUCK, R. Distribuição vertical de mosquitos em uma floresta dos arredores de Belém, Pará. **Folia Clinica et. Biol**., v. 20, p. 101-110, 1953.

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A.; VASCONCELOS, P. F. C.; GUERREIRO, S. C.; TRAVASSOS DA ROSA, J. F. S.; HERVÉ, J. P. Estimation du taux de survie, de La densité relative et du taux d'infection d'une population d' H*aemagogus janthinomys* Dyar (Diptera, Culicidae) ayant fourni dessouches de fièvre jauneen Amazonie brésilienne. **Bull. Soc. Path**, v. 84, p. 386-397, 1991.

FARAN, M. E.; LINTHICUM, K. J. A handbook of the Amazonian species of A*nopheles* (N*yssorhynchus*) (Diptera: Culicidae). **Mosquito Sys**, v. 13, p. 1-81, 1981.

FÉ, N. F.; BARBOSA M. G.; FÉ, F. A.; GUERRA, M. G.; ALECRIM, W. D**.** Fauna de Culicidae de municípios da zona rural do estado do Amazonas, com incidência de febre amarela. **Rev. Soc. Brasil Med. Trop**., v. 36, p. 343-348, 2003.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica**. São Paulo: EDUSP, 2002. 864 p.

FORATTINI. O. P. **Entomología médica**. v. 3. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1965. 416 p.

HERVÉ, J. P.; DÉGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A.; PINHEIRO, F. P.; SÁ FILHO, G. C. Arboviroses: aspectos ecológicos. In: **Instituto Evandro Chagas**: 50 anos de contribuição às ciências biológicas e à medicina tropical. v. 1. Belém: Fundação Serviços de Saúde Pública, 1986. p. 409-437.

HUTCHINGS, R. W. H. **Distribuição de Culicidae na várzea ao longo do rio Solimões/Amazonas**. Relatório Final. Manaus: CPEC/INPA, 2004.

JONES J. W.; TUREL M. J.; SARDELIS, M. R.; WATTS, D. M. Seasonal distribution, biology and human attraction patterns of Culicinae Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a forest near Puerto Almendras, Iquitos, Peru. **J. Med. Entomol**., v. 41, p. 349-360, 2004.

MASCARENHAS, B. M., CONFALONIERI, U. E. C.; PINTO, C. S.; VIEIRA, D. B. R.; GUIMARÃES, D. G. Distribuição vertical de L*utzomya* (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) em floresta de terra firme, na Floresta Nacional de Caxiuanã. In: LISBOA, P. B. L. (Org.). **Caxiuanã:** desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 421-429.

MONDET, B.; FREITAS, N. M.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A.; VASCONCELOS, P. F. C.; VIEIRA, C. M. A. Biologia dos culicídeos vetores da febre amarela. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 589-598.

PINTO, C. S.; CONFALONIERI, U. E. C.; MASCARENHAS, B. M. Ecology of H*aemagogussp* and S*abethessp* (Diptera:Culicidae) in relation to the microclimates of the Caxiuanã National Forest, Pará, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 104, p. 592-598, 2009.

ROBERTS, D. R.; HOCH A. L.; PETERSON, N. E.; PINHEIRO, F. P. Programa multidisciplinario de vigilancia de lasenfermedades infecciosas em zonas colidantes com lacarretera Transamazonica em Brasil IV. Estudio Entomológico. **Bol. OfinicaSanit. Panamer**., v. 91, p. 379-400, 1981.

ROCHA, J. A. M. **Os Mosquitos (Diptera: Culicidae) da Estação Científica Ferreira Penna – ECFPn, Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil**: ataque, sazonalidade e estratificação arbórea.1996. 129f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1996.

SOUTO, R. N. P. Inventário da Fauna Culicidiana (Díptera: Culicidae) nas ressacas do Curralinho e da Lagoa dos Índios. In: TAKIYAMA, L. R.; SILVA, A. Q. (Orgs.). **Diagnóstico das ressacas do estado do Amapá**: bacias do igarapé da Fortaleza e rio Curiaú. Macapá: CPAQ/IEPA; DGEO/SEMA, 2003. p. 63-72.

SOUTO, R. N. P. **Sazonalidade de Culicídeos (Diptera: Culicidae) e tentativa de isolamento de arbovírus em floresta e savana no estado do Amapá**. 1994. 90f. Dissertação (Mestrado). Museu Paraense Emílio Goeldi; Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 1994.

SOUTO, R. N. P; PIMENTEL, C. H. C. Culicideos (Díptera: Culicidae) da região dos lagos nos municípios de Amapá, Pracuúba e Tartarugalzinho. In: **Intervenção biológica das áreas do Sucuriju e região dos Lagos, no Amapá.** Relatório final PROBIO. Macapá: IEPA, 2008. p. 131-142.

EFICIÊNCIA DE TRÊS TIPOS DE ARMADILHAS NA CAPTURA DE MOSCAS MESEMBRINELÍNEAS (DIPTERA: CALLIPHORIDAE) NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Rafael Leandro Corrêa Gomes
José Roberto Pereira de Sousa
Fernando da Silva Carvalho-Filho
Maria Cristina Esposito

INTRODUÇÃO

A família Calliphoridae, cujos membros são conhecidos no Brasil como "moscas varejeiras", compreende cerca de 1.525 espécies, descritas em todas as regiões biogeográficas do mundo (PAPE et al., 2011). No entanto, somente 130 espécies já foram registradas para a região neotropical (CARVALHO; MELLO-PATIU, 2008). De acordo com Rognes (1997), a família pode ser parafilética ou mesmo polifilética. Algumas espécies de Calliphoridae são de importância médica e veterinária, e algumas são de interesse forense (GUIMARÃES et al., 2001; CARVALHO; MELLO-PATIU, 2008).

Na região neotropical ocorrem cinco subfamílias de Calliphoridae: Calliphorinae, Chrysomyiinae, Luciliinae, Melanomyinae e Mesembrinellinae (ROGNES, 1997). Apenas Mesembrinellinae é exclusivamente neotropical, ocorrendo do sul do México até o norte da Argentina, não havendo registros para as Antilhas (exceto Trinidad) e para o Chile (GUIMARÃES, 1977; PERIS; MARILUIS, 1984). Essas moscas utilizam matéria orgânica para sua reprodução e alimentação, desempenhando papel fundamental na decomposição de matéria orgânica morta (ERZINÇLIOGLU, 1996).

Mesembrinellinae possui cerca de 32 espécies descritas, às quais estão associadas a áreas de florestas úmidas, geralmente de baixa altitude (GUIMARÃES, 1977; BONATTO; MARINONI, 2005). Devido à associação destas espécies com ambientes de florestas primárias ou preservadas, elas são classificadas como assinantrópicas, ou seja, não ocorrem em ambientes alterados pelo homem (MELLO et al., 2007). Desta forma, estas moscas podem ser utilizadas como potenciais indicadores de ambientes florestais pouco alterados pelo homem (GADELHA et al., 2009).

Na Floresta Nacional de Caxiuanã, o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) foi empregado para inventariar vários grupos taxonômicos, entre eles os dípteros saprófagos, o qual inclui os mesembrinelíneos. O PPBio busca estabelecer protocolos padronizados para inventários biológicos de diversos grupos taxonômicos, a fim de possibilitar estudos comparativos entre os mesmos em diferentes biomas brasileiros (PPBio AMAZÔNIA ORIENTAL, 2011).

Considerando os diversos tipos de recursos que podem ser utilizados por estas moscas no interior da floresta, o objetivo deste trabalho foi de verificar a eficiência de três tipos de armadilhas, por meio de comparação dos padrões de abundância das subfamílias, das espécies e da razão sexual de moscas mesembrinelíneas, capturadas em uma área da floresta primária da Floresta Nacional de Caxiuanã, na Amazônia Central.

MATERIAL E MÉTODOS

A Floresta Nacional de Caxiuanã (Flona) localiza-se entre os municípios de Portel e Melgaço, no estado do Pará. A Flona apresenta uma área de aproximadamente 320.000 hectares, situada entre as coordenadas 01°37'S/51°19'W e 01°54'S/51°58'W e ao sul 02°15'S/51°15'W e 02°15'S/51°56'W.

Foram realizadas três coletas durante os meses de novembro e dezembro de 2006 e junho de 2007, na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), localizada na Floresta Nacional de Caxiuanã, utilizando o protocolo do PPBio (Programa de Pesquisa em Biodiversidade) para coleta de moscas. Faz parte do protocolo para as coletas o uso comum de uma grade de trilhas em forma de quadrado, com dimensão de 25 km², divididos em 30 parcelas (Figura 1).

Para a coleta dos Mesembrinellinae, foram utilizados três tipos de armadilhas específicas para captura de dípteros. Uma delas é a armadilha para coleta de moscas saprófagas, descrita por Almeida et al. (2003), contendo pulmão bovino em decomposição como isca (Figura 2a). A outra é a armadilha desenvolvida por Martins et al. (2008), para coleta de moscas da família Drosophilidae, contendo banana fermentada como isca (Figura 2b). A terceira armadilha utilizada foi do tipo M*cPhail*, descrita por Jacobson (1964), que contém melaço de cana como isca (Figura 2c). Um total de 18 armadilhas, sendo seis de cada tipo, foram colocadas em cada parcela, totalizando 540 armadilhas na grade (por coleta).

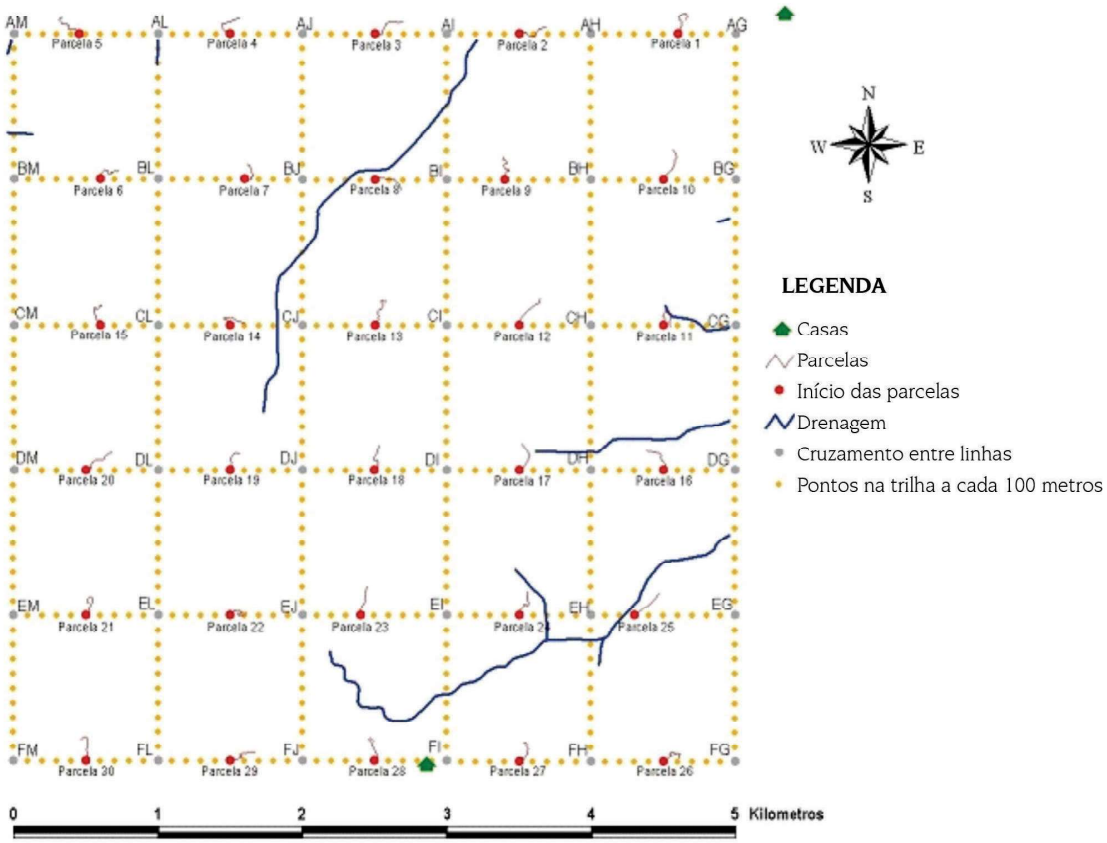


Figura 1. Grade de 25 km² do PPBio em Caxiuanã, PA. Fonte: PPBio Amazônia Oriental (2011), Protocolo 16: Topografia e Cartografia.

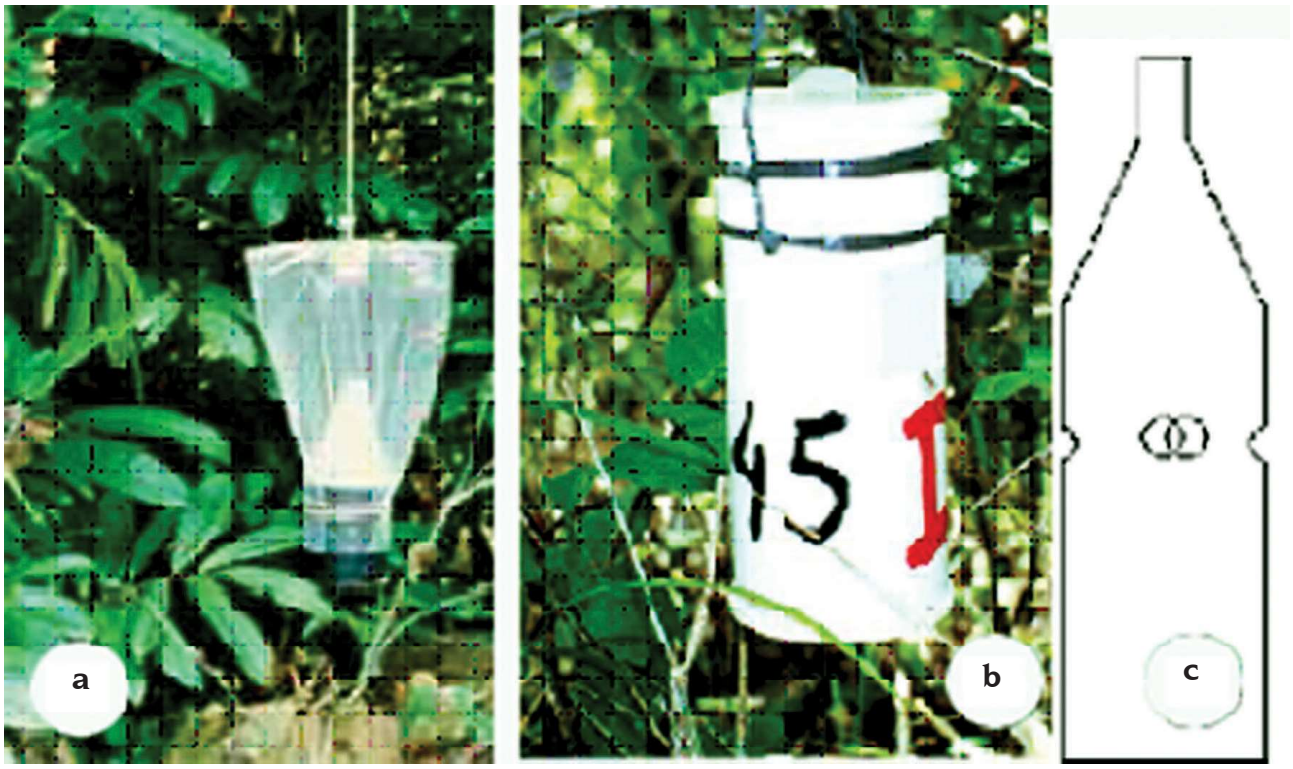


Figura 2a-c. Armadilhas utilizadas para coletas de dípteros mesembrinelíneos na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, PA: a. Descrita por Almeida et al. (2003), contendo pulmão bovino como isca; b. Descrita por Martins et al. (2008) contendo banana fermentada; c. Descrita por Jacobson (1964) (tipo McP*hail*), contendo melaço de cana. Fonte: PPBio Amazônia Oriental (2011).

Para a comparação entre os padrões de abundância da subfamília e das espécies mais representativas (acima de 500 indivíduos) entre os diferentes métodos de coleta, utilizou-se o teste paramétrico de Análise de Variância (ANOVA One-way). Para as comparações múltiplas *a posteriori*, utilizou-se o teste de Tukey. Para verificar possíveis diferenças entre a abundância de machos e fêmeas nos três tipos de armadilhas, utilizou-se o teste de Chi-quadrado. As análises foram feitas através do programa Statistica 7.1, com nível de significância de 5% (GOTELLI; ELLISON, 2004; STATSOFT, 2011).

RESULTADOS

Foram coletados 1.828 indivíduos de mesembrinelíneos, pertencentes a dois gêneros e cinco espécies: E*umesembriella randa* (WALKER, 1849), E*umesembrinella quadrilineata* (FABRICIUS, 1805), M*esembrinella bicolor* (Fabricius, 1805), M*esembrinella bellardiana* Aldrich, 1922 e M*esembrinella batesi* (Aldrich, 1922). A quantidade de fêmeas capturadas foi maior do que a de machos, para as cinco espécies (Tabela 1).

As mesmas cinco espécies foram coletadas nos três tipos de armadilhas. No entanto, as armadilhas contendo melaço de cana capturaram 1.232 indivíduos (67%), seguida pelas armadilhas contendo pulmão bovino, com 324 indivíduos (18 %) e armadilhas contendo banana, com 272 indivíduos (15 %).

Tabela 1. Composição e abundância das espécies da subfamília Mesembrinellinae, e número de machos e fêmeas coletados na grade do PPBio, Caxiuanã (PA), em 2006 e 2007. Abund. = abundância absoluta, número total de indivíduos; Abund. % = abundância relativa.

Espécies	Abund.	Abund. (%)	Machos	Fêmeas
Eumesembrinella randa	766	42%	210	556
Eumesembrinella quadrilineata	695	38%	256	439
Mesembrinella bicolor	155	9%	48	107
Mesembrinella bellardiana	148	8%	32	116
Mesembrinella batesi	64	3%	15	49
Total	1.828	100%	561	1.267

As armadilhas contendo melaço e pulmão capturaram mais fêmeas (878 e 271, respectivamente) do que machos (354 e 53, respectivamente). Em contraposição, as armadilhas com isca de banana capturaram mais machos do que fêmeas (154 machos e 118 fêmeas) (Figura 3).

A abundância de fêmeas coletadas pelas armadilhas contendo melaço e pulmão foi significativamente maior do que a de machos (X^2=31,4878, p=0 e X^2=51,3175, p=0, respectivamente). Nas armadilhas de banana fermentada, a abundância de machos foi maior do que a de fêmeas (X^2=22,8735, p=0).

Em relação aos padrões de abundância das espécies mais representativas, E. *randa* foi a mais abundante nas armadilhas de melaço e nas de pulmão bovino, com 573 e 103 indivíduos, respectivamente. A segunda espécie mais abundante nas armadilhas de pulmão e melaço foi E. *quadrilineata* (91 e 448 indivíduos, respectivamente). No entanto, a espécie mais numerosa na armadilha de banana foi E. *quadrilineata*, com 156 indivíduos, seguida de E. *randa*, com 90 espécimes (Figura 4).

Os três tipos de armadilhas apresentaram diferenças significativas em termos da abundância total da subfamília Mesembrinellinae (F = 28,7291; GL = 2; N = 90; p = 0). Nas comparações *a posteriori*, as armadilhas com melaço de cana apresentaram diferenças significativas entre as armadilhas com iscas de pulmão bovino (p = 0,0001), e as de banana (p = 0,0001) (Tabela 2).

Os padrões de abundância das espécies mais representativas também apresentaram diferenças significativas em relação aos três métodos de coleta: E. *randa* (F=35,5514; GL=2; N=90; p=0) e E. *quadrilineata* (F=18,0333; GL=2; N=90; p=0). Para estas duas espécies, as comparações *a posteriori* mostraram que as armadilhas contendo melaço diferiram das contendo pulmão bovino, e também daquelas com banana fermentada (Tabela 2).

DISCUSSÃO

As cinco espécies coletadas na grade do PPBio, em Caxiuanã, foram as mesmas registradas no trabalho de Esposito e Linhares (2002), também realizado na Floresta Nacional de Caxiuanã; e por Sousa et al. (2010), em Porto Urucu, Coari (AM), sendo que ambos utilizaram apenas as armadilhas com isca de pulmão bovino. Nos trabalhos de Bonatto (2001) e Esposito (1999) foram registradas oito espécies de mesembrinelíneos para o estado do Pará. Destas, três espécies não foram coletadas no presente estudo, sendo elas: *Mesembrinella currani* Guimarães, 1977, *Eumesembrinella benoisti* (Séguy, 1925) e *Eumesembrinella cyaneicincta* (Surcouf, 1919).

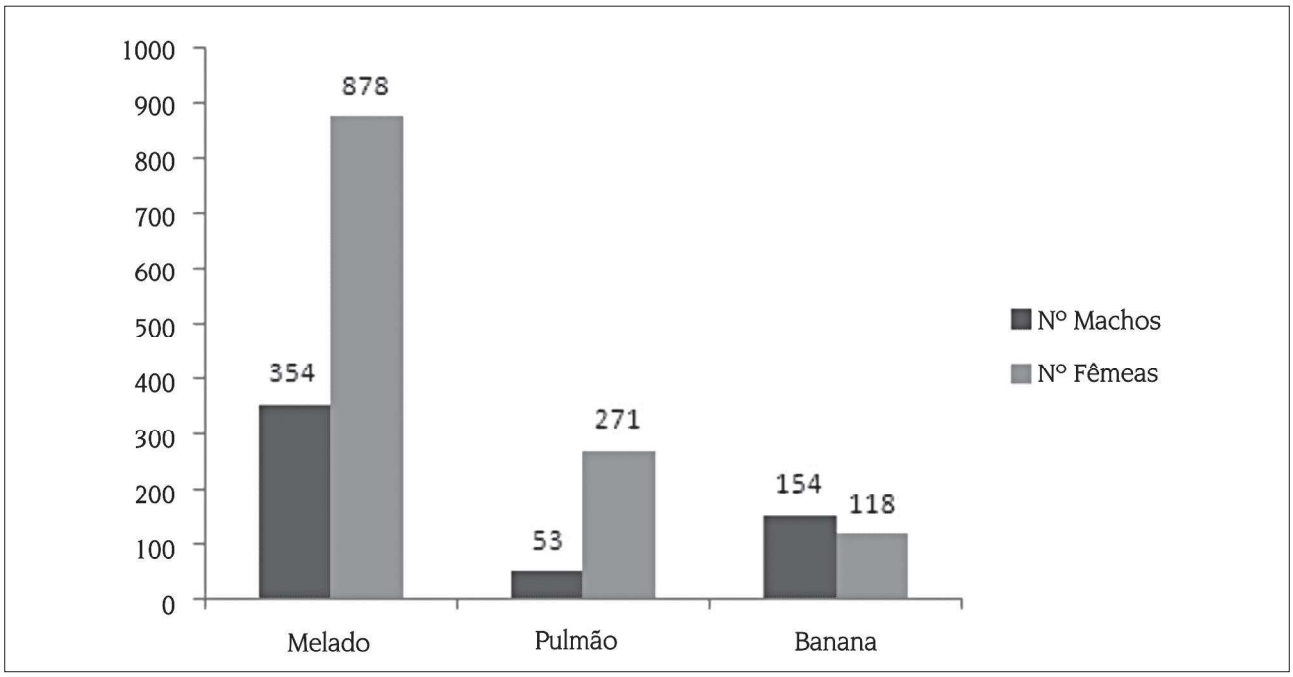


Figura 3. Abundância (número de indivíduos) de machos e fêmeas da subfamília Mesembrinellinae, coletados nos três tipos de armadilhas expostas na grade do PPBio, Caxiuanã (PA), em 2006 e 2007.

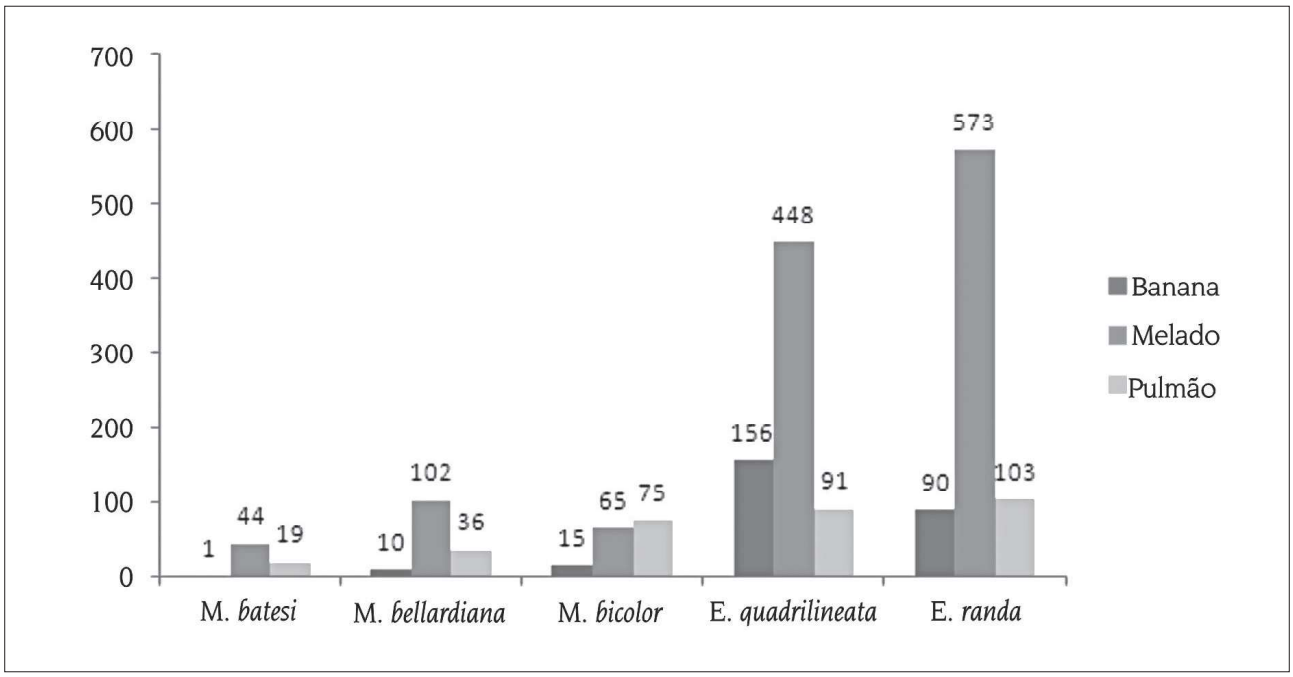


Figura 4. Abundância (número de indivíduos) das espécies coletadas em cada tipo de armadilha utilizadas na grade do PPBio, Caxiuanã (PA), em 2006 e 2007. Eixo y = número de indivíduos; Eixo x = espécies de mesembrinelíneos.

Tabela 2. Resultados dos testes de Análise de Variância (ANOVA One-way) e das comparações múltiplas (teste de Tukey), quanto à abundância da subfamília Mesembrinellinae e das espécies E. *randa*, E. *quadrilineata* coletadas nos três tipos de armadilhas utilizadas na grade do PPBio, Caxiuanã (PA), em 2006 e 2007.

	F	N	GL	ANOVA (p)	*a Posteriori* (Tukey)	Valor (p)
Mesembrinellinae	28,7291	90	2	p=0	MEL – BAN	p=0,0001
					BAN – PUL	p=0,1837
					MEL – PUL	p=0,0001
E*umesembrinella randa*	35,5514	90	2	p=0	MEL – BAN	p=0,0001
					BAN – PUL	p=0,5410
					MEL – PUL	p=0,0001
E*umesembrinella quadrilineata*	18,0333	90	2	p=0	MEL – BAN	p=0,0002
					BAN – PUL	p=0,2366
					MEL – PUL	p=0,0001

As espécies E. *randa* e E. *quadrilineata*, as mais abundantes na grade do PPBio, também foram as mais numerosas no trabalho de Esposito e Linhares (2002), na Estação Científica Ferreira Penna; e Sousa et al. (2010), em Porto Urucu, Coari (AM). No trabalho de Ferraz et al. (2009), na Reserva Biológica de Tinguá, E. *randa* e E. *quadrilineata* estão entre as espécies menos coletadas de Mesembrinellinae, sendo que as espécies predominantes foram L*aneela nigripes* Guimarães 1977 e M. *bellardiana*. A espécie L. *nigripes* ainda não foi registrada para a região amazônica (GUIMARÃES, 1977).

O fato de terem sido verificadas diferenças significativas entre os padrões de abundância total da subfamília Mesembrinellinae e para as espécies E. *randa* e E. *quadrilineata*, nas três armadilhas utilizadas, deve-se à variedade estrutural (aspecto visual) das armadilhas e, principalmente, aos diferentes tipos de iscas, o que deve lhes conferir diferentes escalas de atratividade para as moscas mesembrinelíneas.

As armadilhas do tipo M*cPhail* (contendo melaço) têm sido bastante utilizadas no estudo de moscas-da-fruta (Diptera, Tephritidae), no entanto, são úteis na captura de outras famílias de dípteros, como Lonchaeidae e Ropalomeridae (STEYSKAL, 1977; MARQUES et al., 2004). Neste estudo, foi verificado que este tipo de armadilha é bastante eficiente também na coleta de moscas da subfamília Mesembrinellinae, já que estas moscas foram mais abundantes neste tipo de armadilha do que nas armadilhas contendo matéria animal (pulmão bovino) em decomposição, que é o tipo de isca mais empregado para a coleta, de maneira geral (FERRAZ et al., 2009; SOUSA et al., 2010).

Tanto as armadilhas contendo pulmão, quanto as que continham melaço coletaram mais fêmeas do que machos. A predominância de fêmeas em relação a machos coletados por meio de armadilhas contendo iscas proteicas, foi verificada efetivamente nos trabalhos de Esposito (1999), Esposito e Linhares (2002) e Sousa et al. (2010). O fato tem sido explicado pela necessidade de obtenção de proteínas pelas fêmeas, para o desenvolvimento dos ovócitos, e também pela procura de substratos para oviposição (AVANCINI; PRADO, 1986; AVANCINI; LINHARES, 1988). Pouco se sabe sobre a biologia das larvas de Mesembrinellinae, no entanto, as larvas de L. *nigripes* foram criadas em matéria orgânica animal em decomposição (peixe) (LOPES, 1973). Porém, foi registrado o predomínio de fêmeas também nas armadilhas de melaço, o que não ocorreu nas armadilhas contendo banana, que capturaram mais machos do que fêmeas. Substâncias contendo alto teor de carboidratos parecem ser atrativas para os Mesembrinellinae, já que contribuem para o armazenamento das reservas energéticas, como registrado previamente para a espécie M*esembrinella*

bicolor, a qual foi um dos insetos mais abundantes em goma exsudada da árvore *Terminalia argentea* Mart & Zucc, que também é rica em carboidratos (BOFF et al., 2008).

O sistema de padronização do PPBio e os métodos utilizados mostraram-se eficientes para a amostragem deste táxon e fornecerão informações de grande qualidade sobre a fauna dos dípteros mesembrinelíneos da região amazônica, e para estudos e comparações futuras a respeito desta fauna nos diferentes biomas brasileiros.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à equipe de coletas do PPBio, coordenada pelo Dr. Hermes Fonseca Medeiros e composta por: Msc. Ivaneide da Silva Furtado, Msc. Rosangela Barreto Amador e Márcio Mendonça.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Ribeirão Preto: Editora, 1998. p. 1-78.

AVANCINI, R. M. P.; LINHARES, A. X. Seletive attractiveness of rodent-baited traps for female blow flies**. Med. Vet. Entomol**., v. 2, p. 73-76, 1988.

AVANCINI, R. M. P.; PRADO. A. P. Oogenesis in *Chrysomya putoria* (Diptera, Calliphoridae). **J. of Insect Morphol. Embryol**., v. 15, p. 75-84, 1986.

BOFF, S.; GRACIOLLI, G.; BOARETTO, A. G.; MARQUES, M. R. Insetos visitantes de gomas exsudadas por *Terminalia argentea* Mart & Zucc (Combretaceae). **Rev. Bras. Entomol**., v. 52, p. 477-479, 2008.

BONATTO, S. R. **Revisão e análise cladística de Mesembrinellidae stat. nov. (Diptera, Oestroidea)**. 2001. 162f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná-UFPR, 2001.

BONATTO, S. R.; MARINONI, L. Gêneros e espécies novos de Mesembrinellinae (Diptera, Calliphoridae) da Costa Rica e Venezuela. **Rev. Bras. Entomol**., v. 22, p. 883-890, 2005.

CARVALHO, C. J. B.; MELLO-PATIU, C. A. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. **Rev. Bras. Entomol**., v. 52, p. 390-406, 2008.

ERZINÇLIOGLU, Z. **Blowflies**. Naturalist's Handbooks. Great Britain: The Richmond Publishing, 1996. p. 1-71.

ESPOSITO, M. C**. A fauna de moscas varejeiras (Diptera, Calliphoridae) da Amazônia e sua ecologia na região de Caxiuanã e cidade de Porte/PA**. 1999. 134f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1999.

ESPOSITO, M. C.; LINHARES, A. X. Califorídeos e outros muscóides da Estação Científica Ferreira Penna. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 579-585.

FERRAZ, A. C. P.; GADELHA, B. Q.; AGUIAR-COELHO, V. M. Análise faunística de Calliphoridae (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Rev. Bras. Entomol.**, v. 53, p. 620-628, 2009.

GADELHA, B. Q.; FERRAZ, A. C. P.; COELHO, V. M. A. A importância dos mesembrinelíneos (diptera: calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. **Oecol. Brasiliensis**, v. 13, p.661-665, 2009.

GOTELLI, N., J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. [s.l.]: Artmed, 2004. 528 p.

GUIMARÃES, J. H. A Systematic revision of the Mesembrinellidae, stat. Nov. (Diptera, Cyclorrafa). **Arq. Zool**., São Paulo, v. 29, p. 1-109, 1977.

GUIMARÃES, J. H.; TUCCI, E. C.; BARROS-BATTESTI, D. M. **Ectoparasitas de importância veterinária**. São Paulo: Plêiade; FAPESPA, 2001. p. 1-218.

JACOBSON, M. Insect attractants. **Sci. Am**., v. 211, p. 20-27, 1964.

LOPES, H. S. Collecting and rearing Sarcophagid flies (Diptera) in Brazil during forty years. **An. Acad. Brasil. Cienc**., v. 45, p. 279-291, 1973.

MARTINS, M. B.; BITTENCOURT, R. N; PENNA, J. A. N. Traps adapted to drosophilid collections in tropical rain forest. **Dros. Inf. Serv**., v. 91, p. 147-148, 2008.

MARQUES, A. P. C.; ALE-ROCHA, R.; RONCHI-TELES, B. Flutuação Populacional de *Willistoniella* Mik e *Ropalomera* Wiedemann (Diptera: Ropalomeridae) na Amazônia central. **Neotrop. Entomol**., v. 33, p. 661-664, 2004.

MELLO, R. S.; QUEIROZ, M. M. C.; AGUIAR-COELHO, V. M. Population fluctuations of calliphorid species (Diptera, Calliphoridae) in the Biological Reserve of Tinguá, state of Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia**, v. 97, p. 1-5, 2007.

PAPE, T.; BLAGODEROV, V.; MOSTOVSKI, M.B. Order Diptera Linnaeus.1758. In: ZHANG, Z. (Ed.). Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. **Zootaxa**, v. 3148, p. 222-229, 2011.

PERIS, S. V.; MARILUIS, J. C. Notas sobre Mesembrinellidae. **Eos**, v. 60, p. 251-265, 1984.

PPBIO AMAZÔNIA ORIENTAL. Disponível em: <http://marte.museu-goeldi.br/ppbio/ppbio15/>. Acesso em: 27 abr. 2011.

ROGNES K. The Calliphoridae (Blowflies) (Diptera: Oestroidea) are not a monophyletic group. **Cladistics**, v. 13, p. 27-66, 1997.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C.; CARVALHO-FILHO, F. S. A fauna de califorídeos (Diptera) das matas e clareiras com diferentes coberturas vegetais da Base de Extração Petrolífera, bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. **Rev. Bras. Entomol.**, v. 54, p. 270-276, 2010.

STATSOFT – COMPANY INFORMATION. Disponível em: <http://www.statsoft.com/company>. Acesso em: 7 out. 2011.

STEYSKAL, G. C. History and use of the McPhail Trap. **Fla. Entomol**., v. 60, p. 11-16, 1977.

INVENTÁRIO BIOLÓGICO: RIQUEZA, BIODIVERSIDADE LOCAL E REGIONAL DE DROSOPHILIDAE (DIPTERA) FRUGÍVOROS

Catarina de L. B. Praxedes
Marlúcia Bonifácio Martins

INTRODUÇÃO

Inventariar a fauna de insetos existente em uma determinada porção de um ecossistema é o primeiro passo para sua conservação e uso racional. Qualquer projeto voltado à conservação ou ao uso sustentável exige um mínimo de entendimento da sistemática dos organismos e ecologia dos ecossistemas. Sem o conhecimento sobre quais grupos taxonômicos ocorrem nesse local e sobre quantas espécies podem ser encontradas nele, é impossível desenvolver qualquer estratégia de preservação (PEARSON, 1994; SANTOS, 2003).

O conhecimento atual sobre a diversidade de insetos ainda é escasso e estima-se que grande parte das espécies amazônicas ainda não foi descrita devido, principalmente, à alta diversidade de organismos que habitam ambientes ainda não estudados (PERRY, 1991). O crescimento acelerado da população mundial e o atual sistema de apropriação de recursos naturais, sobretudo na Amazônia, desencadeiam impactos ambientais, restringindo cada vez mais as áreas de floresta, com a destruição dos habitats. A introdução de espécies exóticas que, por serem, muitas vezes, mais tolerantes que as espécies nativas, adquirem vantagem competitiva nas relações interespecíficas, em se tratando do uso do habitat, o que aumenta a probabilidade de extinção das espécies nativas mais sensíveis a estas mudanças (LAURENCE; BIRREGAARD, 1997; MARTINS, 2001).

A fragmentação de áreas de mata causa um declínio na riqueza de espécies e facilita a introdução e expansão de espécies invasoras que antes não ocorriam nessas áreas, como é o caso de D*rosophila malerkotliana* (PARSHAD; PAIKA, 1964). Martins (2001) observou, em estudos com guildas de Drosophilidae, uma abundância de 57 % de D. *malerkotliana* entre os drosofilídeos coletados em uma região de floresta alterada, após três anos de fragmentação, em comparação com valores em torno de 2 % encontrados em florestas pristinas, ao longo de 10 anos após a invasão.

Diante deste cenário, torna-se necessário desenvolver estratégias de inventário e monitoramento da diversidade biológica, com o intuito de mensurar e entender os processos que a mantém (CODDINGTON et al., 1991). No entanto, para acessar essa diversidade, é essencial que os inventários biológicos sejam padronizados, com registro rigoroso do esforço amostral e uso de protocolos capazes de conter informações ecológicas sobre o habitat e estimarem a riqueza de espécies. Este tipo de abordagem, só recentemente utilizada, permite que o inventário produza mais informações do que simples listas de espécies, promovendo a elaboração de análises dos padrões de diversidade e de estimativas de riqueza, além de permitir a comparação entre áreas (CODDINGTON et al., 1991).

Para inventariar e monitorar adequadamente a diversidade é importante a escolha de táxons que reflitam a diversidade total ou pelo menos uma parte de seus componentes, a partir da sua diversidade local, na

tentativa de construir uma visão geral sobre a biota (DI CASTRI et al., 1992; PEARSON, 1994). Para tal, deve-se levar em conta grupos indicadores de biodiversidade e de qualidade do ambiente, que sejam diversos trófica, ecológica e taxonomicamente. As espécies da família Drosophilidae apresentam-se como modelos adequados, dada a sua diversidade taxonômica de hábitos e habitat, sendo consideradas como um dos grupos de insetos mais interessantes para estudos de diversidade e de conservação (PARSONS; STANLEY, 1981).

Estudos de drosofilídeos no território brasileiro têm encontrado entre 20 a 40 espécies por sítio de coleta (PAVAN, 1959; GLADIS; VALENTE, 1985; TIDON-SCKLORZ et al., 1994; VILELA; MORI, 1999). Em seus estudos no estado de São Paulo, Medeiros e Klaczko (2004) estudaram a composição e a abundância de espécies de D*rosophila* encontradas em três tipos de remanescentes florestais, utilizando amostragens padronizadas ao longo de dois anos de coleta. Nesse estudo foram detectadas 125 espécies e, destas, 72 (57,6 %) foram determinadas, sendo que 13 ainda não tinham sido registradas em trabalhos anteriores no estado de São Paulo. As outras 52 espécies não identificadas provavelmente ainda não haviam sido descritas.

Apesar do grande volume de informações acumuladas para os diversos grupos de Drosophilidae e dos importantes avanços obtidos na ecologia destes insetos (SHORROCKS; CHARLESWORTH, 1980), anteriormente nunca havia sido feito um inventário sistemático de espécies de drosofilídeos da Amazônia brasileira, para embasar estimativas consistentes da diversidade local e regional do grupo. Além disto, os inventários realizados no Brasil foram realizados, na sua maioria, sem o uso de uma padronização amostral, o que dificultou a comparação entre os diferentes estudos. O presente estudo pode ser considerado o primeiro trabalho de inventário de drosofilídeos em uma região de floresta amazônica pristina, com a utilização de um protocolo de coleta e identificação padronizado, de modo a subsidiar estimativas consistentes sobre a diversidade. Além disso, os resultados podem proporcionar base para o entendimento da estrutura da comunidade de drosofilídeos frugívoros, fornecendo dados comparáveis a outros estudos que utilizem protocolos semelhantes.

METODOLOGIA

A Floresta Nacional de Caxiuanã foi escolhida como área de estudo devido ao estado de conservação da biota, com baixo nível de alteração antrópica, proporcionado pela sua criação na década de 1960, quando a política de conservação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal/IBDF (atual IBAMA) restringiu a permanência de populações humanas nas áreas protegidas (SMITH, 2002).

Este estudo foi desenvolvido em seis sítios constituídos por floresta densa ombrófila de terra firme, com manchas de igapó nos interflúvios dos igarapés formadores da bacia de Caxiuanã: Retiro (1°46'58"S; 051°35'35"W), Araruá (1°45'15"S; 51°31'25"W), Tijucaquara (1°44'05"S; 51°30'39"W), Puraquequara (1°44'06"S; 51°29´19"W), Curuá (1°42'20"S; 51°27'36"W) e Curuazinho (1°43'32" S; 51°25'51"W) (Figura 1). Foram realizadas duas expedições, sendo uma em novembro de 2003, e outra em abril de 2004, totalizando 360 amostras, obtidas através da exposição de armadilhas específicas para coleta de drosofilídeos frugívoros, com 100 gramas de isca de banana fermentada naturalmente (MARTINS et al., 2008). Estas armadilhas foram dispostas em doze transectos, dois em cada sítio de coleta. Os transectos estenderam-se por 1.000 m, dispostos paralelamente e distanciados 1.000 m entre si, num mesmo sítio. A distância entre os sítios amostrados variou de 2 a 20 km. Cada armadilha ficou exposta por três dias, a uma distância de 1,30 m do solo, em cada um dos pontos amostrados.

As drosófilas foram levadas ao laboratório da Estação Científica para triagem. As estimativas de riqueza e diversidade foram calculadas com base nos machos identificados. Um levantamento complementar na coleção de invertebrados do MPEG foi feito, no intuito de estabelecer a riqueza total acumulada para a região da Flona Caxiuanã.

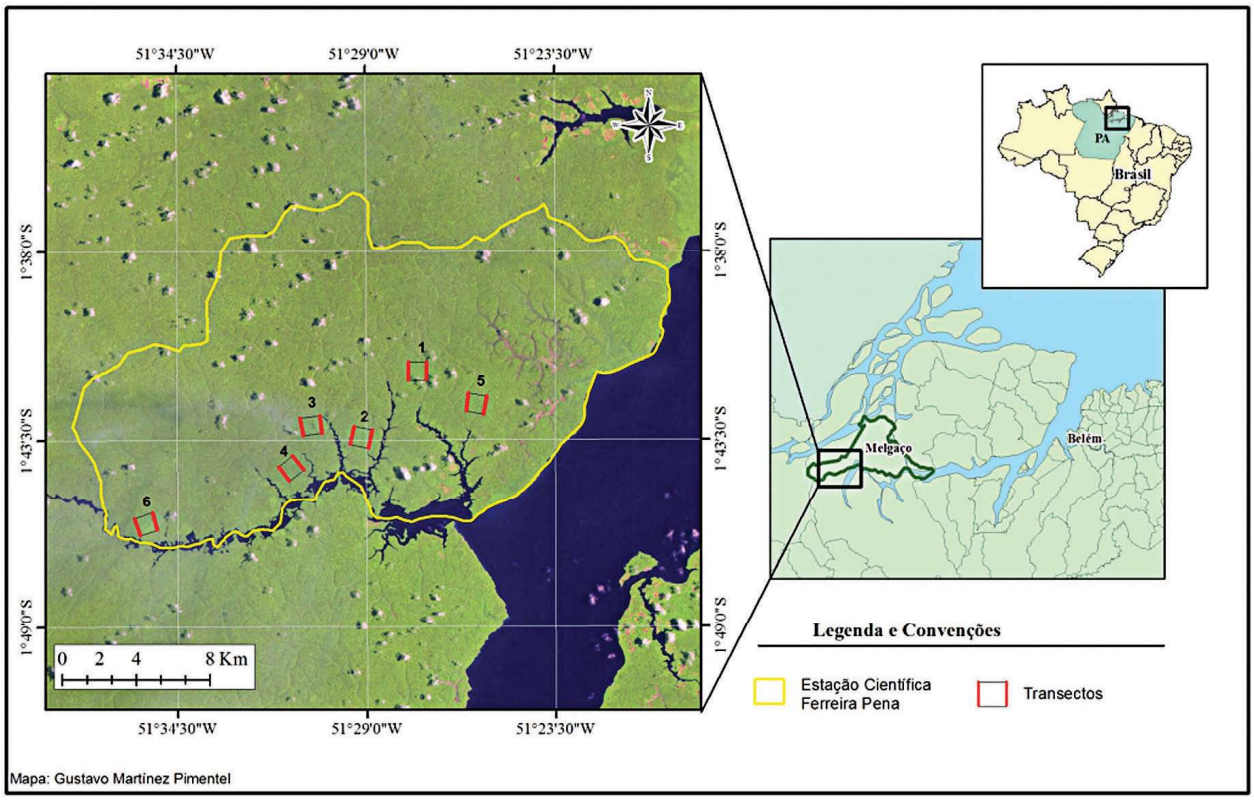


Figura 1. Localização dos transectos nos sítios de coleta (em vermelho), na área da estação Cientifica Ferreira Penna (delimitada em amarelo); dentro do município de Melgaço (delimitado em verde) 1: Curuá; 2: Puraquequara; 3: Tijucaquara; 4: Araruá; 5: Retiro e 6: Curuazinho.

RESULTADOS

Caracterização da comunidade de Drosophilidae da Flona Caxiuanã

Os dados da coleção científica do Museu Paraense Emílio Goeldi, englobando coletas da fauna de Drosophilidae realizadas na área de Caxiuanã, em todas as guildas de drosofilídeos e com vários métodos de captura já acumularam, até o momento, 99 espécies. Destas, 57 foram determinadas[1].

[1] Relatório do Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010.

O esforço amostral empreendido no protocolo adotado, resultou na coleta de 4.320 indivíduos de Drosophilidae, pertencentes a 35 táxons, distribuídos em 31 espécies determinadas e três morfoespécies de dois subgêneros de D*rosophila*: S*ophophora* e D*rosophila*, e uma morfoespécie representante do gênero N*eotanygastrella* (Tabela 1).

Tabela 1. Lista das espécies e códigos das morfoespécies encontradas nos sítios de coleta e depositadas na coleção cientifica do MPEG. O número entre parênteses corresponde à referência bibliográfica usada para a identificação.

Gênero	Subgênero	Grupo	Espécies
D*rosophila*	S*ophophora*	D*rosophila* willistoni	D. *willistoni* Sturtevant, 1916; (9)
			D. *paulistorum* Dobzhansky & Pavan, em Burla et al., 1949 (11, 9)
			D. *tropicalis* Burla &Cunha, 1949 (11, 9)
			D. *equinoxialis* Dobzhansky, 1946 (11, 9)
			D. *fumipennis* Duda, 1925 (9)
			D. *nebulosa* Sturtevant, 1916 (9)
		D*rosophila* melanogaster	D. *melanogaster* Meigen, 1830 (1, 3)
			D. *kikkawai* Burla, 1954 (1)
			D. *ananassae* Doleschall, 1858 (1, 8)
			D. *malerkotliana* Parshad and Paika, 1964 (1)
			D. *simulans* Sturtevant, 1919 (1, 3)
		D*rosophila* saltans	D. *sturtevanti* Duda, 1927 (5, 7)
			D. *dacunhai* Mourão & Bicudo, 1967 (10)
			D. *milleri* Magalhães, 1962 (5)
			D. *pseudosaltans* Magalhães, 1956 (6, 5,7)
			D. *prosaltans* Duda, 1927 (5, 7)
			D. *neocordata* Magalhães, 1956 (5, 6, 7)
			D. *saltans* Sturtevant, 1916 (5)
			D. *austrosaltans* Spassky, 1957 (5, 7)
			D. *subsaltans* Magalhães, 1956 (5, 6)
			D. *parasaltans* Magalhães, 1956 (5, 6)
			D. *neoelliptica* Pavan & Magalhães em Pavan, 1950 (5, 7)
			D. *magalhaesi* Mourão & Bicudo, 1967 (10)
			D. aff. *septentriosaltans* Magalhães & Buck, em Magalhães, 1962 (5)
	D*rosophila*	D*rosophila* cardini	D. *parthenogenetica* Stalker, 1953 (4)
			D. *neomorpha* Heed & Wheeler, 1957 (4)
			D*rosophila* sp2. Código C04020
		D*rosophila* repleta	D. *fulvimacula* Patterson & Mainland, 1944 (12)
			D*rosophila* sp1 código C04017
			D*rosophila* sp3 código C04021
		D*rosophila* tripunctata	D. *mediocris* Frota-Pessoa, 1954 (2)
			D. *medioimpressa* Frota-Pessoa, 1954 (2, 14)
			D. *mediopicta* Frota-Pessoa, 1954 (2, 14)
		D*rosophila* canalinea	D. indet. sp. d Vilela & Bächli,1990 (13)
N*eotanygastrella*			N*eotanygastrella* sp1 CO 4023 (15)

Onde: (1) Bock & Wheeler, 1972; (2) Frota-Pessoa, 1954; (3) Gallo, 1973; (4) Identificada por Dra. Daniela De Toni; (5) Magalhães, 1962; (6) Magalhães, 1956; (7) Magalhaes & Bjornberg, 1957; (8) Malogolowkin, 1948 ; (9) Malogolowkin, 1952 (10) Mourão & Bicudo b, 1967; (11) Spassky, 1957; (12) Vilela, 1983; (13) Vilela & Bächli, 1990; (14) Vilela, 1992; (15) Frota-Pessoa & Wheeler, 1951.

O padrão geral de abundância das espécies segue a distribuição série – logarítmica ($\chi^2_{(2)} = 3,36$; $P<0,20$; $\chi^2_{0,05;\,2\,gl} = 5,99$), o que caracteriza poucas espécies muito abundantes e muitas espécies raras. O mesmo foi observado para os sítios separadamente, com exceção do Araruá ($\chi^2_{(2)} = 11,15$; $p<0,01$; $^2_{0,05;\,2\,gl} = 5,99$).

O sítio Curuá apresentou maior riqueza observada: 24 das 35 espécies coletadas, seguido pelos sítios Curuazinho e Retiro, com 21 espécies cada. No sítio Retiro houve um incremento de mais três espécies, D*rosophila medioimpressa*, D. *mediopicta* e D. *neoelliptica*, as quais apareceram somente neste sítio. O sítio Araruá apresentou 18 espécies, entre elas do gênero N*eotanygastrella* (C04023), representado por apenas um indivíduo. Este sítio apresentou maior número de espécies compartilhadas com o sítio Retiro, onde se registrou o menor número (15) de espécies.

No sítio Tijucaquara ocorreram 19 espécies, com uma exclusiva do sítio, D. *indet*. sp dVilela & Bächli, 1990 (grupo D*rosophila* **canalinea)**. O sítio Puraquequara apresentou uma riqueza observada de 18 espécies, com acréscimo de D. *simulans* e D*rosophila* sp. 1 (C04017, grupo D*rosophila* **repleta)** ao conjunto de drosofilídeos.

As curvas de distribuição de abundância de cada um dos sítios estão apresentadas na Figura 2. Considerando-se o total de indivíduos coletados, sete espécies concentraram 95 % das capturas: D*rosophila willistoni* (34,0 %), D. *paulistorum* (21,9 %), D. *sturtevanti* (18,7 %), D. *tropicalis* (11,4 %), D. *equinoxialis* (6,4 %), D. *neomorpha* (1,3 %) e D. *dacunhai* (1,0 %). Somados, os indivíduos do subgrupo de D. *willistoni*, (D. *willistoni*, D. *paulistorum*, D. *equinoxialis* e D. *tropicalis*) representaram 60-84 % das capturas nos sítios, o que o define como dominante (Tabela 2).

Tabela 2. Abundância relativa das espécies constituintes do percentil 95% nos sítios amostrados, e para o total dos indivíduos encontrados na área.

Espécies	ARA	CRZ	CUR	PUR	RET	TIJ	Total
D. *ananassae*		1,5	0,8				
D. *dacunhai*	1,2	0,8		2,2	0,7		1,0
D. *equinoxialis*	7,9	3,2	6,4	9,3	6,9	3,7	6,4
D. *magalhaesi*		1,2					
D. *malerkotliana*			0,9				
D. *neocordata*					1,3		
D. *neomorpha*		2,2	1,0			3,0	1,3
D. *paulistorum*	23,2	18,4	24,5	24,4	24,2	15,9	21,9
D. *sturtevanti*	10,5	24,8	20,3	12,9	10,9	32,8	18,7
D. *tropicalis*	10,6	12,0	10,9	14,6	12,0	8,8	11,4
D. *willistoni*	42,4	30,9	29,8	31,3	38,7	31,3	34,0

Onde: ARA = Arauá; CUR = Curuá; CRZ = Curuazinho; PUR = Puraquequara; RET = Retiro; TIJ = Tijucaquara.

Análise do inventário de Drosophilidae na Flona Caxiuanã

D*rosophila willistoni* foi a mais abundante em quase todos os sítios (29,8-42,4%), enquanto que D. *paulistorum* foi a segunda espécie mais capturada em quatro sítios (15,9-24,5 %), à exceção de Tijucaquara e Curuazinho, onde D. *sturtevanti* tomou a primeira e segunda posições, respectivamente. Trinta e uma espécies restantes apresentaram abundância menor que 2 %, e as ordens de abundância entre elas variaram entre os sítios (Tabela 2).

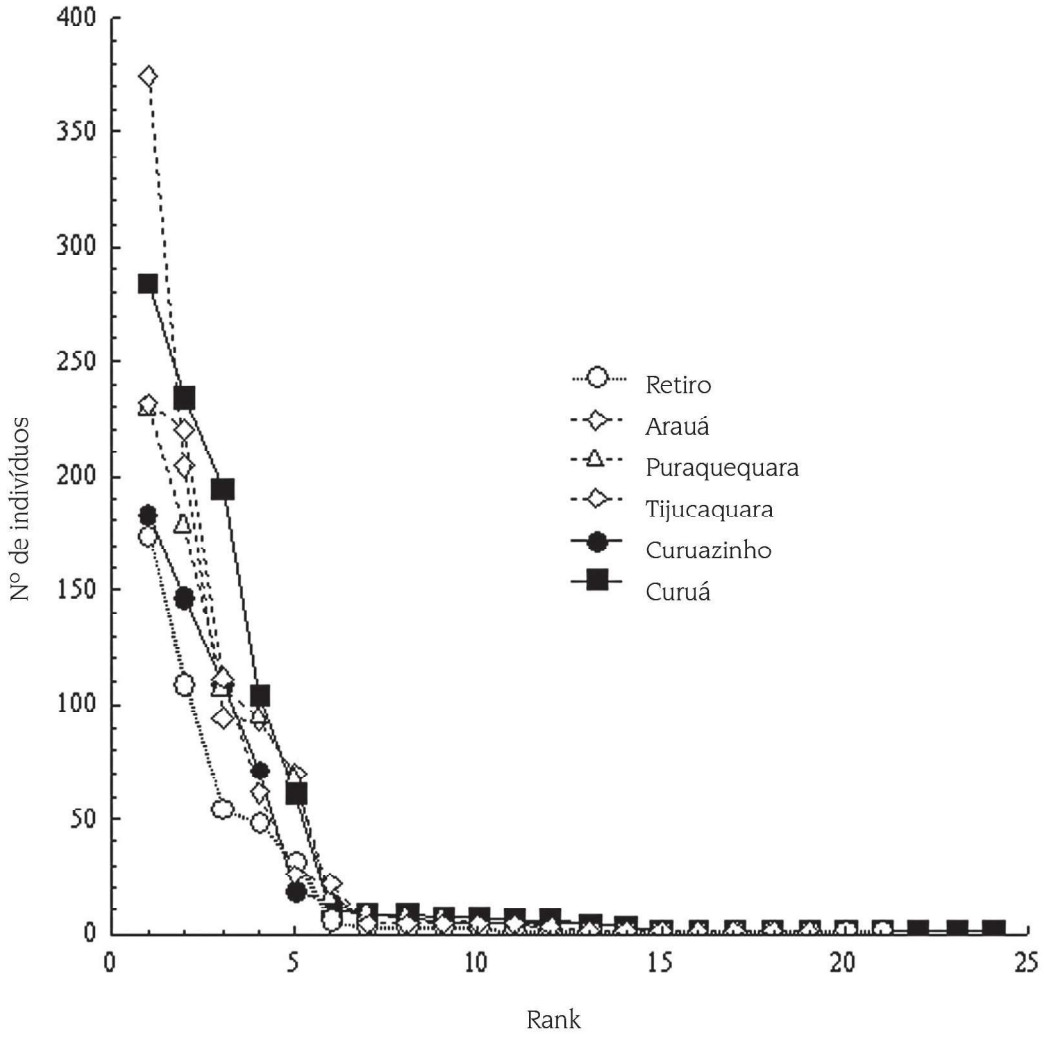


Figura 2. Estrutura de abundância das espécies nos sítios amostrais, bacia de Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil.

A análise dos padrões de incidência e abundância de espécies indicou estimativas de riqueza entre 40-53 espécies de Drosophilidae para a área. Tais resultados produziram curvas de acumulação de espécies, mas somente o estimador Chao 2 (C2) aproximou-se da assíntota. Os demais estimadores não demonstraram sinais de estabilização ao término do esforço amostral empregado (Figura 3). Os resultados destas estimativas, para cada sítio, estão sumarizados na Tabela 3.

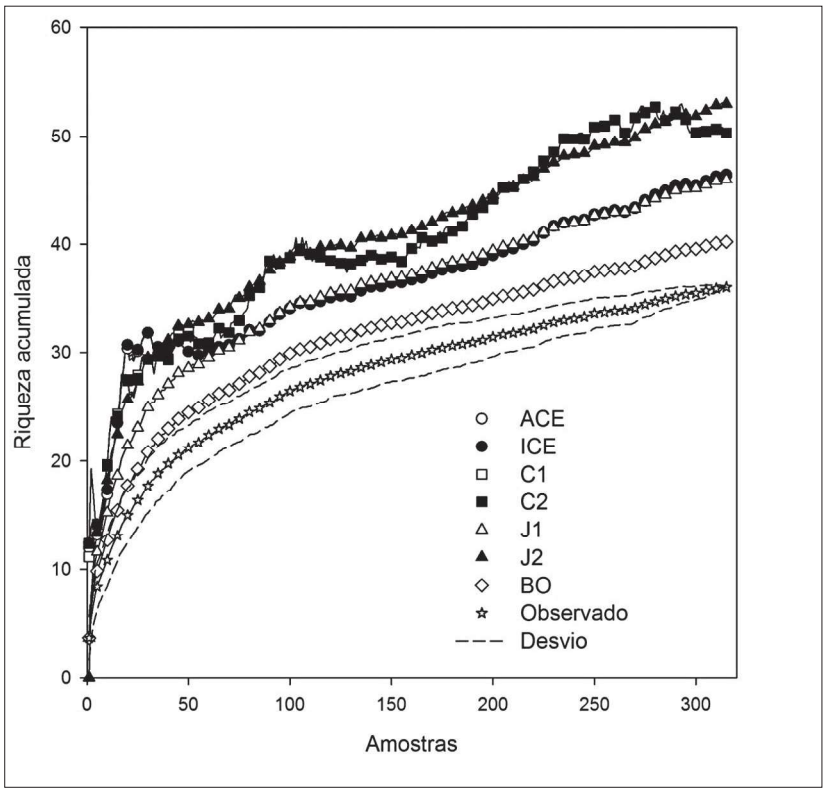


Figura 3. Estimativa da riqueza de espécies de Drosophilidae na Flona Caxiuanã, com base em 7 estimadores para 315 amostras, com riqueza observada de 36 espécies e abundância de 4.320 indivíduos. Onde: C1 – Chao 1; C2 – Chao 2; J1 – Jack Knife1; J2 – Jack Knife2 e BO – Bootstrap.

Tabela 3. Valores obtidos nas análises de riqueza de espécies para o total de amostras e para cada sítio amostrado no inventário de drosofilídeos de terra firme, na Flona Caxiuanã.

	Arauá	Curuá	Curuazinho	Puraquequara	Retiro	Tijucaquara	Total
Cód. figuras	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	
Riqueza observada							
Amostras	56	55	51	54	47	52	315
Riqueza	18	23	20	18	21	18	36
Simples	4	3	3	6	7	7	10
Duplos	3	7	5	1	4	0	3
Únicos	0	5	7	7	10	7	10
Duplicatas	5	5	4	1	2	3	3
Completitude do inventário	77%	87%	85%	75%	67%	63%	79%
Riqueza estimada							
ACE	21	26	22	29	26	26	46
ICE	21	27	27	28	36	25	46
Jack 1	22	28	28	25	31	26	45
Jack 2	21	29	31	31	38	29	53
Chao1	20	24	22	36	27	43	50
Chao2	19	26	27	42	46	27	50
Bootstrap	20	27	26	21	25	22	40

A análise visual dos estimadores, para cada sítio, demonstrou uma tendência geral à estabilização das curvas ao final da adição das amostras (Figura 4a-c). Todos os estimadores geraram estimativas de riqueza, que se agruparam razoavelmente dentro dos mesmos limites, com estimativas que variaram de 19-22 espécies para o sítio Araruá; 24-29 espécies para o sítio Curuá, para uma riqueza observada de 18-24 espécies, respectivamente (Figura 4a,b). Nos sítios Curuazinho e Retiro, as estimativas variaram em limites maiores, de 22-31 espécies (riqueza observada de 22 espécies) e de 25-38 espécies, respectivamente, as quais estão representadas nas Figura 4c,d.

Na matriz de incidência-abundância para as amostras do sítio Tijucaquara, quase todas as curvas de acumulação de espécies se aproximaram da assíntota, com exceção dos estimadores Bootstrap e Jackknife 2, os quais estimaram, respectivamente, 22 e 29 espécies, para uma riqueza observada de 18 espécies (Figura 4e).

As estimativas de riqueza em espécies no sítio Puraquequara, para um total de 18 espécies observadas, alcançaram valores que variaram de 21-42 espécies. Ao contrário do comportamento observado nas Figura 4a-c, nenhum dos estimadores apresentou sinal de estabilização ao final da adição das amostras, como está demonstrado na Figura 4f.

A comparação entre os sítios demonstrou que Tijucaquara, Retiro e Puraquequara apresentaram maior número de espécies raras (7,7 e 6 spp), enquanto que os demais apresentaram um menor número de raras (3-4 spp), (Tabela 3).

Do total de espécies coletadas, incluindo todos os sítios, dez foram representadas por somente um indivíduo (*únicos*) e três espécies, por dois indivíduos (*duplos*). Dez espécies foram encontradas em somente uma amostra (*unicata*) e três foram encontradas em duas amostras (*duplicatas*).

O método de rarefação foi utilizado para comparar a riqueza entre os diferentes sítios, para um total de 441 indivíduos (Figura 5). Observaram-se claramente dois agrupamentos distintos. Os sítios Retiro, Curuá e Curuazinho, com aproximadamente 20 espécies estimadas, formam o grupo mais rico; e os sítios Tijucaquara, Puraquequara e Araruá, o segundo, com riqueza em torno de 15 espécies.

O percentual de completitude do inventário para as 315 amostras foi de 79 %. Isto indica que seriam necessárias 84 amostras adicionais (21 % de incremento de esforço), para acessar a diversidade total aproximada de drosofilídeos da área estudada na Flona Caxiuanã, capturados pelo método adotado, considerando-se que não houve adição de novos simples. Separando-se as amostras por sítios de coleta, pode-se observar que os valores de completitude variaram entre 63 % (Tijucaquara) a 87 % (Curuá) (Tabela 3).

A diversidade foi avaliada pelo índice de Shannon. Os valores de diversidade não diferem entre os sítios (Tabela 4).

A partir da matriz de similaridade binária de Jaccard, observou-se um grau de similaridade entre os sítios, na ordem de 0,42 a 0,69 (Tabela 4). A similaridade quantitativa de Bray-Curtis, que leva em consideração a estrutura de abundância entre as espécies, indicou um grau de similaridade entre os sítios de 0,62 a 0,86 (Tabela 4). A Figura 6a-b mostram as afinidades entre os sítios a partir destes cálculos.

O teste de Mantel, para a associação entre a distância entre os sítios, tanto com relação à composição taxonômica (Jaccard: $r = 0,16$; $p = 0,32$) ou a estrutura de abundância (Bray-Curtis; $r = 0,19$; $p = 0,25$) indicou que as afinidades observadas não estão relacionadas à proximidade entre os sítios.

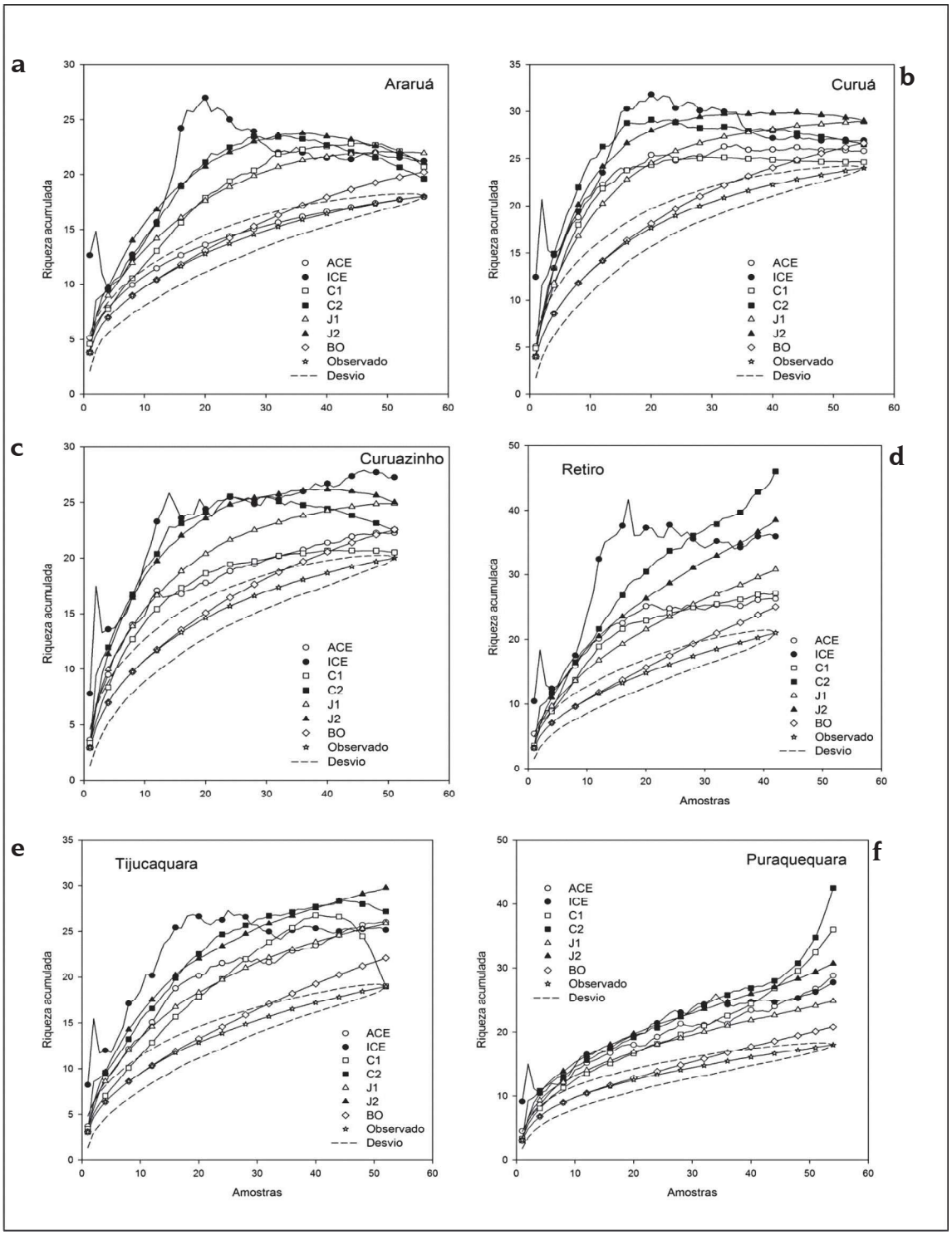


Figura 4a-f. Estimativa da riqueza de espécies de Drosophilidae na Flona Caxiuanã, nos seis sítios de estudo, com base em 7 estimadores. Onde: C1 – Chao 1; C2 – Chao 2; J1 – Jack Knife1; J2 – Jack Knife2 e BO – Bootstrap.

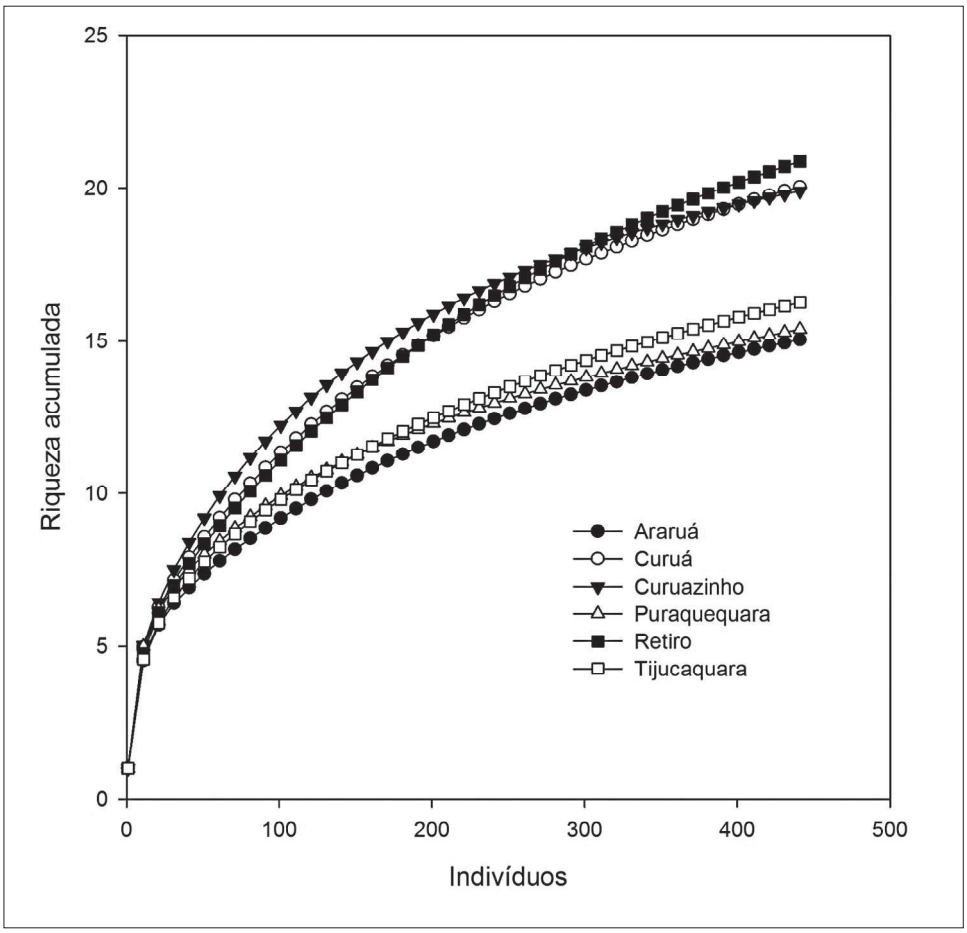


Figura 5. Comparação da riqueza acumulada das espécies entre os sítios amostrados na bacia de Caxiuanã, com base no método de rarefação.

Tabela 4. Valores de riqueza, diversidade de Shannon e a ordenação, e matriz de similaridade de Jaccard e de dissimilaridade de B*ray-Curtis*.

Sítio		S	H'	$H'_{(max)}$	J	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]
Araruá	[a]	18	1,62	2.89	0.57	~	0,32	0,16	0,14	0,35	0,32
Curuá	[b]	20	1,83	3.00	0.63	0,52	~	0,26	0,24	0,19	0,14
Curuazinho	[c]	24	1,82	3.18	0.59	0,56	0,69	~	0,18	0,38	0,22
Puraquequara	[d]	18	1,78	2.89	0.63	0,50	0,52	0,62	~	0,28	0,26
Retiro	[e]	21	1,70	3.04	0.58	0,63	0,46	0,55	0,44	~	0,25
Tijucaquara	[f]	19	1,67	2.94	0.58	0,61	0,63	0,65	0,42	0,60	~
Total		35	1,83	3.56	0.52						

Onde: Valores do índice de diversidade de Shannon (H'), na vertical, não diferem significativamente, segundo o teste t específico ao índice de Shannon; triângulo inferior – coeficiente de Jaccard; triângulo superior – distância de Bray-Curtis.

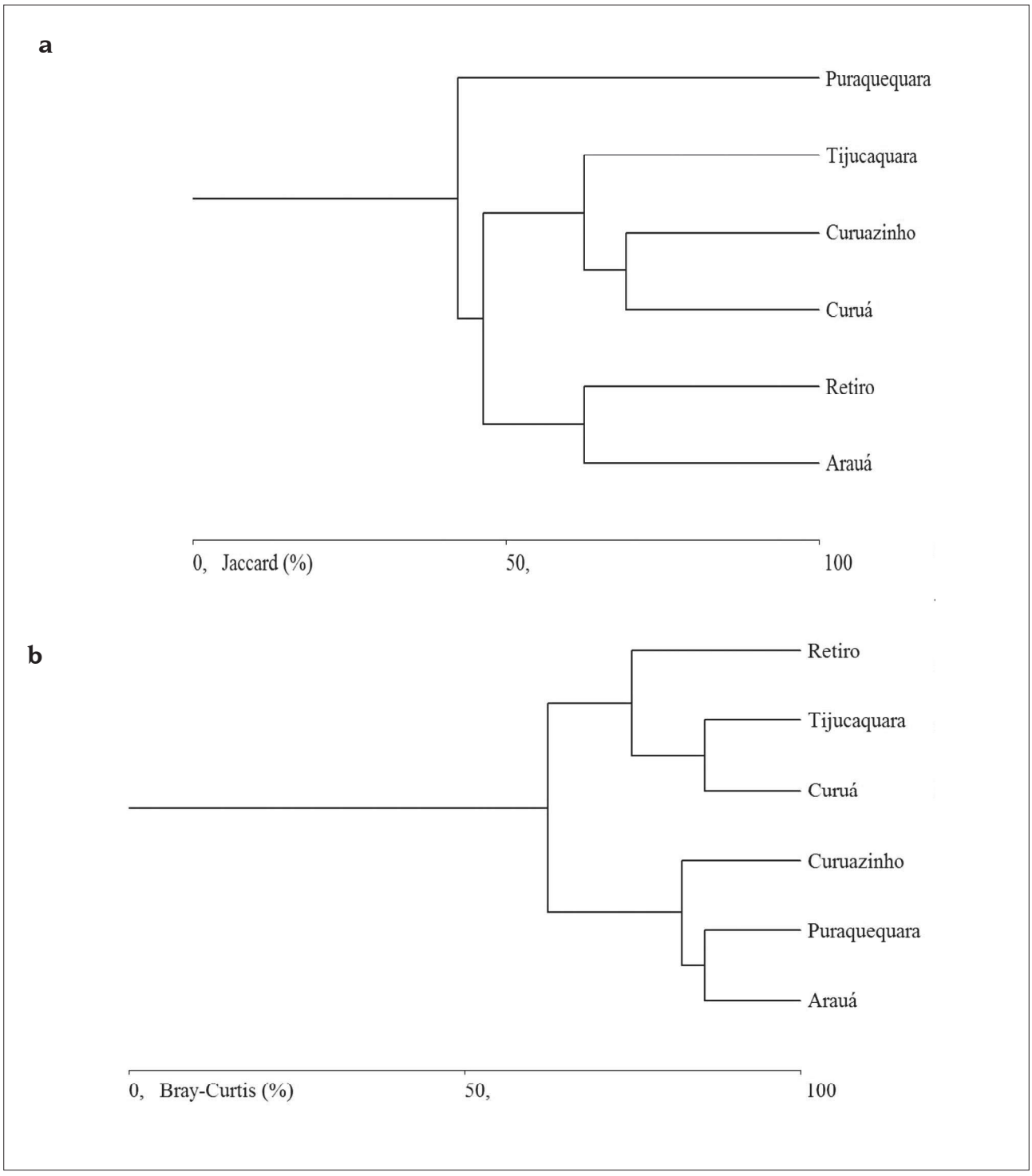


Figura 6a-b. Dendrogramas de similaridade (a) binária por índice de Jaccard e (b) quantitativa pelo índice de B*ray-Curtis*, entre os sítios amostrados na bacia de Caxiuanã.

DISCUSSÃO

Caracterização da comunidade: a predominância do subgênero S*ophophora*, dentre os drosofilídeos coletados em Caxiuanã, reflete principalmente o tipo de isca utilizada e o fato deste subgênero abrigar espécies competitivamente superiores às dos demais subgêneros de D*rosophila* no uso de frutos. As espécies de S*ophophora* utilizam preferencialmente frutos como sítio de alimentação dos adultos e criação de larvas, enquanto que as demais espécies do gênero D*rosophila* apresentam maior diversificação na utilização de recursos, como cactos, flores vivas e em decomposição (CARSON, 1971; THROKMORTON, 1975). A predominância das espécies deste subgênero é conhecida em estudos utilizando frutos dispersos naturalmente sobre o solo da floresta (CARSON, 1971; ATKINSON; SHORROCKS, 1977; MARTINS; SANTOS, 2007) ou iscas de frutas (DOBZHANSKY; PAVAN, 1943; FREIRE-MAIA; PAVAN, 1950; DOBZHANSKY; PAVAN, 1950; PETERSEN, 1960; SENE et al., 1980; VALENTE; ARAÚJO, 1986, TIDON, 2006; BIZZO et al., 2010). As guildas de drosofilídeos frugívoros, em áreas de floresta, apresentam frequentemente as espécies do subgrupo D*rosophila* **willistoni** como dominantes (MEDEIROS; KLACZKO, 2004; TIDON, 2006; MARTINS; SANTOS, 2007).

D*rosophila*. *prosaltans* e D. *sturtevanti* têm sido consideradas na literatura como típicas de formações abertas de cerrado (SENE et al., 1980; BIZZO; SENE, 1982; VAL; KANESHIRO, 1988). Neste trabalho, estas espécies foram encontradas com abundâncias relativas altas, em mata primária, indicando que seus requerimentos de habitat permitem sua ocorrência tanto no bioma de floresta quanto no cerrado.

Até o presente, D. *neoelliptica* não havia sido registrada fora do estado de São Paulo, onde foi considerada rara, com apenas cinco indivíduos coletados por Sene et al. (1980); D. *milleri* só havia sido registrada em sua localidade-tipo, em Porto Rico (MAGALHÃES, 1962); e D. *dacunhai* somente tinha como localidade de registro a Jamaica. Para D. *saltans*, este é o primeiro registro para o Brasil e também foi este o primeiro achado brasileiro para a espécie D. aff. *septentriosaltans*. Desta forma, o inventário de drosofilídeos, em Caxiuanã ampliou a distribuição geográfica das espécies do grupo D*rosophila saltans*, para o Brasil e para a região amazônica.

Um dos espécimes coletados, pertencente ao grupo D*rosophila* **saltans**, foi identificado como D. *pulchella* Sturtevanti, 1916. Todavia, como sugerido por Vilela e Bächli (1990) esta espécie é provavelmente sinônimo de D*rosophila sturtevanti*, o qual foi adotado neste trabalho. A dificuldade quanto a esta sinonímia reside no fato de que D. *sturtevanti* foi descrita com base em apenas uma fêmea coletada na Bolívia. A única maneira de solucionar este problema será obtendo linhagens isofêmeas, a partir de topotipos das duas possíveis espécies e tentando cruzá-las para estudar um eventual isolamento reprodutivo.

As espécies do **grupo** D*rosophila* **melanogaster** são invasoras, com origem afro-malásica. Apesar de presentes no local de estudo, as espécies deste grupo apresentaram-se em baixas frequências. Isto reflete a integridade dos habitats da Flona Caxiuanã, uma vez que as espécies deste grupo, que ocorrem no Brasil, são notoriamente sinantrópicas (PARSONS; STANLEY, 1981). A ocorrência de espécies invasoras em baixa frequência tem sido observada em outras regiões de floresta na Amazônia. Martins (1989) observou que espécies desse grupo não superam 2 % de abundância relativa em florestas bem preservadas na região de Manaus. A baixa frequência das demais espécies nativas pode estar associada à raridade intrínseca destas espécies e à diversificação de recursos, e estratos da floresta utilizados por estas moscas (TANABE et al., 2001). As espécies do grupo D*rosophila* **tripunctata,** que foram raras nas amostras, são comumente encontradas em flores de Lecythidaceae em decomposição. Espécies dos grupos D*rosophila* **canalinea**, **cardini e repleta**, têm sido coletadas em maior número em estratos arbóreos superiores (OLIVEIRA, 2007;

MARTINS, dados não publicados). Alguns trabalhos têm demonstrado que fatores como a topografia e a altura, além das condições micrometereológicas, podem influenciar diretamente a distribuição e diversidade de drosofilídeos (TIDON-SKLORZ; SENE, 1999; TANABE et al., 2001, 2002; MEGIAS et al., 2007).

Análise do inventário: os resultados deste inventário servem de referência para trabalhos em outros locais, que utilizem protocolos estruturados semelhantes. Este trabalho elevou o conteúdo informativo sobre a distribuição das espécies, determinando com maior precisão a unidade de habitat onde as espécies ocorrem. Isto foi, principalmente, elucidativo para as espécies do grupo D*rosophila* **saltans**, cuja ecologia era, até o presente, totalmente desconhecida.

Apesar da carência de revisões taxonômicas mais modernas para boa parte das espécies e suas respectivas distribuições, quase todas as espécies de D*rosophila* coletadas foram identificadas em nível específico. Tal refinamento no resultado das identificações, mesmo em um grupo megadiverso, foi devido principalmente ao fato do número de espécimes coletados não ser excessivo, quando comparado a trabalhos que utilizam métodos tradicionais de coleta de drosofilídeos, os quais acumulam um grande volume de indivíduos, dificultando a triagem em um espaço de tempo relativamente curto, e aumentando o viés para as espécies mais abundantes.

O número de espécies de Drosophilidae encontradas neste estudo é comparável a outros trabalhos já publicados para a Amazônia (MARTINS; SANTOS, 2007; MARTINS, 2001; MARTINS, 1989). No entanto, as análises de estimativas de riqueza são pioneiras para uma área de floresta pristina.

O uso de estimadores de riqueza baseados no conceito estatístico de cobertura de amostra são relativamente novos no campo de estimativas de riqueza em comunidades animais (LONGINO et al., 2002; CHAO, 2004), em especial para a assembleia de drosofilídeos (MEDEIROS; KLACZKO, 2004; DÖGE, 2006; OLIVEIRA, 2007; SCHMITZ et al., 2010).

A estabilidade das curvas de acumulação de espécies em grupos megadiversos é raramente alcançada. No entanto, várias das estimativas de riqueza utilizadas aqui tenderam à estabilidade, o que aponta a eficiência do protocolo utilizado. A curva do estimador Chao2, produzida a partir da matriz espécie-abundância, tendeu à estabilidade mais rapidamente que as demais, incluindo em sua estimativa a curva de acumulação de espécies observadas. Nos demais estimadores, a estabilização acompanhou a curva de acumulação de espécies observadas. O estimador ICE apresentou um acentuado crescimento inicial, seguido de uma queda. Este comportamento torna o estimador menos confiável quando o número de amostras é pequeno, o que não é o presente caso.

Segundo Toti et al. (2000), para ser um bom estimador: deve alcançar a estabilidade (ou, pelo menos, chegar próximo), com menos amostras do que as necessárias para a estabilidade da curva de acumulação de espécies; não deve apresentar estimativas que difiram amplamente dos demais estimadores; e deve apresentar estimativas próximas ao que indicam as extrapolações visuais razoáveis da tendência de estabilização da curva de acumulação de espécies observadas. Segundo estes critérios, quase todas as estimativas utilizadas no presente estudo apresentaram um bom desempenho, especialmente as produzidas pelos estimadores Chao de 2ª ordem e Jackknife de 1ª ordem.

Os valores de completitude do inventário refletem bem a eficiência do método empregado e o valor da utilização de um protocolo estruturado na estimativa de riqueza. Isto demonstra que a guilda de drosofilídeos, associada a frutos, foi eficientemente acessada, apesar do uso de apenas um tipo de isca, em pequena quantidade, limitar o número de espécies detectadas para uma determinada área, diminuindo a probabilidade

de captura daquelas que possuam requerimentos diferentes de tipo de substrato e/ou que sejam muito raras. O protocolo aplicado possibilitou o acesso a informações sobre o padrão de distribuição da comunidade e a inferência sobre o número de espécies na fração do habitat onde elas ocorrem.

Todos os estimadores de riqueza utilizados neste trabalho são baseados na quantificação de raridade para determinar a riqueza real (TOTI et al. 2000; CHAO, 2004). Portanto, a análise das espécies raras é de fundamental importância para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos. A ocorrência de espécies raras pode ser explicada por diferentes fatores: (1) as espécies (únicas) podem ter sido capturadas ocasionalmente, por não pertencerem ao estrato da floresta amostrada ou, no caso das espécies invasoras, por não pertencerem ao tipo de habitat estudado; (2) a menor abundância das espécies pode refletir não só o efeito do tipo de isca, mas também o tempo de exposição da armadilha em campo. A idade do fruto (tempo de exposição do fruto sobre o solo) é uma variável importante para a distribuição de abundância das espécies que utilizam frutos como sítio de oviposição e alimentação (MORAIS et al., 1995; DOBZHANSKY; PAVAN, 1950; BRNCIC; VALENTE, 1978).

A riqueza de espécies é apenas um dos componentes da diversidade biológica, e deve ser utilizada em conjunto com índices de diversidade (MORENO, 2001). O índice de diversidade de Shannon mostrou alta diversidade, tanto para a região de Caxiuanã como um todo, quanto para os sítios analisados individualmente, quando comparado a outros trabalhos recentes realizados no Brasil (SCHMITZ et al., 2010; GOTTSCHALK et al., 2007). Tal resultado deve-se ao fato de que este índice é fortemente influenciado pelas espécies raras, indicando que em todos os sítios as espécies raras estão distribuídas uniformemente em termos de abundância, apesar do sÍtio Curuá apresentar uma maior equitabilidade entre as espécies. Os valores de complementaridade e similaridade também mostraram grandes diferenças entre os sítios, em termos de composição das espécies, apontando para uma alta diversidade beta, mesmo entre sítios de mesma fitofisionomia, como é o caso dos interflúvios da baía de Caxiuanã. Este grande percentual de substituição de espécies entre locais poderia explicar boa parte da riqueza regional, haja vista que este trabalho registrou apenas 35 espécies de um universo de 99 espécies já conhecidas para a Flona Caxiuanã. No entanto, o fato desses mesmos sítios não apresentarem grande dissimilaridade na estrutura de abundância das das espécies, remete à ideia de que as guildas são fortemente estruturadas (DOBZHANSKY; PAVAN, 1950). Elas indicam que os drosofilídeos frugívoros compõem uma comunidade interativa, com estruturas de abundância estáveis, mesmo quando há alternância de espécies. Tal comunidade pode ser estruturada tanto pela alta heterogeneidade de habitats (DOBZHANSKY; PAVAN, 1950), como pela dinâmica espaço-temporal da oferta de recursos, conforme sugerido pelos modelos apresentados por Shorrocks e colaboradores (DOBZHANSKY; PAVAN, 1950; SHORROCKS et al., 1979).

REFERÊNCIAS

ATKINSON, W.; SHORROCKS, B. Breeding site specificity in the domestic species of D*rosophila*. **Oecologia**, v. 29, p. 223-232, 1977.

BIZZO, L.; GOTTSCHALK, M. S.; DE TONI, D. C.; HOFMANN, P. R. P. Seasonal dynamics of a drosophilid (Diptera) assemblage and its potencial as bioindicator in open environments. **Iheringia**, Série Zoologica, Porto Alegre, v. 100, n. 3, p. 185-191, 2010.

BIZZO, N. M. V.; SENE, F. M. Studies on the natural populations of D*rosophila* from Peruibe (SP) Brazil (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 42, p. 539-544, 1982.

BOCK, I. R.; WHEELER, M. R. The Drosophila melanogaster Species Group. **University of Texas Publications Studies in Genetics**, Austin, v. 7213, p. 1-102, 1972.

BRNCIC, D.; VALENTE, V. L. S. Dinâmica das comunidades de D*rosophila* que se estabelecem em frutos silvestres no Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, p. 1104-1111, 1978.

CARSON, H.L. The ecology of D*rosophila* breeding sites. **University of Hawaii**. v. 2, p. 1-27, 1971.

CHAO, A. Species richness estimation. In: BALAKRISHAAN, N.; READ, C. B.; VIDAKOVIC, B. (Eds.). **Encyclopedia of Statistical Sciences**. New York: Wiley, 2004. p. 7907-7916

CODDINGTON, J. A.; GRISWOLD, C; SILVA, D. PEÑARANDA, E.; LARCHER, S. F. Designing e testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. In: DUDLEY, E. C. (Ed.). **The unity of evolutionary biology:** proceedings of the International congress of systematics and evolutionary biology, Portland: Dioscorides Press, 1991. v. 1. p. 40-60.

DI CASTRI, F.; ROBERTSON, J.; VERNHES, E.; YOUNÈS, T. Inventoring e monitoring biodiversity: a proposal for an international network. **Biology. International**, Special issue, v. 27, p. 1-28, 1992.

DOBZHANSKY, T.; PAVAN, C. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of D*rosophila* in Brazil. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, v. 19, p. 1-14, 1950.

DOBZHANSKY, TH.; PAVAN, C. Studies on brazilian species of D*rosophila*. **Faculdade de Filosofia Ciências e Letras**. Série Biología, São Paulo, v. 36, p. 7-72, 1943.

DÖGE, J. S. **Variação temporal e espacial e influência do desflorestamento e do efeito de borda em assembléias de drosofilídeos em uma área de mata atlântica em Santa Catarina, Brasil**. 2006. 186f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FREIRE-MAIA, N.; PAVAN, C. Introdução ao estudo da Drosófila, **Cultus**, São Paulo, v. 1, n. 5, p. 1-71, 1950.

FROTA-PESSOA, O.; WHEELER, M. R. A revision of the genus N*eotanygastrella* Duda (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 11, p. 145-151, 1951.

FROTA-PESSOA, O. Revision of the *tripunctata* group of D*rosophila* with description of fifteen new species (Drosophilidae, Diptera). **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, v. 15, p. 253-330, 1954.

GALLO, A. J. Morphological distinction between female D*rosophila melanogaster* and female D. *simulans*. **Ciência e Cultura**, v. 25, p. 341-345, 1973.

GLADYS, F.; VALENTE, V. L.S. Study on the flutuation in D*rosophila* populations of Bento Gonçalves, RS. Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 45, p. 133-141, 1985.

GOTTSCHALK, M. S.; DE TONI, D. C.; VALENTE, V. L. S.; HOFMANN, R. P. 2007. Changes in brazilian Drosophilidae (Diptera) assemblages across an urbanization gradient. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 6, p. 848-861, 2007.

LAURENCE, W. F.; BIRREGAARD, R. O. Tropical forest fragmentation; synthesis of a diversity and dynamic discipline. In: LAURENCE, W. F.; BIRREGAARD, R. O. (Eds.). **Tropical forest fragmentation**. Chicago: University of Chicago Press, 1997. p. 502-514.

LONGINO, J. T., CODDINGTON, J.; COLWELL, R. K. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. **Ecology**, v. 83, p. 689-702, 2002.

MAGALHÃES, L. E.; BJORNBERG, A. J. S. Estudo da genitália masculina de "D*rosophila*" do grupo "saltans" (Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 435-450, 1957.

MAGALHÃES, L. E. Description of four new species of the "saltans" group of "Drosophila" (Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 273-280, 1956.

MAGALHÃES, L. E. Notes on the taxonomy, morphology, and distribution of the saltans group of D*rosophila*, with descriptions of four new species. **The University of Texas Publication**, Austin, v. 6205, p. 134-154, 1962.

MALOGOLOWKIN, C. Sobre a genitália dos Drosofilídeos (Diptera): II. D*rosophila ananassae*. **Summa brasiliensis biologiae**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 429-457, 1948.

MALOGOLOWKIN, C. Sobre a genitália dos "Drosophilidae" (Diptera). III grupo willistoni do gênero "D*rosophila*". **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 79-96, 1952.

MARTINS, M.; SANTOS, R. C. O. Sítios de criação de D*rosophila* na Reserva Mocambo, Belém, Pará. In: GOMES, J. I. et al. (Eds.). **Mocambo**: diversidade e dinâmica biológica da Área de Pesquisa Ecológica do Guamá (APEG). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi; Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 317-331.

MARTINS, M. B. Drosophilid fruit-fly guilds in Forest fragments, In: BIERREGAARD Jr, R. O.; GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; MESQUITA, R. (Eds.). **Lessons from Amazonia**: the ecology and conservation of a fragmented forest. New Haven: Yale University Press, 2001. p. 175-186.

MARTINS, M. B.; PENA, J. A. N.; BITTENCOURT, R. N. Traps for tropical drosophilids survey. **Drosophila Information Service**, v. 91, p. 91-91, 2008.

MARTINS, M. B. Invasão de fragmentos florestais por espécies oportunistas de D*rosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 19, p. 265-271, 1989.

MEDEIROS, H. F.; KLACZKO, L. B. How many species of D*rosophila* (Diptera: Drosophilidae) remain to be described in the forests of Sao Paulo, **Biota Neotropica**, v. 4, p. 1–12, 2004.

MEGÍAS, A. D.; GÓMEZ, J. M.; PIÑERO, F. S. Diversity- habitat heterogeneity relationship at different spatial and temporal scales. **Ecography**, v. 30, p. 31-41, 2007.

MORAIS, P. B.; MARTINS, M. B.; KLACZKO, L. B; MENDONÇA-HAGLER, L. C.; HAGLER, A. N. Yeast succession in the Amazon fruit P*arahancornia amapa* as resource partitioning among D*rosophila* spp. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 61, n. 12, p. 4251-425, 1995.

MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad.** MandT – Manuales y tesis SEA. Zaragoza: CYTED, 2001 v. 1. 83 p.

MOURÃO, C. A.; CAMPOS BICUDO, H. E. M. 1967. Duas novas espécies de D*rosophila* do grupo "saltans" (Drosophilidae, Diptera). In: **Papéis avulsos (do Departamento) de Zoologia (da Secretaria da Agricultura)**, São Paulo, v. 20, p. 123-134, 1967.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. 2011. Banco de dados da coleção Zoológica. URL< **www.museu-goeldi.br/ppbio/catálogo de zoologia/diptera**. Acessado em: 02 abr. 2011.

OLIVEIRA, S. C. F. **Distribuição vertical e variação da proporção sexual em um gradient de altura de uma assembléia de drosofilídeos (Diptera, Drosophilidae) em uma área de mata atlântica na ilha de Santa Catarina, Brasil**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

PARSONS, P. A.; STANLEY, S. M. Comparative effects of environmental ethanol on D*rosophila melanogaster* and D. *simulans* adults, including geographic differences in D. *melanogaster.* In: GIBSON, J. B.; OAKESHOTT, J. G. (Eds.). **Genetic studies of Drosophila populations**. Canberra: The Australian National University Press, 1981. p. 47-57.

PARSONS, P. A.; STANLEY, S. M. Domesticated and Widespread species. In: The genetics and biology of D*rosophila*. In: ASHBUGER, M.; CARSONS, H. L.; THOMPSON, S. N. (Eds.). New York: Academic Press, 1981. v. 3. p. 349-393.

PAVAN, C. Relações entre populações naturais de D*rosophila* e o meio ambiente. **Boletim Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras**, Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 221, n. 11, p. 1-81, 1959.

PEARSON, D. L. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 345, p. 75-79, 1994.

PERRY, D. **A vida na copa da floresta**. São Paulo: Interação, 1991. 25 p.

PETERSEN, J. A. Studies on the ecology of the genus Drosophila. I. Collections in two differents zones and seasonal variations in Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 3-16.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: L. CULLEN Jr., L.; RUDRAN, R.; VOLLADARES-PADUA, C. (Orgs.). **Métodos de estudo em biologia da conservação & manejo da vida silvestre**. Curitiba: [s.n.], 2003. p.19-41.

SCHMITZ, J. H.; HOFMAN, P. R. P.; VALENTE, V. L. S. Assemblages of drosophilids (Diptera, Drosophilidae) in mangrove forests: community ecology and species diversity. Iheringia**, Sér. Zool., Porto Alegre, v. 100, n. 2, p. 133-140, 2010.**

SENE, F. M.; VAL, F. C.; VILELA, C. R.; PEREIRA, M. A. Q. R. Preliminary data on the geographical distribution of D*rosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. **Papéis Avulsos Zoologia**, São Paulo, v. 33, n. 22, p. 315-326, 1980.

SHORROCKS, B.; CHARLESWORTH, P. The distribution and abundance of the British fungal-breeding Drosophila. **Ecological Entomology**, London, v. 5, p. 61-78, 1980.

SHORROCKS, B; ATKINSON, W. D.; CHARLESWORTH, P. Competition on a divided and ephemeral resourse. **Journal of animal Ecology**, v. 48, p. 899-908, 1979.

SMITH, N. J. H. Dinâmica do uso da terra no estuário do Amazonas. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica, Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 25-33.

SPASSKY, B. **Morphological differences between sibling species of Drosophila.** University of Texas Publications. v. 5721, p. 48-61, 1957.

TANABE, S. I. Between-forest variation in vertical stratification of drosophilid populations. **Ecological Entomology**. v. 27, p. 720-731, 2002.

TANABE, S. I.; TODA, M. J ; VINOKUROVA, A. V. Tree Shape, forest structure and diversity of Drosophilid communities. Comparasion between boreal and temperate birch. **Ecological Research**, v. 16, p. 369-385, 2001.

THROCKMORTON, L. H. The phylogeny, ecology and geography of D*rosophila*. In: KING, R. C. (Ed.). **Handbook of genetics**. New York: Plenum, 1975. v.3.

TIDON, R. Relationships between drosophilids (Diptera, Drosophilidae) and the environment in two contrasting tropical vegetations. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 87, p. 233-247, 2006.

TIDON-SKLORZ, R.; SENE, F.M. D*rosophila*. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. (Eds.). **Invertebrados terrestres**. Biodiversidade do Estado de São Paulo. Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX. , São Paulo: FAPESP, 1999. v. 5.

TIDON-SKLORZ, R.; VILELA, C. R.; SENE, F. M.; PEREIRA, M. A. Q. R. The genus D*rosophila* (Diptera: Drosophilidae) in the serra do Cipó, state of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 38, p. 627-637, 1994.

TOTI, D. S. ; COYLE, F. A.; MILLER, J. A. Structure inventory of apallachian grass bald and healt bald dpider assemblages and a test of species richness estimator performance. **The Journal of Arachnology**, v. 28, p. 329-345, 2000.

VAL, F. C.; KANESHIRO, K. Y. rosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica de Boraceia, on the coastal range of the state of São Paulo, Brazil: geographical distribution. In: HEYER, W. R.; VANZOLINI, P. E. (Eds.). **Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1988. p. 189-203.

VALENTE, V. L. S.; ARAUJO, A. M. Comments on breeding sites of D*rosophila willistoni* Sturtevant (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 30, p. 281-286, 1986.

VILELA, C. R. A revision of the Drosophila repleta species group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 27, p. 1-114, 1983.

VILELA, C.R.; BÄCHLI, G. Taxonomic studies on neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). **Mitteilungen der schweizerische entomologischen gesellschaft, shaffhausen**, v. 63, p. 1-332 , 1990. Suppl.

VILELA, C. R.; MORI, L. The genus D*rosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the Serra do Cipó: further notes. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, p. 319-328, 1999.

VILELA, C.R. On the D*rosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 36, p. 197-221, 1992.

VILELA, C.R., DA SILVA, A.F.; SENE. F. M. Preliminary data on the geographical distribution of Drosophila species within morphoclimatic domains of Brazil. III. The cardini group. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 46, p. 139-148, 2001.

RIQUEZA E COMPOSIÇÃO EM ESPÉCIES DE ARANHAS DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Emanuel G. Cafofo
Regiane Saturnino
Adalberto J. Santos
Alexandre B. Bonaldo

INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é um dos biomas com a maior diversidade em espécies do planeta, incluindo plantas, peixes, anfíbios, primatas e artrópodes (KRESS et al., 1998). Dentre os artrópodes amazônicos, a elevada diversidade em espécies é observada também na ordem Araneae. As duas principais listas de espécies de aranhas da Amazônia evidenciam uma grande riqueza em espécies tanto na Amazônia ocidental, com 506 espécies registradas na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) (HÖFER; BRESCOVIT, 2001), quanto na porção oriental, com 591 espécies registradas na Floresta Nacional (Flona) de Caxiuanã (BONALDO et al., 2009).

Os estudos sobre aranhas na Flona foram esporádicos até 1996, quando o aracnólogo Arno Antônio Lise, juntamente com pesquisadores e funcionários do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) empreenderam uma expedição aracnológica na Flona, mais precisamente na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), localizada no interior da reserva (Figura 1). Esta expedição gerou o primeiro inventário para a área (MARTINS; LISE, 1997). A partir do ano 2000, os esforços amostrais direcionados às aranhas na Flona foram intensificados através de cursos de campo para alunos de Pós-Graduação e projetos com enfoque taxonômico e ecológico (BONALDO et al., 2009). Este contexto gerou uma dissertação de mestrado sobre aranhas da Flona (BARREIROS, 2004) e um projeto de doutorado, interrompido em 2007, devido ao falecimento de seu autor, José Augusto Pereira Barreiros (BONALDO et al., 2007).

A compilação mais recente do conhecimento sobre a fauna de aranhas da Flona Caxiuanã foi publicada por Bonaldo et al. (2009) contendo principalmente dados obtidos próximos à base da ECFPn. Amostras oriundas de um esforço geográfico mais amplo dentro da Flona, obtidas entre 2005 e 2006, no decorrer do projeto de doutorado de José A. P. Barreiros, foram acessadas no contexto de uma dissertação de mestrado (CAFOFO, 2011), possibilitando uma descrição mais ampla da araneofauna da Flona.

A diversidade biológica, independentemente do grupo taxonômico em estudo, tem sido mensurada desde os primeiros trabalhos ecológicos através de dois parâmetros – riqueza em espécies e a similaridade ou dissimilaridade da composição em espécies entre amostras (WHITTAKER, 1960). Diferentes fatores têm sido estudados para explicar variações nesses parâmetros entre comunidades, entre eles a distância entre os pontos amostrados (JIMÉNEZ-VALVERDE et al., 2010) ou mesmo a riqueza em espécies, que afetam dados de similaridade, uma vez que as informações de composição são obtidas a partir de informações de riqueza (TUOMISTO, 2010a,b).

A compreensão de como dados de riqueza e similaridade são afetados por variações na distância e de como esses parâmetros se relacionam, é essencial para permitir o uso dessas informações como base para decisões

de conservação (LEGENDRE et al., 2005). Deste modo, neste estudo analisamos os efeitos da distância entre pontos amostrais sobre dados de similaridade de composição e riqueza em espécies de aranhas entre diferentes localidades na Flona Caxiuanã. Além disso, exploramos a relação entre as diferenças de riqueza entre pontos amostrais e a similaridade da composição em espécies entre as mesmas localidades.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: a Flona Caxiuanã está localizada nos municípios de Melgaço e Portel, ambos situados no Estado do Pará. Inserida na porção norte da Flona está a Estação Científica Ferreira Penna, que apresenta em sua porção sudeste uma base física (Figura 1 - área 6). Cerca de 90% da área é coberta pela fitofisionomia de floresta ombrófila densa (LISBOA, 1997). A região possui o tipo climático Am (classificação de Köppen), ou seja, clima tropical úmido com alta precipitação pluviométrica (SUDAM, 1973).

Amostragem: as aranhas englobadas neste trabalho foram coletadas em oito áreas (Figura 1): seis localizadas dentro da ECFPn, em diferentes interflúvios de tributários da margem esquerda do rio Caxiuanã, e duas fora da área da Estação, próximas à margem esquerda da baía de Caxiuanã. As amostragens ocorreram entre 1993 e 2006.

As amostras são provenientes de distintos projetos guiados por enfoques taxonômicos, ecológicos e didáticos ou de combinações destes. Apesar das diferenças ocasionadas por estes enfoques, de maneira geral, as amostras consideradas neste trabalho seguem o protocolo proposto por Coddington et al. (1991) para dois métodos de coleta: guarda-chuva entomológico e coleta manual.

• Guarda-chuva entomológico: empregado na amostragem de aranhas arborícolas que estejam alojadas no estrato arbustivo até cerca de 2 m de altura. O instrumento consiste de um quadrado de pano branco variável entre 0.7 m^2 e 1 m^2, fixado pelos cantos em dois cabos cruzados, presos entre si no centro. Este instrumento é colocado sob os ramos das árvores e arbustos, os quais são agitados com um bastão, de forma que as aranhas caiam sobre o lençol quadrado, onde são facilmente capturadas. Geralmente é aplicado por uma pessoa durante uma hora, com ou sem controle no número de batidas na vegetação.

• Coleta manual: permite o acesso a diferentes estratos e ambientes ocupados por aranhas. O coletor movimenta-se procurando intensivamente na serapilheira e vegetação baixa até a altura de cerca de 2 m, com o auxílio de lanterna de cabeça, se feito durante a noite. Este método é voltado principalmente para a captura de aranhas ativas durante a noite, incluindo as que caminham sobre o solo e na vegetação, assim como as presentes em habitats crípticos. Geralmente é aplicado por uma pessoa durante uma hora, em parcelas retangulares de 150 ou 300 m^2.

As amostras obtidas por meio dos métodos descritos acima foram triadas e os respectivos indivíduos classificados em espécies ou em morfoespécies. Morfoespécies são utilizadas quando a identificação específica não é possível, e são consideradas como unidades taxonômicas operacionais (SOKAL, 1966), separadas com base em diferenças e semelhanças visíveis. Este procedimento é necessário, pois nem sempre é possível identificar espécies, devido a deficiências de conhecimento sobre determinados grupos (STOUT; VANDERMEER, 1975).

Procedimentos estatísticos: as comparações entre as áreas quanto à riqueza em espécies estimada foram baseadas em curvas de rarefação, utilizando a equação de Mao Tau (MAO et al., 2005), através do programa EstimateS 8.2 (COLWELL, 2009). Diferenças entre áreas foram consideradas estatisticamente significativas

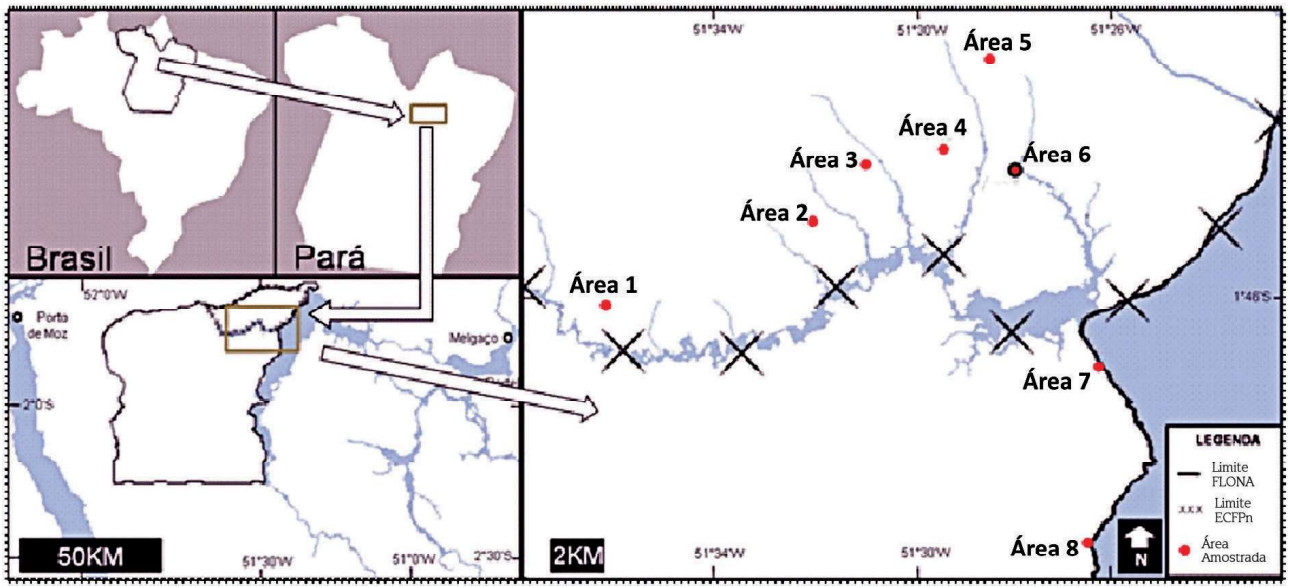


Figura 1. Localização e mapa da Flona/ECFPn, indicando áreas de coleta de araneofauna, amostradas entre 1993 e 2006. A base da ECFPn corresponde à área amostrada circulada. Fontes: Google Maps, 2012; Costa et al., 2009; Unidade de Sensoriamento Remoto-UAS/MPEG.

quando não houve sobreposição entre o valor obtido entre uma área e o intervalo de confiança de 95% da outra. Medidas de similaridade entre pares de áreas foram estimadas pela equação de Chao-Jaccard baseada em abundância (CHAO et al., 2005), através do programa EstimateS.

Para responder a questão sobre relações entre as diferenças nas riquezas obtidas por rarefação, em relação à variável distância entre as áreas, foram feitos testes de Mantel. Este teste também foi aplicado para analisar a relação entre a similaridade da composição em espécies das áreas, a distância e a diferença entre riquezas obtidas por rarefação. Todos os testes de Mantel foram feitos no programa PASSaGE 2 (ROSENBERG; ANDERSON, 2011).

RESULTADOS

Foram obtidos 7.457 indivíduos nas oito áreas amostradas, sendo que a maior abundância foi de 1.284 indivíduos (área 7), e a menor de 686 indivíduos (área 5) (Tabelas 1-2). No total, o número de espécies observado foi 496, e a riqueza por área variou entre 256 (área 6) e 142 espécies (área 8) (Tabelas 1-2). Essas áreas também foram aquelas com maior e menor número de *singletons* e *doubletons*, respectivamente (Tabela 1).

As três famílias que apresentaram maior abundância no conjunto total de dados foram: Theridiidae (2113), Ctenidae (1170) e Araneidae (1164). Entre as áreas, essas foram também as famílias mais abundantes, com exceção da área 1, em que Thomisidae foi a terceira família mais abundante; e para a área 7, em que Salticidae foi a terceira família. Quanto à riqueza total em espécies, as três famílias principais foram Araneidae (110), Salticidae (94) e Theridiidae (76). Estas famílias também foram as mais ricas em espécies em cada uma das 8 áreas amostradas.

Tabela 1. Riqueza em espécies e abundância de aranhas nas oito áreas amostradas na Flona Caxiuanã.

Área	Abundância	Espécies observadas	Singletons	Doubletons	Riqueza média por rarefação
6	892	256	103	53	195
1	920	168	79	27	147
4	801	162	75	31	144
3	861	152	72	26	140
5	686	145	70	30	145
7	1.069	167	69	34	122
2	1.284	149	62	28	130
8	944	142	55	21	123

Tabela 2. Diferenças entre áreas quanto à riqueza em espécies obtidas por rarefação, distâncias geográficas entre áreas, espécies compartilhadas e similaridade entre as áreas de amostragem de araneofauna na Flona Caxiuanã/ECFPn.

Comparações	Diferenças entre riquezas rarefeitas	Distâncias entre áreas	Espécies compartilhadas	Similaridade
1x2	16.705	7.84	98	0.842
1x3	6.745	10	99	0.944
1x4	2.3	12.8	98	0.855
1x5	2.075	16.4	94	0.896
1x6	48.325	15	82	0.481
1x7	25.035	16.4	72	0.666
1x8	24.05	18	62	0.544
2x3	9.96	2.51	88	0.77
2x4	14.405	4.98	94	0.823
2x5	14.63	8.55	83	0.737
2x6	65.03	7.52	84	0.495
2x7	8.33	10.7	72	0.595
2x8	7.345	15	63	0.569
3x4	4.445	3	97	0.908
3x5	4.67	6.4	84	0.845
3x6	55.07	6.26	85	0.581
3x7	18.29	10.9	66	0.484
3x8	17.305	16.2	60	0.542
4x5	0.225	3.61	90	0.809
4x6	50.625	3.3	87	0.554
4x7	22.735	8.96	78	0.569
4x8	21.75	15.2	65	0.614
5x6	50.4	3.26	83	0.625
5x7	22.96	9.94	71	0.476
5x8	21.975	16.7	62	0.557
6x7	73.36	6.67	76	0.359
6x8	72.375	13.4	77	0.468
7x8	0.985	6.85	92	0.866

As curvas de rarefação sob o corte de comparação de 686 indivíduos (Figura 2) mostraram diferenças de riqueza significativas entre a área 6 e as demais, e entre as áreas 7 e 8 e as demais, exceto a área 2 (Figura 3; Anexo 1).

As diferenças de riqueza em espécies obtidas por rarefação entre as áreas variaram entre duas e 48 espécies (Tabela 2), e essas diferenças não apresentaram correlação significativa com a distância entre as áreas (Z=13071,25340; r=-0,066; p=0,822).

As áreas mais similares entre si foram as áreas 1 e 3, que apresentaram 99 espécies em comum (similaridade de 0,944), enquanto que as mais dissimilares foram as áreas 3 e 8, com somente 60 espécies em comum. Entretanto, o menor valor de similaridade pelo índice Chao-Jaccard foi observado entre as áreas 6 e 7 (0,359, Tabela 2). Como observado com relação à riqueza em espécies, a similaridade entre as áreas não foi significativamente correlacionada com a distância (Z=0,35247806; r=-0,277; p=0,274). Por outro lado, as diferenças de riqueza em espécies entre as áreas foram significativamente correlacionadas com a similaridade entre elas (Z=0,75470016; r=-0,723; p=0,009; Figura 4).

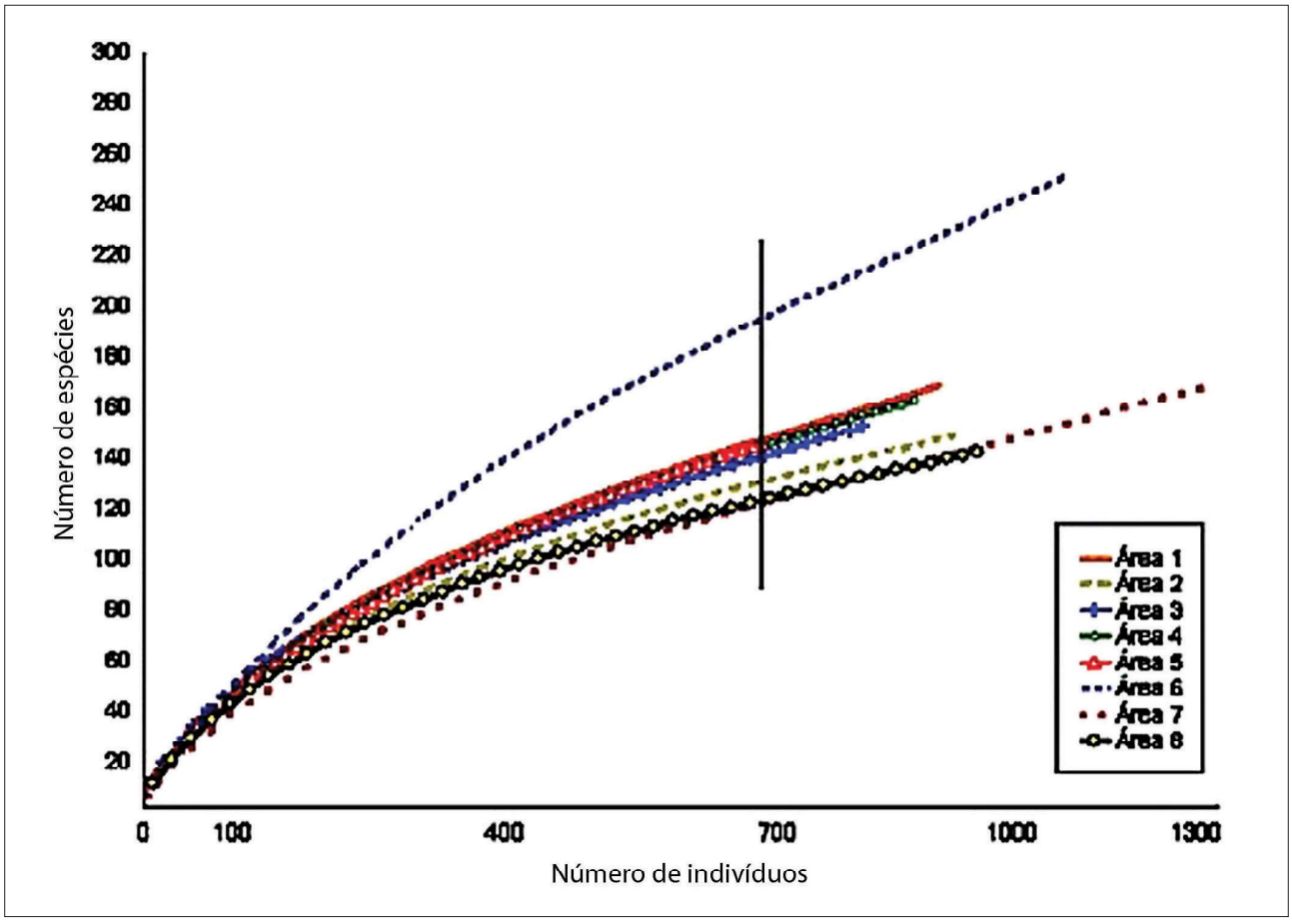


Figura 2. Rarefação por indivíduos da araneofauna de oito áreas da Flona Caxiuanã/ECFPN. A linha vertical sobre as curvas indica o corte de comparação.

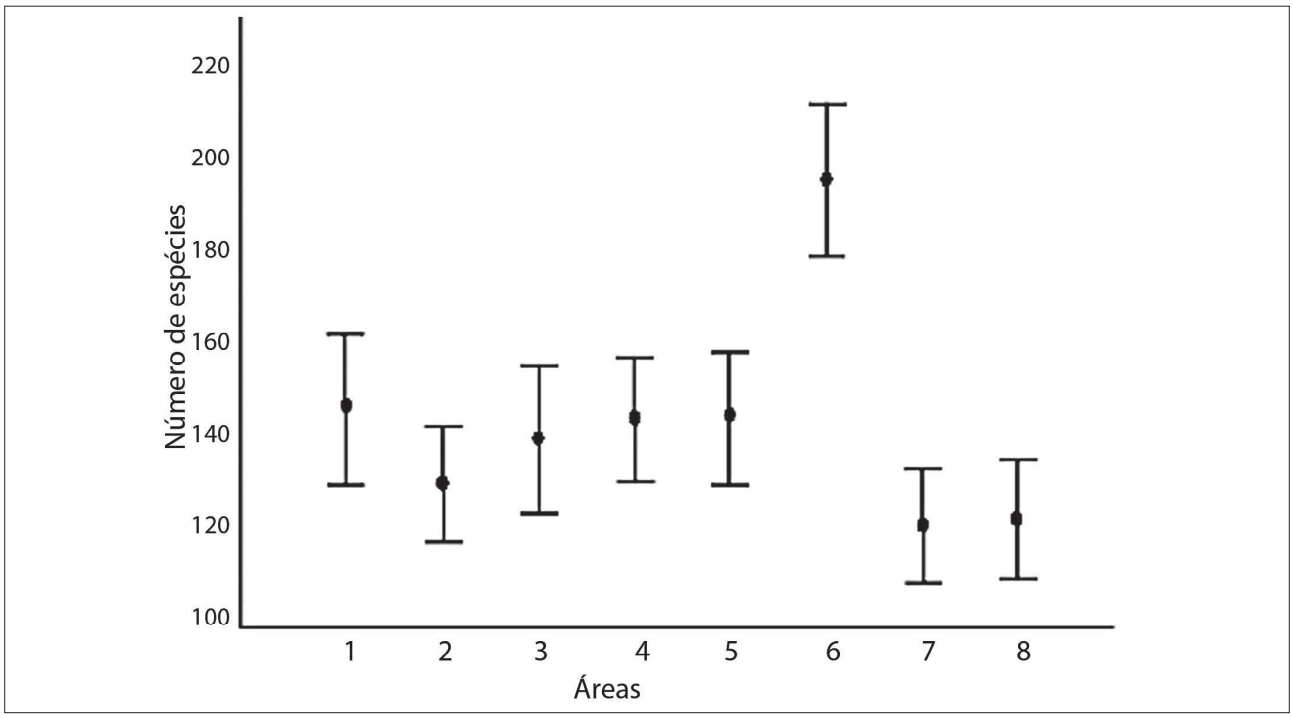


Figura 3. Médias e intervalos de confiança das curvas de rarefação, com base em indivíduos da araneofauna de oito parcelas da Flona Caxiuanã/ECFPn.

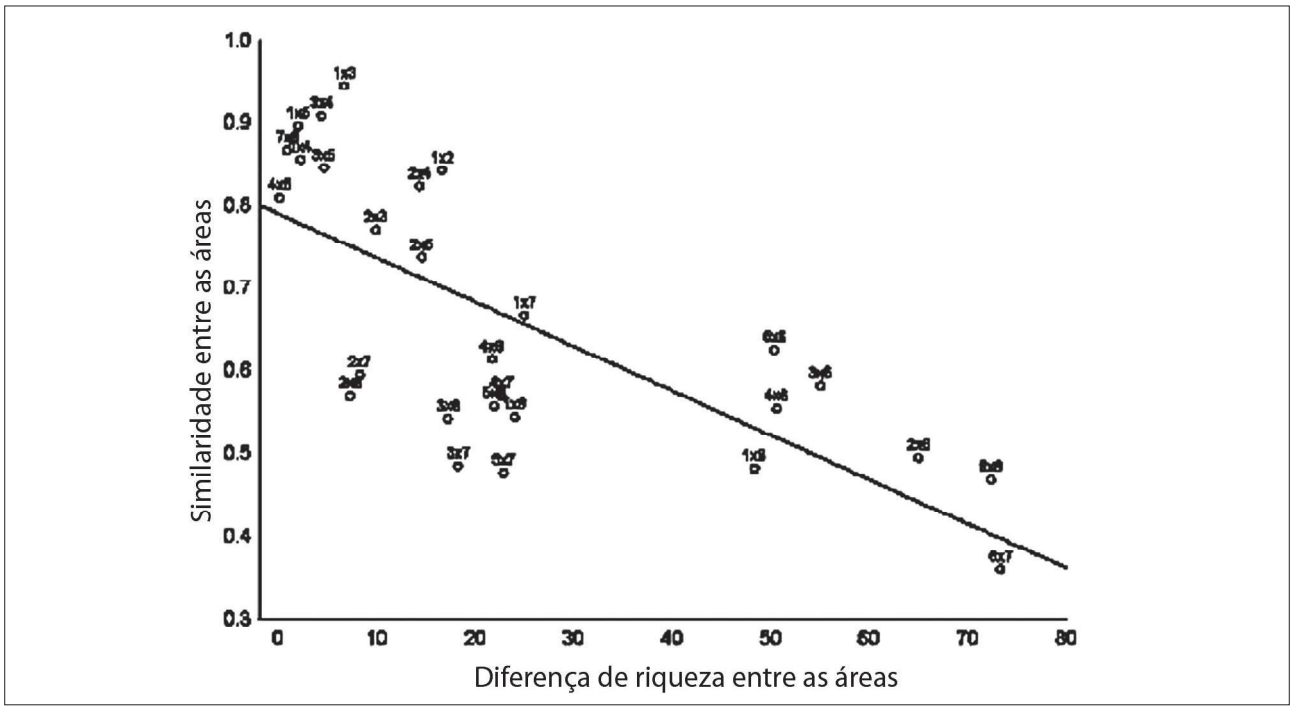


Figura 4. Relação entre a similaridade de composição em espécies e a diferença de riqueza entre pares de áreas de amostragem de aranhas na Flona Caxiuanã/ECFPn.

DISCUSSÃO

As famílias mais abundantes e ricas em espécies observadas neste estudo estão entre as maiores famílias de aranhas (PLATNICK, 2012) e são, em geral, as mais representativas em outros inventários feitos no Brasil (BONALDO; DIAS, 2010; CARVALHO; AVELINO, 2010; BONALDO et al., 2007, DIAS et al., 2006; REGO et al., 2005).

O percentual de *singletons* encontrado neste trabalho foi de 32, igual ao valor médio encontrado por Coddington et al. (2009) em um senso sobre trabalhos com grupos de invertebrados megadiversos. Juntamente com *doubletons* e *tripletons*, o elevado percentual de *singletons* explica boa parte das curvas de rarefação não assintóticas apresentadas.

A maior intensidade amostral na área 6, em função de várias expedições onde muitos indivíduos foram coletados ao longo do tempo, certamente explica sua maior riqueza de aranhas obtida por meio da rarefação. A proporção de fauna amostrada nesta área, consequentemente foi maior que a obtida em outras áreas, nas quais foram feitas poucas repetições de eventos amostrais.

Mais coletores em um único lugar resultam em mais microhabitats explorados ou áreas maiores exploradas destes microhabitats. Ocorre também um efeito temporal, pois, com vários momentos amostrais, como estações diferentes, anos subsequentes, existem maiores chances de serem encontradas mais espécies no local, pois as densidades de aranhas podem variar ao longo do tempo (GASNIER; HÖFER, 2001; LUBIN, 1978). Portanto, a alta riqueza da área 6 indica que a rarefação também pode estar sujeita às diferenças espaciais e temporais, como apontado por Collins e Simberloff (2009). Naquele trabalho, estes autores sugerem meios de correção de efeitos espaciais e temporais, entretanto, a necessidade da implementação computacional desses procedimentos dificulta a aplicação (DENGLER; OLDLAND 2010). Certamente a melhor explicação para a discrepância de esforço amostral envolvendo rarefação para a área 6 é um fator que compromete comparações (GOTTELI; COWELL, 2001; ABELE; WALTERS, 1979).

Se o esforço amostral na área 6 não for levado em conta, nota-se dois grupos: um formado pelas áreas 1, 2, 4 e 5, que apresentam maior riqueza em espécies obtida por rarefação que as demais (áreas 7 e 8). Isto sugere que a proximidade com grandes corpos d'água influencia a diversidade de aranhas, já que as áreas menos ricas estão localizadas às margens do rio Caxiuanã. Essas diferenças podem ter tanto causas naturais ou causas antrópicas ou ainda um conjunto destas, o que é mais provável. Dentre as possíveis causas naturais, efeitos ligados a oscilações no nível d'água (LOESER et al., 2006), tipo de vegetação natural e a respectiva fauna de invertebrados que servem de alimento podem ser causas destas diferenças (PAETZOLD et al., 2005).

As causas antrópicas podem incluir todas as consequências da prevalência de populações ribeirinhas nas margens de grandes corpos d'água do que em margens de pequenos igarapés que permeiam a floresta, conforme observado em imagens de satélite (SANTOS; LACRUZ, 1997). Estas imagens registraram áreas com vegetação secundária em vários pontos da borda da baía de Caxiuanã, que refletem antigos processos de ocupação e abandono dessas áreas por populações humanas.

As causas naturais ou antrópicas cogitadas explicariam por que não houve correlação significativa tanto entre as diferenças de riqueza obtidas por rarefação e a distância entre áreas e similaridade entre as áreas. Esses resultados sugerem que as variações de similaridade entre as áreas amostradas estariam relacionadas a diferenças de nicho das espécies, e não a fatores estocásticos (ver HUTCHINSON, 1957; HUBBEL, 2001).

O fato das similaridades e as diferenças de riqueza obtidas por rarefação apresentarem relação negativa significativa faz sentido, sob o ponto de vista que se os grupos de espécies comparados possuem grandes

diferenças na riqueza, as chances de estes compartilharem conjuntos menores de espécies aumenta, devido ao acaso. Os dois métodos de correção empregados – a rarefação para riqueza e o índice de Chao para similaridade – possuem propriedades compensatórias para corrigir os efeitos da abundância. Entretanto, seria preferível uma ferramenta para análise de composição que também utilizasse os procedimentos aleatórios da rarefação para controlar a abundância. Em dados de araneofauna, a abordagem que emprega a rarefação para analisar a composição foi aplicada em dados de araneofauna de região temperada (CARDOSO et al., 2009) e, recentemente, em dados tropicais (CAFOFO et al., s.d.).

Devido à maior riqueza da área 6, os dados aqui apresentados permitem reforçar as recomendações de GOTELLI; COLWELL (2001) a respeito de esforços amostrais desiguais comprometerem comparações por rarefação. Para araneofauna, mesmo usando a rarefação ou métodos equivalentes, áreas historicamente mais amostradas podem se mostrar mais ricas, o que não implica que realmente abriguem mais espécies. Portanto, estes procedimentos devem ser utilizados sempre com restrições, como padronização do esforço amostral prévio à rarefação.

Aparentemente a proximidade com grandes corpos d'água afeta a riqueza e composição em espécies de aranhas. Esta observação poderia ser confirmada com amostragens direcionadas, nas quais fossem explorados os fatores que provocam isto, contribuindo para um melhor entendimento a respeito das comunidades de aranhas. Para fins conservacionistas, o aparente padrão "meio de floresta vs. borda de baía", permite recomendar que é importante proteger tanto porções próximas à baía de Caxiuanã quanto porções distantes desta, para a conservação de mais espécies de aranhas.

REFERÊNCIAS

ABELE, L. G.; WALTERS, K. The stability-time hypothesis: Reevaluation of the data. **The American naturalis**t, v. 144, p. 559-568, 1979.

BONALDO, A. B.; DIAS, S. D. A structured inventory of spiders (Arachnida, Araneae) in natural and artificial forest gaps at Porto Urucu, Western Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 2, p. 357- 372, 2010.

BONALDO, A. B.; BRESCOVIT, A. D.; PINTO DA ROCHA, R.; RHEIMS, C. A. José Augusto Barreiros (1977-2007). **Zootaxa**, v. 1545, p. 67-68, 2007.

BONALDO, A. B.; CARVALHO, L. S.; PINTO-DA-ROCHA, R.; TOURINHO, A.; MIGLIO, L. T.; CANDIANNI, D. F; LO-MAN-HUNG, N. F.; ABRAHIM, N.; RODRIGUES, B. V. B.; BRESCOVIT, A. D.; SATURNINO, R.; BASTOS, N. C.; DIAS, S. C.; SILVA, B. J. F.; PEREIRA-FILHO, J. M. B.; RHEMS, C. A.; LUCAS, S. M.; POLOTOW, D.; RUIZ, G.; INDICATTI, R. Inventário e história natural dos aracnídeos da Floresta Nacional de Caxiuanã. In: LISBOA,P. L. B. (Org.).**Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 577-621.

CAFOFO, E. G. **Desempenho de índices de diversidade Beta com dados da araneofauna (Arachnida/Araneae) de uma floresta ombrófila de terra firme**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2011.

CAFOFO, E. G.; SANTOS, A. J.; MEDEIROS. H. F; BONALDO. A. B.; SATURNINO, R. Similarity and dissimilarity index tested with tropical data sets [s.d.]. Mimeo.

CARDOSO, P.; BORGES, P. A. V.; VEECH, J. A. Testing the performance of beta diversity measures based on incidence data: the robustness to undersampling – diversity and distributions. **A Journal of Conservation Biogeography**, v. 15, p. 1081-1090, 2009.

CARVALHO, L. S.; AVELINO, M. T. L. Composição e diversidade da fauna de aranhas (Arachnida, Araneae) da Fazenda Nazareth, Município de José de Freitas, Piauí, Brasil. **Biota Neopropica**, v. 10, p. 21-31, 2010.

CHAO, A.; CHAZDON, R. L.; COLWELL, R. K.; SHEN, T.J. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. **Ecology Letters**, v. 8, p. 148-159, 2005.

COLLINS, M. D.; SIMBERLOFF, D. S. Rarefaction and nonrandom spatial dispersion patterns. **Environmental and Ecological Statistics** , v. 16, p. 89-103, 2009.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. 2009. Acesso em: 2012.

CODDINGTON, J. A.; LEVI, H. W. Systematics and evolution of spiders (Araneae). **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 22, p. 565–592, 1991.

CODDINGTON, J.A.; AGNARSSON, I.; MILLER, J.A.; KUNTNER, M.; HORMIGA, G. Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. **Journal of Animal Ecology**, v. 78, p. 573-584, 2009.

COSTA, J. A. ;RODRIGUES, T. E.; KERN, D. C. Os solos da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta Nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 117-127.

DENGLER, J.; OLDELAND, J. Effects of sampling protocol on the shapes of species richness curves. **Journal of Biogeography**, v. 37, n. 9, p. 1698-1705, 2010. doi:10.1111/j.1365-2699.2010.02322.x

DIAS, S. C.; BRESCOVIT, A. D.; COUTO, E. C. G.; MARTINS, C. F. Species richness and seasonality of spiders (Arachnida, Araneae) in an urban Atlantic Forest fragment in Northeastern Brazil. **Urban Ecosystems**, v. 9, p. 323-335, 2006.

GASNIER, T. R.; HÖFER, H. Patterns of abundance of four species of wandering spiders (Ctenidae, C*tenus*) in a forest in Central Amazonia. **Journal of Arachnology**, v. 29, p. 95-103, 2001.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v. 4, n. 4, p. 379–391, 2001.

HÖFER, H.; BRESCOVIT, A. D. Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae; Reserva Ducke, Amazonas, Brazil). **Andrias**, v. 15, p. 99-120, 2001.

HUBBELL, S. P. **The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 2001.

HUTCHINSON, G. E. **Concluding remarks**. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, v. 22, p.15-27, 1957.

JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; BASELGA, A.; MELIC, A.; TXASKO, N. Climate and regional beta-diversity gradients in spiders: dispersal capacity has nothing to say? **Insect Conservation and Diversity**, v. 1, n. 3, p. 51-60, 2010.

LEGENDRE, P.; BORCARD, D.; PERES-NETO, P. R. Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. **Ecological Monograph**s, v. 75, n. 4, p. 435-450, 2005.

LISBOA, P. L. B. **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. 446 p.

LOESER, M. R., MCRAE, B. H., HOWE, M. M.; WHITHAM, T. G. Litter hovels as havens for riparian spiders in an Unregulated River. **Wetlands**, v. 26, n. 1, p. 13-19, 2006. doi:10.1672/0277-5212(2006)26[13:LHAHFR]2.0.CO;2

LUBIN, Y.D. Seasonal Abundance and Diversity of Web-Building Spiders in Relation to Habitat Structure on Barro Colorado Island, Panama. J**ournal of Arachnology**, v. 6, n. 1, p. 31-51, 1978.

MARTINS, M. B.; LISE, A. As aranhas. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 381-388.

MAO, C. X., COLWELL, R.; CHANG, J. Estimating the species accumulation curve using mixtures. Biometrics, v. 61. n. 2, p. 433-441, 2005. Retrieved from http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1541-0420.2005.00316.x/full

PAETZOLD A.; SCHUBERT C.J.; TOCKNER K. Aquatic terrestrial linkages along a braided river: riparian arthropods feeding on aquatic insects. **Ecosystems**, v. 8, p. 748-759, 2005.

PLATNICK, N. I. **The world spider catalog**, version 12.5. American Museum of Natural History. Disponível em: http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog. 2012. DOI: 10.5531/db.iz.0001.

REGO, F. A. A. R; VENTICINQUE, E. M. ; BRESCOVIT, A. D. Densidades de aranhas errantes (Ctenidae e Sparassidae, Araneae) em uma floresta fragmentada. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1a, 2005. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1a/pt/abstract?article+BN002051a2005>.

ROSENBERG, M. S.; ANDERSON, C. D. PASSAGE. **Pattern analysis, spatial statistics and geographic exegesis**. Version 2. 2011.

SOKAL, R. Numerical taxonomy. **Scientific American**, v. 215, n. 6, p. 106-116, 1966.

SANTOS, J. R; LACRUZ, M. S. P. Visão sinóptica da paisagem florestal a partir de imagens de satélite. In: Caxiuanã. LISBOA, P.L.B. (org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 141-162.

STOUT, J. & VANDERMEER, J. Comparison of species richness for stream-inhabiting insects in tropical and mid-latitude streams. **The American Naturalist**, v. 109, n. 263-280, 1975.

SUDAM. **Levantamentos florestais realizados pela missão FAO na Amazônia** (1956-1961). Belém: [s.n.], 1973. 366 p.

TUOMISTO, H. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. **Ecography**, v. 3, p. 2-22, 2010a.

TUOMISTO, H. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 2. Quantifying beta diversity and related phenomena. **Ecography**, v. 33, p.23-45, 2010b.

WHITTAKER, R. H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. **Ecological Monographs**, v. 3, n. 30, p. 279-338, 1960.

Anexo 1. Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Anapidae									
Anapidae sp.1						3			3
Anyphaenidae									
Anyphaenidae sp.1	1	5	4	3	1	8		3	25
Anyphaenidae sp.2	2			1			3		6
Anyphaenidae sp.3	1			1	1		1		4
Anyphaenidae sp.4	1				1				2
Anyphaenidae sp.5				1					1
Anyphaenidae sp.6					1				1
Anyphaenoides sp.1						3			3
Isigonia limbata Simon, 1897							1		1
Patrera sp.1			1						1
Araneidae									
Acacesia aff. *hamata*					1				1
Acacesia benigna Glueck, 1994		1				1	3	3	8
Actinosoma pentacanthum (Walckenaer, 1841)						1			1
Alpaida aff. *banos*						2			2
Alpaida antonio Levi, 1988		1		3		1			5
Alpaida cf. *septemmammata*	2								2
Alpaida chickeringi Levi, 1988						1			1
Alpaida delicata (Keyserling, 1892)	16	9	14	6	1	14		1	61
Alpaida guto Abrahim & Bonaldo, 2008	28	25	68	25	9	20			175
Alpaida iquitos Levi, 1988	3	3	5	6	1				18
Alpaida negro Levi, 1988						2			2
Alpaida sp.1				1					1
Alpaida sp.2	2	2			1				5
Alpaida sp.3			1						1
Alpaida sp.n. aff. *delicata*		2	1	2			1		6
Alpaida truncata (Keyserling, 1865)						13	1		14
Amazonepeira beno Levi, 1994						2			2
Amazonepeira callaria (Levi, 1991)						10	1		11
Amazonepeira manaus Levi, 1994							2		2
Amazonepeira masaka Levi, 1994	4	9	2	1	2	1			19
Araneidae sp.1								1	1
Araneus guttatus (Keyserling, 1865)	1					1			2
Araneus horizonte Levi, 1991						1			1
Araneus sp.1						1			1
Argiope argentata (Fabricius, 1775)						1			1
Bertrana elinguis (Keyserling, 1883)		4	3	5	1	5		1	19
Chaetacis aureola (C. L. Koch, 1836)			1				5		6
Chaetacis cf. *woytkowskii*	1				1				2
Chaetacis cornuta (Taczanowski, 1873)						1			1
Cyclosa caroli (Hentz, 1850)	3	2		2	2	1			10

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Cyclosa filililineata Hingston, 1932	1	8	12	9	2		51	31	114
Cyclosa inca Levi, 1999						6			6
Cyclosa longicauda (Taczanowski, 1878)						6			6
Cyclosa rubronigra Caporiacco, 1947	2	2	7	2					13
Cyclosa tapetifaciens Hingston, 1932	1	3	1	2	1	1		1	10
Dubiepeira sp.1	1								1
Enacrosoma sp.1				1			2		3
Eriophora fuliginea (C. L. Koch, 1838)	1	5	3	3		5			17
Eriophora ravilla (C. L. Koch, 1844)						1			1
Eustala sp.1						2		1	3
Eustala sp.2	1		2					1	4
Eustala sp.3	1				1	2	1	8	13
Eustala sp.4							2		2
Eustala sp.5			1				2	1	4
Eustala sp.6			1						1
Eustala sp.7						1			1
Eustala sp.8						1			1
Hypognatha belem Levi, 1996					1				1
Hypognatha lagoas Levi, 1996						2			2
Hypognatha scutata (Perty, 1833)		1	2	3		1	4		11
Hypognatha sp.1				1	1	1	1	1	5
Kapogea cyrtophoroides (F. O. P.-Cambridge, 1904)						3			3
Kapogea sexnotata (Simon, 1895)						1			1
Mangora aff. *uraricoera*	4				1	1			6
Mangora bovis Levi, 2007	1		1			3			5
Mangora brokopondo Levi, 2007			1						1
Mangora cf. *chao*								1	1
Mangora cf. *ikuruwa*			1		4				5
Mangora novempupillata Mello-Leitão, 1940			1	1	1	4	12	8	27
Mangora sp.1				1		1	3	4	9
Mangora sp.2				1					1
Mangora woytkowskii Levi, 2007	4	5	6	1	2	9			27
Manogea porracea (C. L. Koch, 1838)	2	1		2	3	1		2	11
Metazygia castaneocustata (Simon, 1895)	4	3	9	7	11			1	35
Metazygia enabla Levi, 1995	1	4	1	1	1		5	1	14
Metazygia jamari Levi, 1995							12	5	17
Metazygia laticeps (O. P.-Cambridge, 1889)		1				5			6
Metazygia paquisha Levi, 1995						3			3
Metazygia sp.1			1						1
Metazygia sp.2	1				1				2
Metazygia sp.n.1						2			2
Metazygia yobena Levi, 1995						3			3
Micrathena acuta (Walckenaer, 1841)		2		1		2	1	1	7

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Micrathena embira Levi, 1985	1			1					2
Micrathena evansi Chickering, 1960	1	4	1	1			18	29	54
Micrathena excavata (C. L. Koch, 1836)		1				2		1	4
Micrathena flaveola (Perty, 1839)		1							1
Micrathena kirbyi (Perty, 1833)	16	11	8	7	7	15	17		81
Micrathena lata Chickering, 1960		1	2						3
Micrathena miles Simon, 1895	1	2	1	2	1	9			16
Micrathena perigranatorum (Holmberg, 1883)						4			4
Micrathena pungens (Walckenaer, 1841)	1					5			6
Micrathena schreibersi (Perty, 1833)	19	4	2	4	1	10	1	1	42
Micrathena sexspinosa (Hahn, 1822)		1		1	2		1		5
Micrathena spinosa (Linnaeus, 1758)					1				1
Micrathena triangularis (C. L. Koch, 1836)	2	2	2		1	18	3	5	33
Micrathena triangularispinosa (De Geer, 1778)	2	2	3						7
Micrepeira fowleri Levi, 1995	1					3			4
Micrepeira pachitea Levi, 1995							1	2	3
Ocrepeira covillei Levi, 1993	1					4	1		6
Ocrepeira sp.1				2					2
Parawixia divisoria Levi, 1992		1	2						3
Parawixia hypocrita (O. P.-Cambridge, 1889)			1		1	1		1	4
Parawixia kochi (Taczanowski, 1873)			4		2	8			14
Parawixia matiapa Levi, 1992						1			1
Parawixia ouro Levi, 1992						1			1
Parawixia sp.1				1					1
Parawixia sp.2	1		1	2					4
Rubrepeira rubronigra (Mello-Leitão, 1939)						2			2
Scoloderus cordatus (Taczanowski, 1879)	2	3	1	4	1	2			13
Scoloderus tuberculifer (O. P.-Cambridge, 1889)						5			5
Spilasma duodecimguttata (Keyserling, 1879)	4	3	1	5	2	9	13	3	40
Spintharidius rhomboidalis Simon, 1893					1	1			2
Verrucosa sp.1				1					1
Wagneriana aff. *hassleri*			1						1
Wagneriana aff. *silvae*	2				1		1		4
Wagneriana hassleri Levi, 1991						1			1
Wagneriana sp.1					1				1
Wagneriana transitoria (C. L. Koch, 1839)			1	1					2
Xylethrus superbus Simon, 1895	1	1			1				3
Clubionidae									
Elaver sp.1	2	2		1	1	1			7
Elaver valvula (F. O. P.-Cambridge, 1900)	6	4	2	2	5	2	6	4	31
Corinnidae									
Castianeira sp.1				1					1
Corinna ducke Bonaldo, 2000	1		1		2				4

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Corinna sp.1							1		1
Corinna sp.n gr. *capito*		1			1				2
Myrmecium sp.1	5	3	1	4	2		5	6	26
Myrmecium sp.2	1			2					3
Myrmecotypus sp.1		1							1
Trachelas sp.1			1	1		2	1		5
Trachelas sp.2							1		1
Trachelas sp.3			1						1
Trachelas sp.4				1					1
Ctenidae									
Ancylometes rufus (Walckenaer, 1837)	14	36	21	48	23	39	2	5	188
Centroctenus auberti (Caporiacco, 1954)	3	4	13	10	15				45
Centroctenus sp.1						2			2
Ctenus aff. *similis*		1			5		1	1	8
Ctenus amphora Mello-Leitão, 1930	25	15	4	3	66	5		13	131
Ctenus dubius Walckenaer, 1805	20	29	23	43	39	41			195
Ctenus inaja Höfer, Brescovit & Gasnier, 1994	1		1			3			5
Ctenus sp.1	22	49	66	104	50	53	18	73	435
Ctenus sp.2			1						1
Ctenus sp.3	1	3	1	2	2		1		10
Ctenus sp.4							2	2	4
Ctenus villasboasi Mello-Leitão, 1949.	9	12	18	11	32	15			97
Enoploctenus sp.1			1						1
Nothroctenus sp.1						2		3	5
Phoneutria fera Perty, 1833	1	1		4		2			8
Phoneutria reidyi (F. O. P.-Cambridge, 1897)	4	3	4	3	5	6	2	8	35
Cyrtaucheniidae									
Bolostromus sp.1						1			1
Fufius auricomus (Simon, 1891)	1	1	1		2	5			10
Deinopidae									
Deinopis sp.1	1	1	2	6	3	6	2		21
Deinopis sp.2	1		1	4	1				7
Dipluridae									
Diplura sanguinea (F. O. P.-Cambridge, 1896)						3			3
Diplura sp.1				1		6			7
Diplura sp.2		1				1			2
Diplura sp.3						10			10
Diplura sp.4				1	1		2	1	5
Hersiliidae									
Ypypuera crucifera (Vellard, 1924)	2	1	1						4
Lycosidae									
Aglaoctenus castaneus (Mello-Leitão, 1942)						1			1
Aglaoctenus sp.1		1							1

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Lycosidae sp.1						2			2
Mimetidae									
Ero sp.1	1	2	3	1	2	1	2	1	13
Ero sp.2		1			1	2	2		6
Ero sp.3		2		1	2	1	2	1	9
Ero sp.4	1		1	1	1	1	3	2	10
Ero sp.5	3	2	1		2		1	2	11
Ero sp.6						5			5
Ero sp.7		1							1
Gelanor sp.1	1						1	3	5
Gelanor sp.2					1	2			3
Gelanor sp.3	1		1						2
Gelanor sp.4			1						1
Gelanor sp.5						1			1
Miturgidae									
Miturgidae sp.1				1			1		2
Nephilidae									
Nephila clavipes (Linnaeus, 1767)	2	5			2		1		10
Oonopidae									
Gamasomorphinae sp.1		3		1					4
Oonopinae sp.1	1	2	11	1	3		3	7	28
Oonopinae sp.2							2		2
Oonopinae sp.3					1				1
Oxyopidae									
Hamataliwa sp.1							3	1	4
Oxyopes hemorrhous Mello-Leitão, 1929						3			3
Oxyopes incertus Mello-Leitão, 1929	4	7	2			8			21
Schaenicoscelis sp.n.	2	4	2		4	1			13
Palpimanidae									
Otiothops cf. *puraquequara*		1							1
Otiothops curua Brescovit, Bonaldo & Barreiros, 2007	1						1		
Paratropididae									
Paratropis sp.1						1			1
Philodromidae									
Philodromidae sp.1								1	1
Pholcidae									
Artema sp.1					1	1			2
Carapoia fowleri Huber, 2000	13	10	14	23	14	30	38	9	151
Litoporus sp.1		1					11	25	37
Mesabolivar aurantius (Mello-Leitão, 1930)	31	20	11	31	10	16	9	3	131
Mesabolivar cambridgei (Mello-Leitão, 1947)			2	1	1		60	42	106
Mesabolivar sp.1		1		2		1	1		5
Mesabolivar sp.2						4			4

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Metagonia beni Huber, 2000			1			2	3	7	13
Metagonia sp.1			2						2
Otavaloa lisei Huber, 2000	1	17	10	16	12	19			75
Pholcidae sp.1							1		1
Pholcidae sp.2								2	2
Pholcidae sp.3	1						1		2
Pisaboa sp.1	1								1
Pisauridae									
Architis tenuipes (Simon, 1898)			2	1		4			7
Architis tenuis Simon, 1898	4					18	2	1	25
Thaumasia sp.1		1			1	3			5
Thaumasia sp.2	2	7	13	38		5			65
Thaumasia sp.3		1		2	1				4
Thaumasia velox Simon, 1898						1			1
Salticidae									
Amycina sp.1						1			1
cf. *Alcmena* sp.1					1				1
cf. *Eustiromastix* sp.1								1	1
cf. *Noegus* sp.1						1			1
cf. *Sumampattus* sp.1							1		1
cf. *Sumampattus* sp.2					1				1
cf. *Sumampattus* sp.3					1	1	1		3
Chinoscopus sp.1								2	2
Corythalia sp.1						1			1
Cylistella cuprea (Simon, 1864)			1				5		6
Cylistella sp.1	6	2	6	1	3	6	7	11	42
Cylistella sp.2		1							1
Encolpius sp.1	2	1	1						4
Encolpius sp.2		1							1
Euophrynae sp.1				1		1			2
Fluda sp.1	1					6			7
Hasarius adansoni (Audouin, 1826)						1			1
Hypaeus cf. *miles*	1			2			2		5
Hypaeus sp.1	11	18	19	21	16	24	16	13	138
Itata sp.1	3				2			3	8
Itata sp.2						1			1
Itata sp.3						1			1
Kalcerrytus amapari Galiano, 2000		1				5	1		7
Kalcerrytus sp.1						1			1
Lyssomanes longipes (Taczanowski, 1871)	3	2	12		1	2	4	4	28
Lyssomanes sp.1						1			1
Lyssomanes sp.2			1		1	2			4
Lyssomanes sp.3					1				1

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Lyssomanes sp.4	1		1						2
Lyssomanes tenuis Peckham & Wheeler, 1889		1					9	3	13
Lyssomanes unicolor (Taczanowski, 1871)							1		1
Lyssomanes velox Peckham & Wheeler, 1889			1	2	2	1			6
Mago acutidens Simon, 1900	4	3	8	4	3	3	20	5	50
Mago aff. *acutidens*	2	2	5	2	3	3	1	2	20
Mago sp.1						2			2
Mago sp.2						1			1
Noegus niveomarginatus Simon, 1900	5	13	20	7	2	8	19	13	87
Noegus sp.1	1						11	2	14
Noegus sp.2		1				1	1		3
Nycerella sp.1							1	2	3
Salticidae sp.1						1	9	1	11
Salticidae sp.2							1		1
Salticidae sp.3					1				1
Salticidae sp.4							1		1
Salticidae sp.5							1		1
Salticidae sp.6				1					1
Salticidae sp.7				1		2	2	2	7
Salticidae sp.8							1		1
Salticidae sp.9								1	1
Salticidae sp.10							1		1
Salticidae sp.11						2			2
Salticidae sp.12	3	5	3	3			1		15
Salticidae sp.13						2			2
Salticidae sp.14			1						1
Salticidae sp.15							1		1
Salticidae sp.16							2		2
Salticidae sp.17							1	2	3
Salticidae sp.18			1						1
Salticidae sp.19		2							2
Salticidae sp.20								1	1
Salticidae sp.21								1	1
Salticidae sp.22	1	2	1				2		6
Salticidae sp.23	1								1
Salticidae sp.24						1	1		2
Salticidae sp.25	2	3		1		1	2	2	11
Salticidae sp.26								1	1
Salticidae sp.27			1						1
Salticidae sp.28		2							2
Salticidae sp.29							1		1
Salticidae sp.30								3	3
Salticidae sp.31							1		1

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Salticidae sp.32					1				1
Salticidae sp.33								1	1
Salticidae sp.34				1					1
Salticidae sp.35					1	1			2
Salticidae sp.36						1			1
Salticidae sp.37						2			2
Salticidae sp.38						1			1
Salticidae sp.39						3			3
Salticidae sp.40						2		1	3
Salticidae sp.41	1	2	1				2		6
Salticidae sp.42				1					1
Salticidae sp.43		1							1
Salticidae sp.44		2	1	1		3		1	8
Scopocira sp.1	2	17	32	3	11	13	1	6	85
Scopocira sp.2	2								2
Sidusa sp.1	4	1	2	4	2				13
Sidusa sp.2				1			1		2
Sidusa sp.3					1		3	1	5
Synemosyna sp.1			2			1	4	15	22
Synemosyna sp.2								2	2
Synemosyna sp.3			1			3			4
Synemosyna sp.4						1			1
Synemosyna sp.5						1			1
Scytodidae									
Scytodes cotopitoka Rheims et al., 2005	1	15	5	2	5	1	9	1	39
Scytodes fusca Walckenaer, 1837						1			1
Scytodes lineatipes Taczanowski, 1874	1	2		4	6	7			20
Scytodes mapinguari Rheims & Brescovit, 2004						1		1	2
Senoculidae									
Senoculus sp.1		1		1	1		1		4
Senoculus sp.2		1	2	1		3	1		8
Senoculus sp.3			1	1					2
Sparassidae									
Heteropoda venatoria (Linnaeus, 1767)						9			9
Olios sp.1	1								1
Pseudosparianthis ravida Simon, 1897	3		1	1		2	2		9
Sparassidae sp.1				1					1
Sparassidae sp.2							1		1
Sparassidae sp.3		1							1
Sparassidae sp.4		1							1
Sparassidae sp.5							1		1
Sparassidae sp.6	1		1			2			4
Synotaxidae									

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Synotaxus brescoviti Santos & Rheims, 2005	3		3	6	2	8	2	13	37
Tetragnathidae									
Azilia histrio Simon, 1895	5	2	1	6	6	8	7	1	36
Chrysometa guttata (Keyserling, 1881)	1								1
Chrysometa sp.1	5			2	2				9
Dolichognatha sp.1			1		1	2	1	15	20
Dolichognatha sp.2						1			1
Leucauge sp.1					1	5	6	3	15
Leucauge sp.2						2			2
Leucauge sp.3						1			1
Leucauge sp.4						2			2
Leucauge sp.5						5			5
Leucauge sp.6						1			1
Leucauge sp.7	2	1	2	2		5			12
Leucauge sp.8		1		1	1		2	3	8
Leucauge sp.9				4	1	1			6
Leucauge sp.10	1		1	1	2	2			7
Leucauge sp.11			1	1	1		1		4
Leucauge sp.12			1			3		1	5
Leucauge sp.13						1	1		2
Leucauge sp.14						1			1
Tetragnathidae sp.1	1								1
Tetragnathidae sp.2	1	1							2
Tetragnathidae sp.3						1			1
Theraphosidae									
Acanthoscurria geniculata (C. L. Koch, 1841)						1			1
Acanthoscurria sp.1	1	1							2
Acanthoscurria sp.2							1		1
Acanthoscurria sp.3		1			1	1			3
Aff. *Holothele* sp.2						1			1
Aff. *Homoeomma* sp.1	1					1			2
Aff. *Paraphysa* sp.1				2					2
Avicularia sp.1						1			1
Avicularia sp.2				1					1
Ephebopus murinus (Walckenaer, 1837)		1		2			2	1	6
Hapalopus sp.1					2				2
Holothele rondoni (Lucas & Bücherl, 1972)						2			2
Theraphosa blondi (Latreille, 1804)						2			2
Theraphosinae sp.1								1	1
Theraphosinae sp.2						1			1
Theridiidae									
Achaearanea hieroglyphica (Mello-Leitão, 1940)				2		2			4
Achaearanea sp.1				1		2		1	4

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Achaearanea sp.2							1		1
Achaearanea sp.3			1			2			3
Achaearanea trapezoidalis (Taczanowski, 1873)	1	1							2
Anelosimus eximius (Keyserling, 1884)					34	16	11		61
Ariamnes attenuatus O. P.-Cambridge, 1881		2				8	3	3	16
Cerocida ducke Marques & Buckup, 1989						3	21	22	46
cf. *Argyrodes* sp.1	5	5	9	7	1	16	23	15	81
cf. *Argyrodes* sp.2	1			1			9	10	21
cf. *Argyrodes* sp.3							2		2
Chrosiotes sp.1						1			1
Chrysso sp.1								6	6
Chrysso sp.2						1		5	6
Coleosoma sp.2						2			2
Cryptachaea aff. *pydanieli*	9	3	4	3	2	1	1		23
Cryptachaea taeniata (Keyserling, 1884)	1								1
Dipoena aff. *duodecimpuctata*						2		2	4
Dipoena aff. *ira*								1	1
Dipoena atlantica Chickering, 1943	21	10	2	3	2		2	2	42
Dipoena cordiformis Keyserling, 1886	7			3	1		1		12
Dipoena cornuta Chickering, 1943	2	2		1				3	8
Dipoena hortoni Chickering, 1943			1						1
Dipoena kuyuwini Levi, 1963	1	1				2			4
Dipoena militaris Chickering, 1943	13	4		2	1		1		21
Dipoena rubella (Keyserling, 1884)					2				2
Dipoena sp.1	1		1	1	1		1		5
Dipoena sp.2	2	1							3
Dipoena sp.3	1								1
Dipoena sp.4							1		1
Dipoena tingo Levi, 1963			1						1
Dipoenata conica (Chickering, 1943)						1		1	2
Episinus aff. *erythrophthalmus*	51		35		3				89
Episinus aff. *salobrensis*	148	147	25	98	26		106	49	599
Episinus malachinus (Simon, 1895)	1	1	2	1	4				9
Episinus sp.1						13			13
Euryopis sp.1		1	1	1					3
Faiditus sp.1	5	2	2	5	2	3	22	20	61
Faiditus sp.2						2	2	2	6
Faiditus sp.3		1				1		1	3
Faiditus sp.4							1		1
Helvibis aff. *thorelli*	4	14	9	2	4	4	143	121	301
Lasaeola donaldi (Chickering, 1943)	2		1	1	3	3	3	1	14
Phoroncidia sp.1							32	2	34
Phoroncidia sp.2						1			1

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Phycosoma altum (Keyserling, 1886)	4		3		6		5	5	23
Rhomphaea sp.1	15	21	11	16	3		1		67
Rhomphaea sp.2	1	4	2	1		8		1	17
Rhomphaea sp.3						2			2
Spintharus sp.1			2			2		5	9
Steatoda sp.1						1	1	1	3
Stemmops sp.1							1		1
Theridiidae sp.1	7				1				8
Theridiidae sp.2				2					2
Theridiidae sp.3	1								1
Theridiidae sp.4				1					1
Theridiidae sp.5					1				1
Theridiidae sp.6						1		1	2
Theridiidae sp.7							4	5	9
Theridiidae sp.8							1		1
Theridiidae sp.9						1			1
Theridiidae sp.10						2			2
Theridiidae sp.11			1	1					2
Theridiidae sp.12						1			1
Theridiidae sp.13						1			1
Theridiidae sp.14	1								1
Theridiidae sp.15						1	1	4	6
Theridiidae sp.16							2	6	8
Theridiidae sp.17	1	1		2			4	1	9
Theridiidae sp.18								3	3
Theridiidae sp.19				1					1
Theridiidae sp.20				1					1
Theridion aff. *soaresi*	8	8	11	2		2	3	3	37
Thwaitesia bracteata (Exline, 1950)	2	1	4	5	2	2	2		18
Thwaitesia simoni (Keyserling, 1884)	9	30	14	6	24	13	23	7	126
Thymoites sp.1	1	69					153	4	227
Theridiosomatidae									
Chthonos sp.1	1		1	1	1			2	6
Chthonos sp.2	2	1		2	1		6	1	13
Theridiosomatidae sp.1	12	1	1	7	8				29
Theridiosomatidae sp.2								1	1
Theridiosomatidae sp.3				2					2
Theridiosomatidae sp.4							4	19	23
Theridiosomatidae sp.5							6		6
Theridiosomatidae sp.6							12	39	51
Theridiosomatidae sp.7			1	1		9			11
Theridiosomatidae sp.8							1		1
Theridiosomatidae sp.9						1			1

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Theridiosomatidae sp.10			4			1			5
Theridiosomatidae sp.11					1	2			3
Theridiosomatidae sp.12	5							6	11
Theridiosomatidae sp.13	3	3	2	1		1			10
Theridiosomatidae sp.14	1			1					2
Theridiosomatidae sp.15	1								1
Theridiosomatidae sp.16						1			1
Theridiosomatidae sp.17		1					2	1	4
Thomisidae									
Acentroscelus sp.1	10		3	5	6				24
Acentroscelus sp.2						1			1
Aphantochilus sp.1						5			5
Aphantochilus taurifrons (O. P.-Cambridge, 1881)			5	3	2		1	11	
Onocolus echinatus (Taczanowski, 1872)	2	7	6	2	7	3			27
Onocolus sp.1	1					3	1		5
Onocolus sp.2						1			1
Stephanopis sp.1	36	19	24	23	5	35	15	5	162
Stephanopoides sp.1			1	1					2
Strophius sp.1		2				5			7
Synaemops sp.1				1	1	1	2	1	6
Thomisidae sp.1		1							1
Thomisidae sp.2			1						1
Thomisidae sp.3								1	1
Thomisidae sp.4	1	1	1		1	1	2		7
Thomisidae sp.5	1								1
Thomisidae sp.6						1			1
Thomisidae sp.7				1		1			2
Thomisidae sp.8	1			1					2
Thomisidae sp.9	1		1	1	1				4
Thomisidae sp.10						1			1
Thomisidae sp.11	32	33	29	18	33	27	18	20	210
Thomisidae sp.12	3								3
Thomisidae sp.13				1	1	1	1		4
Thomisidae sp.14		2			2	2			6
Thomisidae sp.15		1	2	2					5
Thomisidae sp.16		1							1
Thomisidae sp.17	1								1
Titidius rubescens Caporiacco, 1947	12	6	1	10	10	15			54
Trechaleidae									
Dossenus marginatus Simon, 1898							2	2	4
Syntrechalea sp.1	2								2
Uloboridae									
Miagrammopes sp.1	5	6	8	6		4	3	5	37

Anexo 1. (cont.) Número de indivíduos adultos das famílias, espécies e morfoespécies de aranhas coletadas entre 1993 e 2006 na Flona Caxiuanã, em oito áreas.

	Áreas								
Táxon	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Miagrammopes sp.2	7	1	5	1	4	1	2	2	23
Miagrammopes sp.3	1					2			3
Miagrammopes sp.4						3			3
Miagrammopes sp.5						1			1
Uloboridae sp.1	5	1	2	4		3	10	16	41
Uloboridae sp.2							1		1
Uloboridae sp.3	1								1
Uloboridae sp.4					2	8	13	1	24
Uloboridae sp.5								6	6
Uloboridae sp.6								1	1
Uloboridae sp.7							58	18	76
Uloboridae sp.8			3	1		3			7
Uloboridae sp.9						2			2
Total geral	892	920	801	861	686	1.069	1.284	944	7.457

BIOMARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO EM GLYPHORYNCHUS SPIRURUS (VIEILLOT, 1819) (AVES: DENDROCOLAPTIDAE) NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Andreza de Lourdes Souza Gomes
Raphael de Vasconcelos Nunes
José Luiz Fernandes Vieira
Maria Luíza Videira Marceliano

As espécies reativas tóxicas de oxigênio e nitrogênio (ERTONS), formadas a partir dos mecanismos oxidativos, são fundamentais para os organismos aeróbicos, pois participam dos diversos processos metabólicos, como a produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas (HALLIWELL, 2000; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007).

O desequilíbrio entre a produção de ERTONS e as defesas antioxidantes leva ao estresse oxidativo (OS), o qual pode ser prejudicial e acarretar danos às biomoléculas, como lipídios, proteínas e DNA (HALLIWELL, 2000; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007). Os antioxidantes representam importante defesa à ação deletéria dos ERTONS; são constituídos por compostos enzimáticos e não enzimáticos. Os primeiros se localizam nos tecidos, especialmente nas mitocôndrias. Já as micromoléculas antioxidantes, como vitaminas C e E, carotenoides, flavonoides e ácido úrico são relevantes na circulação. As enzimas antioxidantes são ajustadas especificamente para regular a proteção antioxidante; já os níveis de antioxidantes, dependem da ingestão diária e de seu consumo nos diferentes processos metabólicos (ALONSO-ALVAREZ et al., 2006; BARJA, 1998; CATONI et al., 2008; COHEN et al., 2008; FINKEL; HOLBROOK, 2000).

O estresse oxidativo desempenha relevante papel ecológico e evolucionário, pois a alocação de recursos para defesa antioxidante, objetivando a manutenção da homeostasia, compromete o crescimento, a reprodução e a sobrevivência dos seres vivos (DEL MAESTRO, 1980; COSTANTINI, 2008; ROMERO, 2004).

Nas aves, a reprodução, resposta imune, migração, muda, parasitismo e alterações de habitat são indutores de estresse oxidativo (ALONSO-ALVAREZ et al., 2004; COSTANTINI et al., 2007; COSTANTINI; MOLLER, 2009; COHEN et al., 2008). Por exemplo, alterações ambientais naturais ou antropogênicas podem reduzir a disponibilidade de alimentos e, consequentemente, de micromoléculas antioxidantes, potencializando os efeitos danosos dos ERTONS. Neste contexto, foram investigados os teores de ácido úrico (AU), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e a capacidade antioxidante total (TAS), bem como a relação entre TBARS e TAS, como índice de estresse oxidativo (OS) em espécimes de *Glyphorynchus spirurus* capturados em áreas de clareira e sub-bosque, a fim de testar a hipótese de que, apesar da ampla disponibilidade de recursos nas áreas de conservação, pequenos distúrbios ambientais, como as clareiras, alteram a sua alocação ou promovem alterações metabólicas, causando o estresse oxidativo (OS) nas aves.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo: Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), localizada na porção nordeste da Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, estado do Pará. Segundo Köppen, o clima é classificado como Ami e caracteriza-se como tropical-úmido. A temperatura média anual é 27,6°C, a umidade relativa de 87% e a pluviosidade de 2.061,7 mm. Há duas estações distintas: a chuvosa, que se estende de dezembro a maio, e outra mais seca, de junho a novembro. A vegetação predominante é a mata de terra firme, ocupando 85 % da área (LISBOA et al., 1997).

Foram realizadas sete expedições na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de abril a dezembro de 2010. Para o delineamento amostral foi selecionada uma parcela de 100 hectares de floresta de terra firme, que foi dividida em quatro subparcelas e selecionados seis pares de sítios (6 clareiras e 6 em floresta). Entre os pares, foi observada uma distância média de 200 metros.

Em cada ponto de coleta foram utilizadas 10 redes ornitológicas (12m x 2.5 m malha de 36 mm), abertas das 6 h às 14 h, por dois dias consecutivos, vistoriadas a cada quarenta e cinco minutos, perfazendo um total de 1.200 m^2/8h de redes por amostragem. Os pontos de coletas foram georreferenciados com auxílio de GPS-Carmin.

Os espécimes capturados foram mantidos em saco de algodão com papel filtro por 30 minutos; pesados, com auxílio de balança pesola; identificados; coletado sangue; anilhados e liberados. A nomenclatura seguiu o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2011).

Amostras: foram coletadas amostras de sangue de 30 espécimes de *Glyphorynchus spirurus*, em volume de 0,5 ml, da veia branquial, utilizando seringa de polipropileno estéril, de 1,0 ml, tipo tuberculina, equipada com agulha de 26/12 ou 27/20. A seguir, as amostras foram transferidas para microtubos de polietileno, contendo heparina como anticoagulante, identificadas com etiquetas apropriadas, mantidas sob refrigeração a - 4^{0}C e levadas ao laboratório de toxicologia da Universidade Federal do Pará.

Obtenção do plasma: os microtubos foram centrifugados a -4^{0}C a 2.000 g, por cinco minutos. O plasma foi transferido para microtubo de polipropileno e submetido à determinação das atividades das b-esterases. O tempo decorrido entre a coleta do material e as análises laboratoriais foi inferior a oito dias.

Determinação da peroxidação lipídica (TBARS): a lipoperoxidação foi avaliada pela quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), uma técnica amplamente utilizada, por ser de fácil execução e baixo custo (ESTERBAUER, 1996). De maneira sucinta, o processo consiste em uma etapa prévia de precipitação das lipoproteínas com ácido tricloroacético 0,05M, com adição posterior de ácido tiobarbitúrico 0.67 %, em sulfato de sódio 2M. A reação é realizada em banho de água por 30 minutos. O cromógeno resultante é extraído com n-butanol, que é medido em 530 nm. Os resultados são expressos como nmoles de TBARS/l.

Determinação de ácido úrico (AU): é o principal metabólito nitrogenado nas aves e também considerado importante agente antioxidante. Foi utilizado Kit comercial Labtest, obedecendo-se as recomendações de diluição da amostra de sangue, seguindo-se os protocolos padrões de laboratório clínico.

Determinação da capacidade antioxidante total (TAS): marcador sensível foi usado para avaliar a capacidade antioxidante total de moléculas circulantes, as quais não poderiam ser avalidas através da determinação de apenas um antioxidante específico (COHEN et al., 2007; COHEN; MCGRAW, 2009).

Portanto, neste estudo, foi determinado pela Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox (TEAC). Esta técnica é baseada na redução da absorvância medida a 740nm do radical 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina 6-sulfonato - ABTS) pelos antioxidantes presentes na amostra de maneira proporcional à sua concentração. A capacidade antioxidante das amostras foi expressa pela sua equivalência ao Trolox, a partir de uma curva de calibração contendo diluições sucessivas deste antioxidante (PRIOR; CAO, 1999; RE et al., 1999).

Determinação do estresse oxidativo (OS): considerada a relação entre ácido tiobarbitúrico (TBARS) e capacidade antioxidante total (TAS), os elevados valores indicam estresse oxidativo. Esta relação é modificada pela resposta antioxidante do organismo contra o excesso de pró oxidantes, pois as duas variáves são significativamente correlacionadas (YEUM et al., 2004; COHEN et al., 2008; ESTERBAUER, 1996; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007; COSTANTINI; VERHULST, 2009).

Avaliação estatística: os dados estão apresentados como média e desvio padrão. A normalidade foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. A comparação entre ácido úrico (AU), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e capacidade antioxidante total (TAS) nas áreas de clareira e sub-bosque foi realizada pelo teste t de student. O nível de significância aceito foi de 5%. As análises estatísticas foram realizadas no software STATISTICA (Version 6, Stat Soft 2001, Tulsa, USA).

Aspectos éticos: a captura das aves e a coleta de material biológico foi realizada conforme autorização nº 23343-1, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

RESULTADOS

As variáveis apresentaram distribuição normal na amostra estudada. Os valores médios e os respectivos desvios-padrão de ácido tiobarbitúrico (TBARS), ácido úrico (AU), capacidade antioxidante total (TAS) e estresse oxidativo (OS), nas áreas de sub-bosque e clareiras estão apresentados na Tabela 1. O valor médio de tiobarbitúrico (TBARS) foi significativamente superior nas clareiras ($t=4.7$; $p< 0.0001$). Resultados semelhantes foram observados na comparação dos níveis médios de ácido úrico (AU) entre as duas áreas, cujos valores foram altamente significativos nas clareiras ($t=11.02$; $p<0.001$), e para os valores médios de estresse oxidativo, que foram significativamente superiores nas clareiras ($t=2.61$; $p<0.05$). Entretanto, a capacidade antioxidante total foi semelhante nos dois ambientes estudados ($t=1.08$; $p>0.05$).

Tabela 1. Biomarcadores de estresse oxidativo, expressos como média e desvio-padrão, em espécimes de *Glyphorynchus spirurus*, capturados na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, em 2010.

Área	N	TBARSmM/l	AUMg/dl	TASnM/l*	OS
Sub-bosque	15	0,35±0,18	27,7±6,09	0,39±0,17	1,07±0,71
Clareiras	15	0,75±0,27**	65,86±11,9**	0,45±0,15	1,69±0,57**

N = número de espécimes capturados; *TAS expresso como capacidade antioxidante equivalente ao Trolox; AU ácido úrico, UOS estresse oxidativo expresso como a relação entre o TBARS e o TAS**p<0,05.

DISCUSSÃO

A família Dendrocolaptidae é endêmica da região neotropical, habitando preferencialmente, florestas tropicais; poucas espécies vivem em savanas ou áreas semiabertas. São exímios escaladores de

troncos e poucos forrageiam no solo. *Glyphorynchus spirurus* é o menor representante desta família, com aproximadamente 14 cm de comprimento, facilmente reconhecido pelo bico curto e levemente curvado para cima; distribui-se do México ao leste do Brasil, mas na região amazônica habita mata de terra firme e, ocasionalmente, áreas de várzea ou igapós. Forrageiam aos pares nos estratos mais baixos das florestas e frequentemente se associam a bandos mistos. Sua dieta é constituída principalmente por artrópodes (MARANTZ et al., 2003).

No estudo do estresse oxidativo (OS), a distribuição geográfica das aves e a sua guilda alimentar são elementos importantes a se considerar, uma vez que as condições fisiológicas das aves podem ser alteradas por estímulos estressores, resultantes de mudanças ambientais, tornando-se relevante no estudo de ecologia. A avaliação do estresse oxidativo nas aves é possível a partir do emprego de biomarcadores não letais. Atualmente, como os níveis de cortisol e glutationa, e a relação entre heterófilo e linfócito (LIN et al., 2000; MAXWELL, 1993; MONAGHAN et al., 2009; YEUM et al., 2004).

Neste estudo, optou-se pelo uso do ácido tiobarbitúrico (TBARS), por ser uma técnica de baixo custo e eficaz, permitindo o acompanhamento correto ao longo do tempo e espaço (BENNETT; OWENS, 2002).

A diferença significativa no nível médio de ácido tiobarbitúrico (TBARS) entre as áreas estudadas, sugere o aumento da produção dos ERTONS nos espécimes capturados nas clareiras, suportando a hipótese que pequenos distúrbios ambientais acarretam alterações metabólicas significativas nas aves, tais como o aumento da demanda energética e novas estratégias de voo para evitar a predação, tornando-as sucetíveis aos efeitos danosos dos ERTONS.

Os teores de ácido úrico (AU) são o produto final do catabolismo das proteínas. Sua concentração plasmática é determinada pelo turnover das proteínas, como, por exemplo, após intenso vôo, as proteínas são degradadas elevando os teores plasmáticos deste composto. (KLAASSEN et al., 2000). As concentrações plasmáticas de ácido úrico (AU) foram consideravelmente elevadas, quando comparadas com outros vertebrados, corroborando os estudos de outros autores (TSAHAR et al., 2006, LUMEIJ; REMPLE, 1991), na proteção das aves contra estresse oxidativo (OS). Neste sentido, o aumento significativo dos teores de ácido úrico nos espécimes capturados nas clareiras pode representar efeito protetor ao aumento dos compostos reativos ao ácido tiobarbitúrico.

Por outro lado, a capacidade antioxidante total foi semelhante nos espécimes capturados nos dois ambientes, o que pode ser creditado ao fato deste biomarcador refletir os antioxidantes circulantes provenientes principalmente da dieta, a qual pode ser semelhante nas duas áreas de estudo, e relativamente constante no decorrer do período de estudo.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram o aumento da lipoperoxidação e do estresse oxidativo nos espécimes capturados nas clareiras, o qual foi compensado pela elevação do ácido úrico, demonstrando, desta forma, a importância da conservação do ambiente para a preservação da biodiversidade. São necessários estudos complementares referentes ao estresse oxidativo em outras espécies de aves nas unidades de conservação, os quais poderiam ser utilizados como valores de referência e preditivos para a avifauna, em regiões sob forte pressão de fatores ambientais antropogênicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Capacitação Institucional PCI/MCTI/CNPq/MPEG; ao Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/ CNPq /MPEG pelas bolsas concedidas; à Secretária de Educação do Estado do Pará; aos pesquisadores Maria das Graças Ferraz, Antônio Carlos Lobo Soares e Rosa Paes, pelo valioso apoio logístico na Estação Científica Ferreira Penna.

REFERÊNCIAS

ALONSO-ALVAREZ, C.; BERTRAND, S.; DEVEVEY, G.; PROST, J.; FAIVRE, B.; SORCI, G. Increased susceptibility to oxidative stress as approximate cost of reproduction. **Ecology Letters**, p. 7363-7368, 2004.

ALONSO-ALVAREZ, C.; BERTRAND, S.; DEVEVEY, G.; PROST, J.; FAIVRE, B.; CHASTEL, O.; SORCI, G. An experimental manipulation of life-history trajectories and resistance to oxidative stress. **Evolution**, v. 60, p. 1913-1924, 2006.

BARJA, G. Mitochondrial free radical production and aging in mammals and birds. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 20, p. 224-23. 1998.

BENNETT, P. M.; OWENS, I.P.F. **Evolutionary ecology of birds**: **l**ife histories, mating systems and extinction. Oxford: Oxford University Press, 2002.

CATONI, C.; PETERS, A.; SCHAEFER, H. M. Life history trade-offs are influenced by the diversity, availability and interactions of dietary antioxidants. **Animal Behaviour**, v. 76, p. 1107-1119, 2008.

COHEN, A. A.; MCGRAW, K. J.; WIERSMA, P.; WILLIAMS, J. B.; ROBINSON, W. D.; ROBINSON, T. R.; BRAWN, J. D.; RICKLEFS, R. E. Interspecific associations between circulating antioxidant levels and life history variation in birds. **The American Naturalist**, v. 172, p. 178-193, 2008.

COHEN, A.; KLASING, K.; RICKLEFS, R. Measuring circulating antioxidants in wild birds. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**: **Biochemistry and Molecular Biology**, v. 147, p. 110-121, 2007.

COHEN, A. A.; HAU, M.; WIKELSKI, M. Stress, metabolism, and antioxidants in two wild passerine bird species. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 81, p. 463-472, 2008.

COHEN, A. A.; MCGRAW, K. J. No simple measures for antioxidant status in birds: complexity in inter- and intraspecific correlations among circulating antioxidant type. **Functional Ecology**, v. 23, p. 310-320, 2009.

COMITE BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. **Listas das aves do Brasil**. Disponível em: http://www.cbro.org.br. 2011.

COSTANTINI, D.; MOLLER, P. Does immune response cause oxidative stress in birds? A meta-analysis. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, **Molecular e Integrative Physiology**, v. 153, p. 339-344, 2009.

COSTANTINI, D.; VERHULST, S. Does high antioxidant capacity indicate low oxidative stress? **Functional Ecology**, v. 23, p. 506-509, 2009.

COSTANTINI, D.; CARDINALE, M.; CARERE, C. Oxidative damage and anti-oxidant capacity in two migratory bird species at a stop-over site. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part C**., v. 144, p. 363-371, 2007.

COSTANTINI, D. Oxidative stress in ecology and evolution: lessons from avian studies. **Ecology Letters**, v. 11, p. 1238-1251, 2008.

DEL MAESTRO, R. F. An approach to free radicals in medicine and biology. **Acta Physiologica Scandinavica Supplementum**, v. 492, p. 53-168, 1980.

ESTERBAUER, H. Estimation of peroxidative damage: a critical review. **Pathologie et Biologie**, v. 44, p. 25-28, 1996.

FINKEL, T.; HOLBROOK, N. J. Oxidants, oxidative stress and the biology of aging. **Nature**, v. 408, p. 239-247, 2000.

HALLIWELL, B. The antioxidant paradox. **Lancet**, v. 355, p. 1179-1180. 2000.

HALLIWELL, B. H.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**, 4. ed. Oxford: Oxford University Press, 2007.

LIN, H.; DU, R.; GU, X. H.; LI, F. C.; ZHANG, Z. Y. A study on the plasma biochemical indices of heat-stressed broilers. Asian-australas**. Journal Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 13, p. 1210-1218, 2000.

LISBOA, P. L. B. A Estação Científica Ferreira Penna/ECFPn. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997, p. 23-49.

LUMEIJ, T. J.; REMPLE, J. D. Plasma urea, creatinine and uric acid concentrations in relation to feeding in peregrine falcons (*Falco peregrinus*). **Avian Pathology**, v. 20, p. 79-83, 1991.

KIRKWOOD, T. B. L. Understanding the odd science of aging. **Cell**, v. 120, p. 437-447, 2005.

KLAASSEN, M.; KVIST A, L. M. A. Flight costs and fuel composition of a bird migrating in a wind tunnel. **Condor**, v. 102, p. 444-451, 2000.

MARANTZ, C. A.; ALEIXO, A; BEVIER, L. R.; PATTEN, M. A. Family Dendrocolaptidae (Woodcreepers). In: HOYO, D.; ELLIOT, J.; CHRISTIE, D. A. (Eds.). **Handbook of the birds of the world**. v. 8. Broadbills to Tapaculos. Barcelona, Lynx Edicions. 2003. p. 358-447.

MAXWELL, M. H. Avian blood leucocyte responses to stress. **World's Poultry Science Journal**, v. 49, p. 34-43, 1993.

MONAGHAN, P.; METCALFE, N. B.; TORRES, R. Oxidative stress as a mediator of life history trade-offs: mechanisms, measurements and interpretation. **Ecology Letters**, v. 12, p. 75-92, 2009.

PRIOR, R.L.; CAO, G. In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. **Free radical Biology Medicine**, v. 27, p. 1173-1181, 1999.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine,** v. 26, p. 1231-1237, 1999.

ROMERO, L. M. Physiological stress in ecology: lessons from biomedical research. **Trends in Ecology e Evolution**, v. 19, p. 249-255, 2004.

TSAHAR, E.; ARAD, Z.; IZHAKI, I. The relationship between uric acid and its oxidative product allantoin: a potential indicator for the evaluation of oxidative stress in birds. **Journal of Comparative Physiology B Biochemical Systemic and Environmental Physiology**, [B] v. 176, p. 653-661, 2006.

YEUM, K. J.; RUSSELL, R. M.; KRINSKY, N. I.; ALDINI, G. Biomarkers of antioxidant capacity in the hydrophilic and lipophilic compartments of human plasma. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 430, p. 97-103, 2004.

INTERAÇÃO MUTUALÍSTICA ENTRE AVES DA FAMÍLIA PIPRIDAE E PLANTAS NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Andreza de Lourdes Souza Gomes
Maria Luíza Videira Marceliano

INTRODUÇÃO

O consumo de frutos por animais pode representar uma interação mutualística, na qual realizam a disseminação dos diásporos, e em troca obtêm o retorno nutricional necessário para suas necessidades metabólicas (SNOW, 1981; VAN DER PIJIL, 1982). A frugivoria desempenha papel fundamental na determinação da estrutura e da dinâmica das comunidades, principalmente na região tropical, onde cerca de 50 % a 90 % das espécies de árvores e arbustos apresentam frutos adaptados à dispersão zoocórica (HOWE; SMALLWOOD, 1982).

Dentre os vertebrados, as aves frugívoras destacam-se como importantes dispersoras de sementes, por constituírem parcela significativa da biomassa, pela frequência com que se alimentam dos frutos e pela elevada capacidade de deslocamento e ocupação de diferentes ambientes. Aves frugívoras constituem 56 % das famílias de aves do mundo e ocorrem em praticamente todos os ambientes terrestres, apresentando maior diversidade na região tropical (JORDANO et al., 2006). no Brasil, segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2009), já foi registrado o consumo de frutos e/ou sementes em 47 das 96 famílias de aves.

O grau de frugivoria entre as famílias de aves apresenta um gradiente que varia entre consumo acidental (e.g., Ardeidae, Aramidae, Threskiornithidae), esporádico (e.g., Rallidae, Cathartidae, Alcedinidae, Falconidae) ou regular de frutos. Este último já descrito em 22 famílias, dentre as quais se destaca a família Pipridae, considerada potencialmente dispersora nas áreas de sub-bosque florestal (MORTON, 1973; MOERMOND; DENSLOW, 1985).

Os piprídeos (Aves: Pipridae) habitam ambientes florestais de toda a região neotropical, atingindo maior diversidade na região amazônica, que coincide com as áreas de endemismo denominadas Imeri, Pará e Rondônia (ANCIÃES; PETERSON, 2006). Esta família apresenta sistema de acasalamento do tipo polígamo, no qual um único macho pode fecundar várias fêmeas no mesmo dia, e cada uma delas criará seus filhotes sem ajuda e fora do território paterno. O período reprodutivo inicia-se com a escolha do parceiro e antecede a estação chuvosa. Desta forma, os filhotes saem dos ovos justamente quando as chuvas viabilizam maior abundância de frutos (GIRÃO; SOUTO, 2005). O término do período é demarcado pela muda das penas de vôo dos adultos, um processo anual, dispendioso e vital para o indivíduo, energeticamente incompatível com a reprodução (SICK, 1997).

Considerando que a perda das interações mutualísticas entre aves e plantas nas florestas tropicais pode ocasionar a extinção local ou regional dos táxons envolvidos, bem como a importância dos piprídeos como dispersores de sementes no sub-bosque, o objetivo deste estudo foi caracterizar a estruturação da rede de interação mutualística entre as aves da família Pipridae e plantas na Floresta Nacional de Caxiuanã, identificando seus principais componentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo: Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), localizada na porção nordeste da Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, estado do Pará. Segundo Köppen, o clima é classificado como Ami e caracteriza-se por ser tropical úmido. A temperatura média anual é de 27,6°C; a umidade relativa, 87 % e a pluviosidade de 2.061,7 mm. Há duas estações distintas: a chuvosa, que se estende de dezembro a maio; e a mais seca, de junho a novembro (COSTA; MORAES, 2002). A vegetação predominante é a mata de terra firme, ocupando 85 % da área (LISBOA et al., 1997).

No período de abril a dezembro de 2010, foram realizadas sete expedições à Floresta Nacional de Caxiuanã. Para o registro das interações, foi selecionada uma parcela de 100 hectares na floresta de terra firme, subdividida em grades, e sorteados aleatoriamente doze pontos de coleta, georreferenciados com auxílio de GPS-Carmin. Em cada ponto foi disposta uma linha de 10 redes de neblina (12m x 2.5 m malha de 36 mm), abertas das 6 h às 14 h, por dois dias consecutivos, perfazendo um esforço de captura de 1.2600 h.m^2 (STRAUBE; BIANCONI 2002).

As aves capturadas foram mantidas por cerca de 30 minutos em sacos de algodão contendo papel filtro em seu interior, para se obter amostras de fezes e regurgito (DEKINGA; PIERSMA, 1993; TAYLOR; O'HALLORAN, 1997), sendo, depois, liberadas. A classificação e nomenclatura utilizadas seguiram o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2009).

O material foi acondicionado em tubo tipo eppendorf, mantido à temperatura ambiente e conservado em álcool a 70°G.L, e devidamente transportado para o Laboratório de Ornitologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). A seguir, as amostras foram triadas com auxílio de estereomicroscópio ZEISS Stemi SV11 e as sementes encontradas foram retiradas com estiletes de ponta fina e identificadas no laboratório de Botânica do MPEG.

Análise de dados: no estudo dos padrões de interações mutualísticos entre aves e plantas, foram analisados os dados de frugivoria, com maior destaque para a dispersão das sementes, excluindo-se os eventuais registros de predação, quando não estavam intactos. Os dados foram organizados em uma matriz qualitativa binária (presença ou ausência), na qual as espécies vegetais foram plotadas nas linhas, e as espécies de aves nas colunas (SILVA et al., 2002). Para a elaboração da rede de interação mutualístico-dispersiva planta-frugívoros, utilizou-se o software Pajek (PAJEK, 2011). A importância das espécies na rede de interação mutualística foi determinada através do índice de importância (MURRAY, 2000; SILVA et al., 2002).

Aspectos éticos: a captura das aves e coleta de material biológico foi realizada conforme a autorização nº 23343-1, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas oito espécies de aves pertencentes à família Pipridae na ECFPn: *Tyranneutes stolzmanni* (HELLMAYR, 1906); *Pipra fasciicauda* Hellmayr, 1906; *Pipra rubrocapilla* Temminck, 1821; *Piprites chloris* (TEMMINCK, 1822); *Manacus manacus* (Linnaeus, 1766); *Heterocercus linteatus* (Strickland, 1850); *Dixiphia pipra* (LINNAEUS, 1758) e *Chiroxiphia pareola* (Linnaeus, 1766). Estas espécies se destacam como potenciais dispersoras de sementes no sub-bosque, uma vez que consomem grande quantidade de frutos e transportam as sementes para longe da planta matriz, reduzindo, assim, a competição pelos recursos essenciais, como luz, água e nutrientes, e os locais de intensa predação (DENSLOW; MOERMOND, 1982; LOISELLE, 1990).

A análise de 50 amostras de fezes e regurgitos permitiu registrar o consumo de frutos de 10 espécies de plantas, pertencentes a 6 famílias, destacando-se Rubiaceae, com 4 espécies (Tabela 1), principalmente *Faramea anisocalyx* Poeppig & Endlicher, 1845 (Rubiaceae), que interagiu com todas as espécies de aves, e *Miconia ciliata* (Rich.), 1828 (Melastomataceae), que interagiu com 88 % das espécies. Snow (1962) relatou o consumo de frutos desta família, com o registro de 15 espécies de rubiáceas e 17 de melastomatáceas e, dentre estas, 15 do gênero *Miconia*.

Tabela 1. Família, espécie, tipo e coloração de frutos das plantas registradas na dieta das aves da família Pipridae, na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de abril a dezembro de 2010.

Família	Espécie	Tipo	Cor
Ancardiaceae	*Tapirira guianensis*	drupa	amarelo
Arecaceae	*Euterpe oleracea*	drupa	preto
Melastomataceae	*Miconia ciliata*	baga	preto
Melastomataceae	*Miconia cinnamomifolila*	baga	preto
Myrsinaceae	*Myrsine umbellata*	drupa	preto
Rubiaceae	*Faramea anisocalyx*	drupa	preto
Rubiaceae	*Psychotria sessilis*	drupa	azul
Rubiaceae	*Psychotria colorata*	drupa	azul
Rubiaceae	*Psychotria iodotricha*	drupa	roxo
Ulmaceae	*Trema micranta*	drupa	vermelho

A coloração dos frutos apresenta diferentes funções, tais como: atrair a atenção dos potenciais dispersores, revelar a localização da planta e sinalizar o estágio de maturação do fruto (VAN DER PIJL, 1982). Dentre os vegetais consumidos pelos piprídeos, o tipo de fruto predominante foi a drupa (80 %); e a coloração preta, a mais significativa (50 %), corroborando com os resultados de outros autores (WHEELWRIGHT; JANSON, 1985; WILSON et al., 1990), os quais demonstraram que esta cor ocorre com maior frequência nos estudos de dispersão de sementes por aves.

A rede de interação mutualística foi composta por 18 espécies. Destas, 8 são de aves da família Pipridae e 10 de plantas presentes na dieta (Figura 1). A conectância foi 40 %, isto é, das 80 interações possíveis de ocorrer, foram registradas 32. Dentre as plantas, as espécies com maior número de interações foram *Faramea anisocalyx* (25 %) e *Miconia ciliata* (22 %); e as aves que estabeleceram maior número de interações foram *Dixiphia pipra* (25 %) e *Pipra rubrocapilla* (19 %). Estas espécies estão ilustradas na Figura 2a-d.

As espécies com maior número de interações são propensas a interagir entre si, como foi observado em *Faramea anisocalyx* e *Dixiphia pipra*, e em *Miconia ciliata* e *Pipra rubrocapilla*. Já aquelas com poucas conexões, a interação geralmente ocorre entre as espécies com várias interações, como foi observado entre *Myrsine umbellata e Tyranneutes stolzmanni* (JORDANO et al., 2006).

As famílias Rubiaceae e Melastomataceae apresentaram 85 % das interações, indicando a preferência das aves da família Pipridae pelos frutos destas plantas, corroborando observações de Théry (1990), que demonstrou elevado consumo das espécies dos gêneros *Psychotria* (Rubiaceae) e *Miconia* (Melastomatacea), pelos piprídeos. Estudos realizados na América do sul e Central (SNOW, 1965; MARINI, 1992; STILES; ROSSELLI, 1993) indicaram que a abundância dos piprídeos pode estar relacionada à disponibilidade destas plantas nas áreas de sub-bosque florestais. Soma-se a isto, o fato de que, nos trópicos, estudos

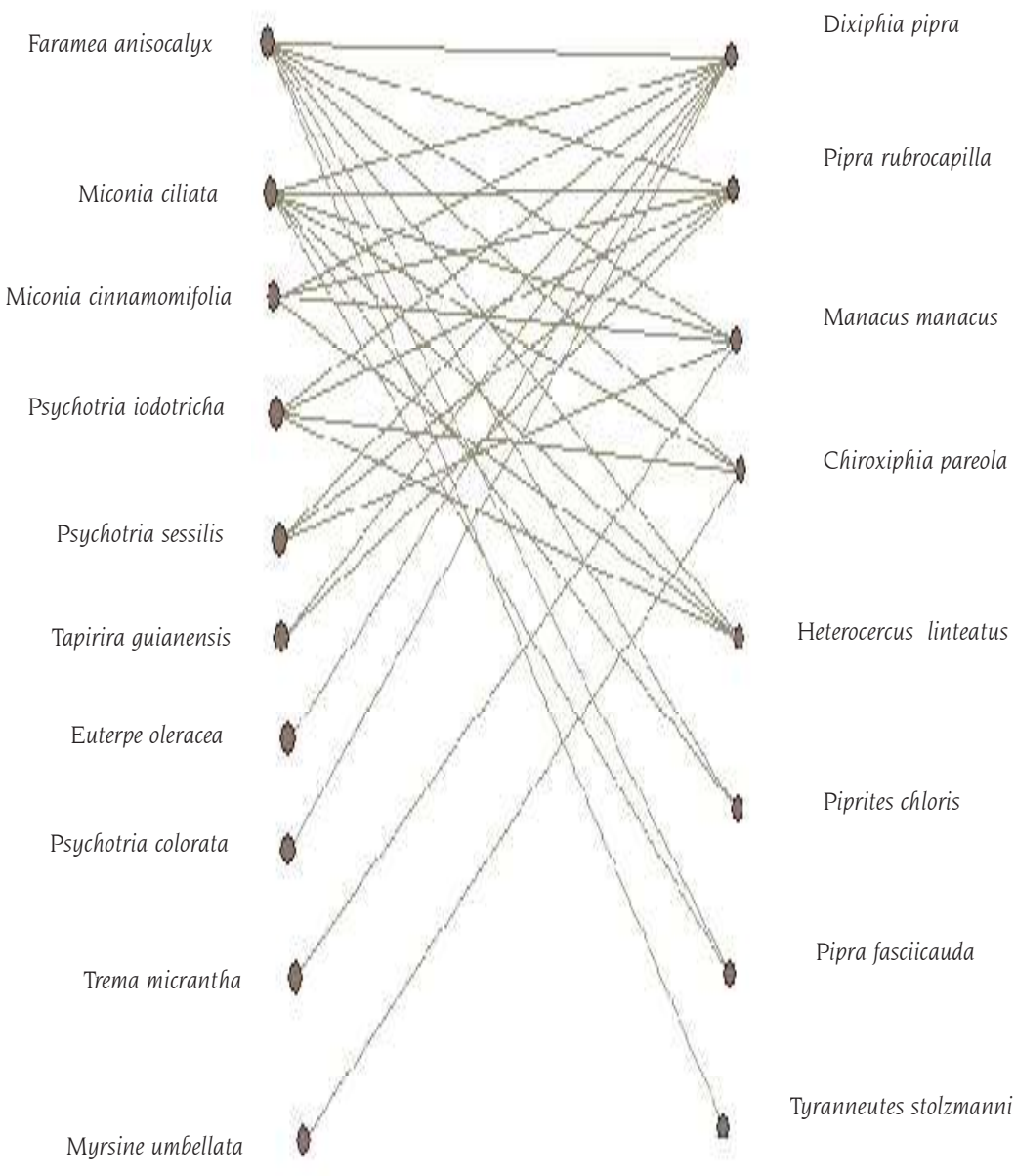


Figura 1. Rede de interação mutualística entre as espécies de aves da família Pipridae e plantas na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de abril a dezembro de 2010.

apontaram a possível coevolução das famílias Pipridae e Melastomataceae, principalmente o gênero M*iconia*. (CHARLES-DOMINIQUE, 1993; STILES; ROSSELLI, 1993).

D*ixiphia pipra* apresentou maior índice de importância, caracterizando-se como o principal dispersor em potencial da família Pipridae na área (Figura 3), corroborando o estudo realizado por Gomes (2008), que destacou esta espécie como a principal dispersora de sementes em sub-bosque na Amazônia.



Figura 2a-d. Plantas e aves da Floresta Nacional de Caxiuanã: a. F*aramea anisocalyx*; b. M*iconia ciliata*; c. P*ipra rubrocapilla*; d. D*ixiphia pipra*.

As espécies de plantas mais importantes na dieta das aves estudadas foram F*aramea anisocalyx*, com 0,36 e M*iconia ciliata* com 0,25, as quais, somadas, representaram 62 % do índice de importância (Figura 4).

O maior número de interações registrado para F*aramea anisocalyx* pode estar relacionado à maior disponibilidade de frutos, resultante do período mais longo de frutificação. Esta característica pode ser considerada como estratégia utilizada por algumas espécies de plantas na região tropical, para atrair maior número de frugívoros (HOWE, 1993).

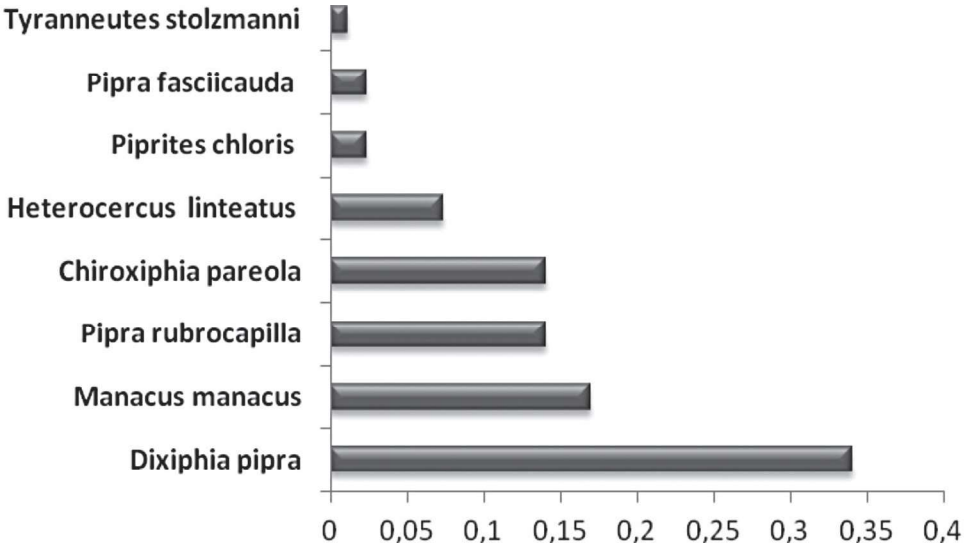


Figura 3. Índice de importância das espécies de aves da família Pipridae na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de abril a dezembro de 2010.

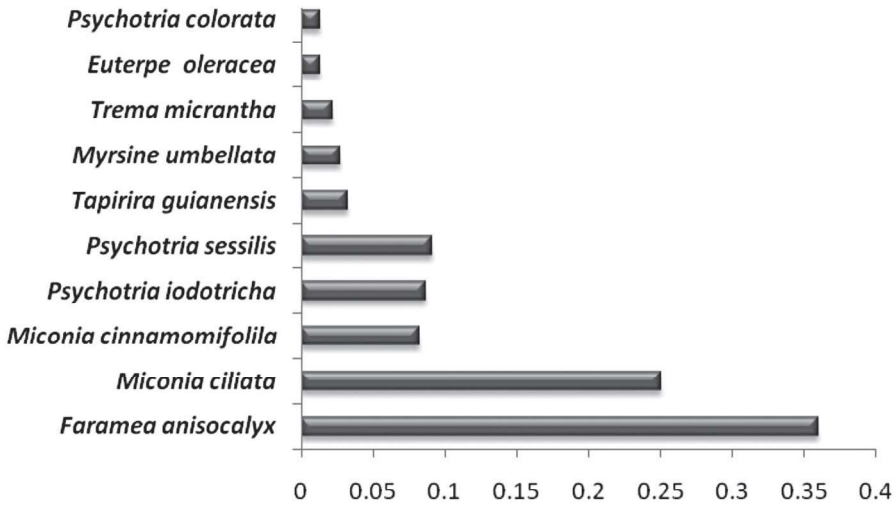


Figura 4. Índice de importância de frutos das espécies de plantas registrada na dieta das aves da família Pipridae na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de abril a dezembro de 2010.

CONCLUSÃO

Este estudo reforça a importância das aves de pequeno porte nos processos de dispersão e distribuição espacial das espécies vegetais. Os piprídeos têm preferência pelos frutos das famílias Rubiaceae e Melastomataceae, com predomínio daqueles de coloração preta. As espécies que alcançaram maior índice de importância na dieta das aves estudadas foram F*aramea anisocalyx* e M*iconia ciliata*, constituindo um recurso disponível durante a maior parte do ano. Dentre os piprídeos, as espécies que se destacaram como potenciais dispersores de sub-bosque na área foram D*ixiphia pipra* e P*ipra rubrocapilla*.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Programa de Capacitação Institucional PCI/MCTI/MPEG, pela bolsa concedida; à Secretaria de Educação do Estado do Pará; aos pesquisadores Maria das Graças Ferraz, Antônio Carlos Lobo Soares e Rosa Paes, pelo valioso apoio logístico na Estação Científica Ferreira Penna; e ao Sr. Carlos Rosário, pelo auxílio nas identificações botânicas.

REFERÊNCIAS

ANCIÃES, M.; PETERSON, A. T. Climate change effects on neotropical manakin diversity based on ecological niche modeling. **The Condor**, v. 108, p. 778-791, 2006.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Speciation and coevolution: an interpretation of frugivory phenomena. **Vegetatio**, v. 107/108, p. 75-84, 1993.

COMITE BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. Listas das aves do Brasil. Disponível em: http://www.cbro.org.br. 2009.

COSTA, J. P. R.; MORAES, J. C. Médias mensais de variáveis meteorológicas. In: **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. LISBOA, P. L. B. (Org.). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 225-234.

DEKINGA, A.; PIERSMA, T. Reconstructing diet-composition on the basis of faeces in a mollusc-eating-wader, the knot Calidris canutus. **Bird Study**, v. 40, p. 144-156, 1993.

DENSLOW, J. S.; MOERMOND, T. C. The effect of accessibility on removal rates of fruits from tropical shrubs: an experimental study. **Oecologia**, v. 54, p. 170-176. 1982.

GIRÃO, W.; SOUTO, A. Breeding period of Araripe Manakin Antilophia bokermanni inferred from vocalisation activity. **Cotinga**, v. 24, p. 35-37, 2005.

GOMES, A. L. S. **Interação mutualística entre aves frugívoras de sub-bosque e plantas no Parque Ecológico de Gunma**, Santa Bárbara do Pará. 2008. 86f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará; Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, 2008.

HOWE, H. F. Aspects of variation in a neotropical seed dispersal system. In: FlEMING, T. H.; ESTRADA. A. (Eds.). **Frugivory and seed dispersal**: ecological and evolutionary aspects. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 1993. p. 149-162.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228, 1982.

JORDANO, P., BASCOMPTE, J.; OLESEN, J. M. Theecological consequences of complex topology and nestedstructure in pollination webs. In: WASER, N. M.; OLLERTON, J. (Eds.). **From specialization to generalization in plant pollinator interactions**. University of Chicago Press. 2006. p. 173-199.

LISBOA, P. L. B. A Estação Científica Ferreira Penna/ECFPn. In: **Caxiuanã**. LISBOA, P. L. B. (Org.). Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi. 1997. p. 23-49.

LOISELLE, B. A. Seeds in droppings of tropical fruit-eating birds: importance of considering seed composition. **Oecologia**, v. 82, p. 494-500, 1990.

MARINI, M. A. Foraging behavior and diet of Helmeted Manakin. **The Condor**, v. 94, p. 151-158, 1992.

MOERMOND, T. C.; DENSLOW J. S. Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition, with consequences for fruit selection. **Ornithological Monographs**, Washington, v. 36, p. 865-897, 1985.

MORTON, E. S. On the evolutionary advantages and disadvantages of fruit eating in tropical birds. **American Naturalist**, v. 107, n. 953, p. 8-22, 1973.

MURRAY, K. G. The importance of different bird species as seed dispersers. In: NADKARNI, N. M.; WHEELWRIGHT, N. T. (Eds.). **Monteverde**: ecology and conservation of a tropical cloud forest. New York, Oxford University Press. 2000. p. 294-295.

PAJEK. Disponível em: http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek Acessado em: 2 jan. 2011.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1997. 862 p.

SNOW, D. W. A field study of the Goldenheaded Manakin, Pipra erythrocephala, in Trinidad W.I. **Zoologica**, v. 47, p. 183–198, 1962.

SNOW, D. W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos**, v. 15, p. 274-281, 1965.

SNOW, D. W. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. **Biotropica**, v. 13, p. 1-14, 1981.

SILVA, W. R.; DE MARCO-JR, P.; HASUI, E.; GOMES, V. S. M. Patterns of fruit-frugivore interactions in two Atlantic Forest bird communities of southeastern Brazil: implications for conservation. In: D. J. LEVEY, D. J. ; SILVA, W. R.; M. GALETTI, M. (Eds.). **Seed dispersal and frugivory**: ecology, evolution and conservation. Wallingford, CABI Publishing. 2002. p. 423-436.

STILES, E. W.; ROSSELLI, L. Consumption of fruits of the Melastomataceae by birds: how diffuse is coevolution? **Vegetatio**, v. 107/108, p. 57-73, 1993.

STRAUBE, F. C.; BIANCONI, G. V. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de rede de neblina. **Chitoptera Neotropical**, v. 8, p. 150-152, 2002.

TAYLOR, A. J.; O'HALLORAN, J. The diet of the dipper C*inclus cinclus* as represented by faecal and regurgitate pellets: a comparison. **Bird Study**, v. 44, p. 338-347, 1997.

THÉRY, M. **Ecologie et comportement des oiseaux Pipridae en Guyane**: leks, frugivorie et dissemination des graines. 1990. These (Doctorat) – Université de Paris, Paris, 1990.

VAN DE PIJL, D. **Principles of dispersal in higher plants**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 1982. 215 p.

WHEELWRIGHT, N. T., JANSON, C. H. Colors of fruit displays of bird-dispersed plants in two tropical forests. **American Naturalist**, v. 126, n. 6, p. 777-799, 1985.

WILSON, M. F.; GRAFF, D. A.; WHELAN C. J. Color preferences of frugivorous birds in relation to the colors of fleshy fruits. **Condor**, v. 92, p. 545-555, 1990.

ECOLOGIA DE PEIXES EM UM "QUASE-LAGO" DA AMAZÔNIA ORIENTAL

Luciano Fogaça de Assis Montag
Tiago Magalhães da Silva Freitas
Naraiana Loureiro Benone
Cristiane de Paula Ferreira
Wolmar Benjamin Wosiacki
Ronaldo Borges Barthem

INTRODUÇÃO

A organização da ictiofauna de água doce tem sido examinada em relação a mudanças temporais e variações ambientais, tanto em zonas temperadas (JACKSON; HARVEY, 1989; TONN et al., 1990), como tropicais (GOULDING et al., 1988; CHAPMAN; CHAPMAN, 1993; RODRIGUEZ; LEWIS, 1994, 1997). Tais estudos auxiliam na compreensão de processos bióticos (e.g. predação e competição), abióticos e suas interações na estruturação de assembleias de peixes, nos diferentes ambientes aquáticos.

Estudos apontam que características físicas e químicas dos habitats aquáticos são fatores decisivos na distribuição e organização das assembleias de peixes (TEJERINA-GARRO et al., 1998; WINEMILLER; JEPSEN, 1998; HOEINGHAUS et al., 2003; MENDONÇA et al., 2005; ESPÍRITO-SANTO et al., 2009). Por sua vez, as características ambientais também são passíveis de mudanças, em decorrência de eventos estocásticos, como a intensidade dos eventos de seca e cheia dos rios, combinado com os eventos de influência lunar (GROSSMAN et al., 1985; ROSS, 1986). Estes eventos podem ocasionar mudanças graduais dos habitats, como composição do substrato, profundidade e quantidade de abrigos para os peixes (ANGERMEIER; KARR, 1983), morfologia do canal e disponibilidade dos recursos (SCHLOSSER, 1982), tamanho do rio e abertura de dossel (ANGERMEIER; KARR, 1983), velocidade da correnteza (MEFFE; SHELDON, 1988), alcalinidade da água (PETERSON; GALÉ, 1991), entre outros.

Nos eventos de cheia dos rios amazônicos, por exemplo, as águas inundam as florestas adjacentes, abrigando uma fauna de peixes que exibe íntima associação com a floresta (GOULDING, 1980). Esses ambientes proporcionam locais de proteção, alimentação e reprodução para muitas espécies (WINEMILLER; JEPSEN, 1998; POUILLY et al., 2004, BAILLY et al., 2008; SOUSA; FREITAS, 2008).

As variações espaciais em rios e igarapés, como o aumento gradual do volume de água, aumentam a complexidade dos habitats (ANGERMEIER; KARR, 1983; UIEDA, 1984; SABINO; CASTRO, 1990), que, por sua vez, pode influenciar diretamente no aumento do número e abundância de espécies (SHELDON, 1968). Para alguns autores (GOULDING et al., 1988; JUNK et al., 1989; LOWE-MCCONNELL, 1999), o ciclo hidrológico na região neotropical, como na bacia amazônica, é o principal definidor das maiores mudanças nas assembleias de peixes.

Nos rios amazônicos é possível observar grandes oscilações anuais do nível de água, sendo que em algumas regiões esta variação ultrapassa 14 m (BARTHEM; FABRÉ, 2004). No entanto, esta oscilação torna-se menor

à medida que se aproxima da foz amazônica, sendo a influência da oscilação da descarga do rio substituída pela influência da maré (WELCOMME, 1985; GOULDING et al., 2003).

O regime de cheias dos rios e riachos tropicais é condicionado pelo escoamento da chuva sobre a bacia hidrográfica, bem como pela oscilação das marés em rios costeiros. A precipitação intensa pode inundar imediatamente os rios e riachos das cabeceiras, mas os grandes rios a jusante são menos influenciados pelas chuvas locais e mais pela precipitação total nas regiões a montante, que descem na forma de uma onda de inundação, ocasionando o transbordamento do rio a jusante (WELCOMME, 1985). Por outro lado, o ciclo de maré gera ondas no rio Amazonas, que alcançam pelo menos 1.000 km a montante de sua foz. A maré alta barra o fluxo do rio e, em alguns trechos mais a jusante, chega a inverter a direção da correnteza, enquanto que na maré baixa o nível do rio diminui e a direção da correnteza volta a fluir para jusante (KOSUTH et al., 1999). Desta forma, os rios podem ser classificados pelo efeito predominante da inundação, pelo nível do mar, pelo pulso de inundação do rio e um efeito combinado do mar e do pulso de inundação do rio (VOLKER, 1966).

O AMBIENTE PARTICULAR EM TORNO DE CAXIUANÃ: "QUASE-LAGO"

Situada no baixo Amazonas, a Floresta Nacional de Caxiuanã (Flona Caxiuanã) está localizada na margem esquerda da porção inferior do rio Anapu, entre as bacias dos rios Tocantins e Xingu (Figura 1). O rio Anapu apresenta suas cabeceiras no escudo continental brasileiro, na latitude de 4°30' S, a 200 m s.n.m, e corre na direção sul-norte. As porções médias e inferiores do rio são planícies de baixa altitude e sua foz está na latitude 1°45'S.

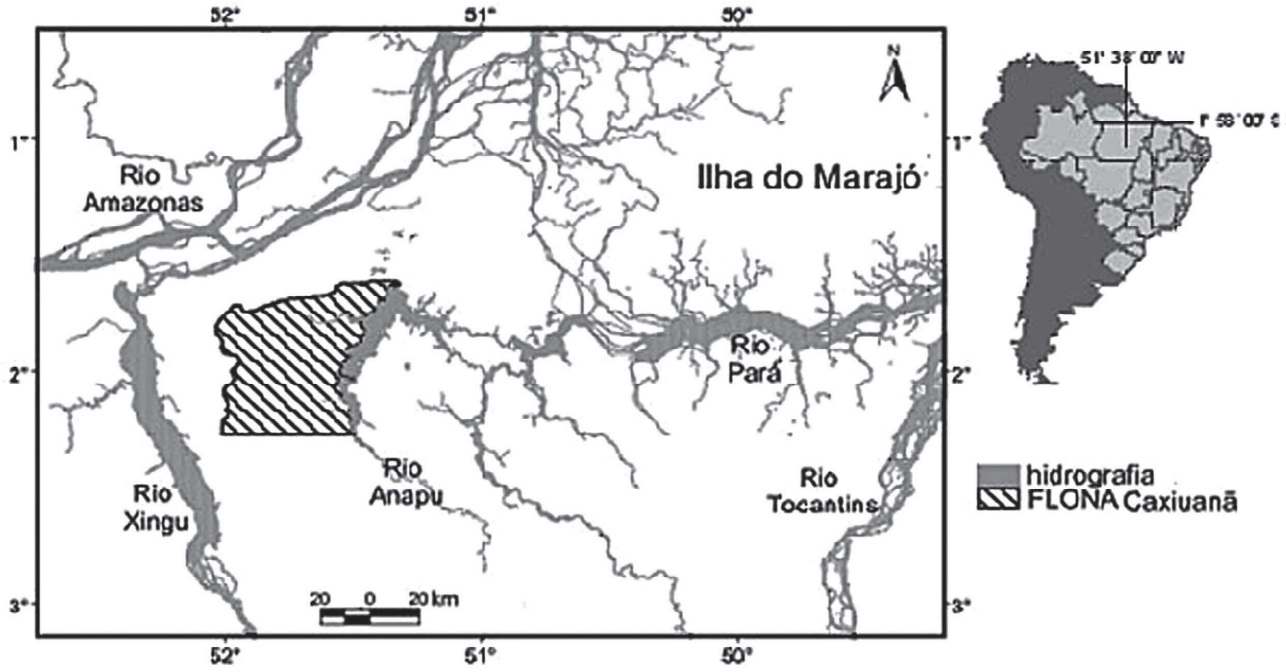


Figura 1. Localização da Floresta Nacional de Caxiuanã, municípios de Portel e Melgaço, Pará, Brasil.

De acordo com Sioli (1984), as qualidades químicas da água na Amazônia são fortemente influenciadas pelas características geológicas da bacia de drenagem. Em geral, os rios amazônicos são pobres em nutrientes, com exceção dos originados na região andina. A água drenada nos escudos continentais, em geral, é clara, enquanto a água drenada sobre as planícies de várzea, em geral, são brancas ou pretas, com variações em relação a atributos físicos, como temperatura e pH (SIOLI, 1984; GOULDING et al., 2003). Devido à influência de características geológicas, a água da cabeceira do rio Anapu é clara e as águas dos afluentes de planície (região inferior) são de coloração preta e ácida. Desta forma, a água na foz do rio Anapu é uma mistura de ambos os tipos e tem sido descrita como água clara e preta (COSTA et al., 2002).

O acesso facilitado para a região das cabeceiras do rio Anapu pela rodovia Transamazônica (BR-230) levou ao desenvolvimento da agricultura e a pecuária no local, provocando o desmatamento da área (FEARNSIDE, 2005). O restante da bacia é inacessível por estrada, facilitando a manutenção das altas taxas de conservação ali encontradas. A densidade populacional humana é muito baixa, mesmo em termos de Amazônia. Na Flona Caxiuanã, a densidade humana é de 0,1 habitante/km^2 (MONTAG et al., 2009), enquanto a média na Amazônia é de 3,3 habitantes/km^2 (UNEP, 2004). O curso inferior do rio Anapu é superficial, lento e desproporcionalmente ampliado em largura, com trechos de aproximadamente 10 km. A conexão com o rio Pará é parcialmente bloqueada por ilhas, que reduzem a largura do rio de mais de 7 km para menos de 1 km nos canais estreitos na baía de Caxiuanã. Devido a estas características, a foz do rio é denominada de lago de ria ou quase-lago, com características limnológicas mais próximas de um lago do que de um rio (IBGE, 1991; SIOLI, 1984; MONTAG; BARTHEM, 2006). A morfologia dos quase-lagos é uma consequência dos processos de erosão e deposição de sedimentos relacionados às glaciações do Holoceno (IBGE, 1991). Em termos geológicos, a foz da baía do rio Anapu é muito recente e a condição de lago raso existe há aproximadamente seis mil anos, tendo o bloqueio do rio ocorrido há cerca de 2.470 anos (BEHLING; COSTA, 2000).

Essas características parecem influenciar o nível da água do rio Anapu em sua porção inferior, onde está situada a Flona Caxiuanã, que é afetada pela variação do nível do mar (0,17 - 0,27 m) e pelo pulso de inundação (40 cm) (HIDA et al., 1999).

CARACTERIZANDO OS AMBIENTES AQUÁTICOS DE CAXIUANÃ

Os ambientes aquáticos da Flona Caxiuanã foram caracterizados a partir de dados de precipitação da Estação Meteorológica Areias, localizada a 50 km ao norte da foz do rio Anapu, na margem do rio Amazonas, além de dados fluviométricos obtidos na Estação Caiçara no rio Caxiuanã. Ambos os dados foram fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), disponibilizados *on line* em: http://hidroweb.ana.gov.br/.

As variáveis físicas e químicas da água também foram obtidas, a saber: (i) potencial hidrogeniônico (pH), (ii) condutividade elétrica (μS/cm), (iii) temperatura (°C), (iv) transparência vertical da água (cm), (v) profundidade (m), (vi) velocidade de correnteza (m/s) e (vii) largura (m). A largura foi mensurada com auxílio de um aparelho GPS; a profundidade foi obtida por meio de uma fita métrica; a transparência vertical foi mensurada utilizando disco de Secchi; a velocidade da correnteza foi medida com uma bola de borracha semi-flutuante, cronometrando-se o tempo gasto para que ela percorresse um trecho de 1 m de distância; a temperatura da água, o pH e a condutividade elétrica foram registrados utilizando-se um medidor digital (OAKTON 35630-00) a 1 m de profundidade. Estas medidas foram realizadas em cada estação de coleta, no horário de despesca das redes (aproximadamente às 8 h da manhã).

O ESTUDO COM OS PEIXES DA FLONA CAXIUANÃ

As pescarias experimentais nos rios e baías da Flona Caxiuanã foram realizadas nos meses de março e abril de 2004 (período de cheia dos rios), e novembro e dezembro de 2004 (período de seca). Foi utilizado um conjunto de redes de espera (bateria de redes) composto por panagens de diferentes tamanhos de malhas (3 cm, 4 cm, 6 cm, 7 cm, 8 cm, 10 cm, 11 cm e 12 cm entrenós opostos), cada uma medindo 10 m de comprimento por 2 m de altura. Cada bateria de redes perfez uma extensão de 80 m, e a cada vez que esta foi estendida na água, sua captura representava uma unidade de amostra. As redes foram expostas no período de 00 h às 8 h da manhã.

Além do período hidrológico, as unidades hidrográficas estabelecidas foram os rios Caxiuanã, Pracupi, Cariatuba, igarapé Caquajó, baía de Caxiuanã e baía dos Botos. Procurou-se dividir estas unidades hidrográficas em quadrantes, medindo aproximadamente dois minutos de latitude ou longitude (cerca de 3 km). Foram selecionados 41 quadrantes para que as estações de coletas fossem estabelecidas, com critérios diferentes para cada unidade (Figura 2).

Como os tributários apresentam uma direção dominante de leste para oeste, os quadrantes foram selecionados de modo que se obtivesse uma transecção longitudinal do rio, ou seja, onde se pudesse estabelecer uma estação de coleta a cada dois minutos de curso longitudinal do rio. Alguns tributários tiveram todos os seus quadrantes amostrados, enquanto que em outros foi necessário fazer uma opção entre um ou outro quadrante da mesma longitude. Como as baías são mais largas e apresentam uma direção predominante sul-norte, o critério de escolha dos quadrantes foi baseado na existência de uma distância mínima de 3 km entre as estações de uma mesma margem, com mudança de margem quando não havia possibilidade de alocar as unidades de amostras (Figura 2). Em cada quadrante foi estabelecida uma estação de coleta (EC) que, por sua vez, completou a composição do conjunto de três baterias de redes.

ANÁLISE DOS DADOS

Para verificar diferenças entre os períodos hidrológicos (seca e cheia) e entre os sistemas hídricos (rios e baías) foi aplicada uma Análise de Componente Principal (P*rincipal Component A*nalysis - PCA), tendo como método de parada o modelo de B*roken-Stick* (PERES-NETO et al., 2005). Os valores de escores obtidos na PCA foram avaliados por meio da aplicação de um teste *t*, com variâncias separadas e com nível de significância de 5%, tendo como hipóteses de nulidade que: i) as variáveis ambientais não sofreram alterações entre os períodos de seca e cheia de 2004 na região do baixo rio Anapu; ii) as variáveis ambientais não diferem entre os sistemas de rios e baías do baixo rio Anapu.

Os valores de abundância das espécies foram transformados em logaritmo natural Ln (N+1) para serem aplicados em uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA), tendo como método de ordenação o *coeficiente de* B*ray-Curtis*. Para os escores obtidos também foi aplicado um teste *t*, com nível de significância de 5 %, tendo como hipóteses de nulidade que: i) a estrutura de assembleias de peixes não sofreu alterações entre os períodos de seca e cheia de 2004 na região do baixo Anapu; ii) a estrutura de assembleias de peixes não difere entre os sistemas de rios e baías do baixo Anapu.

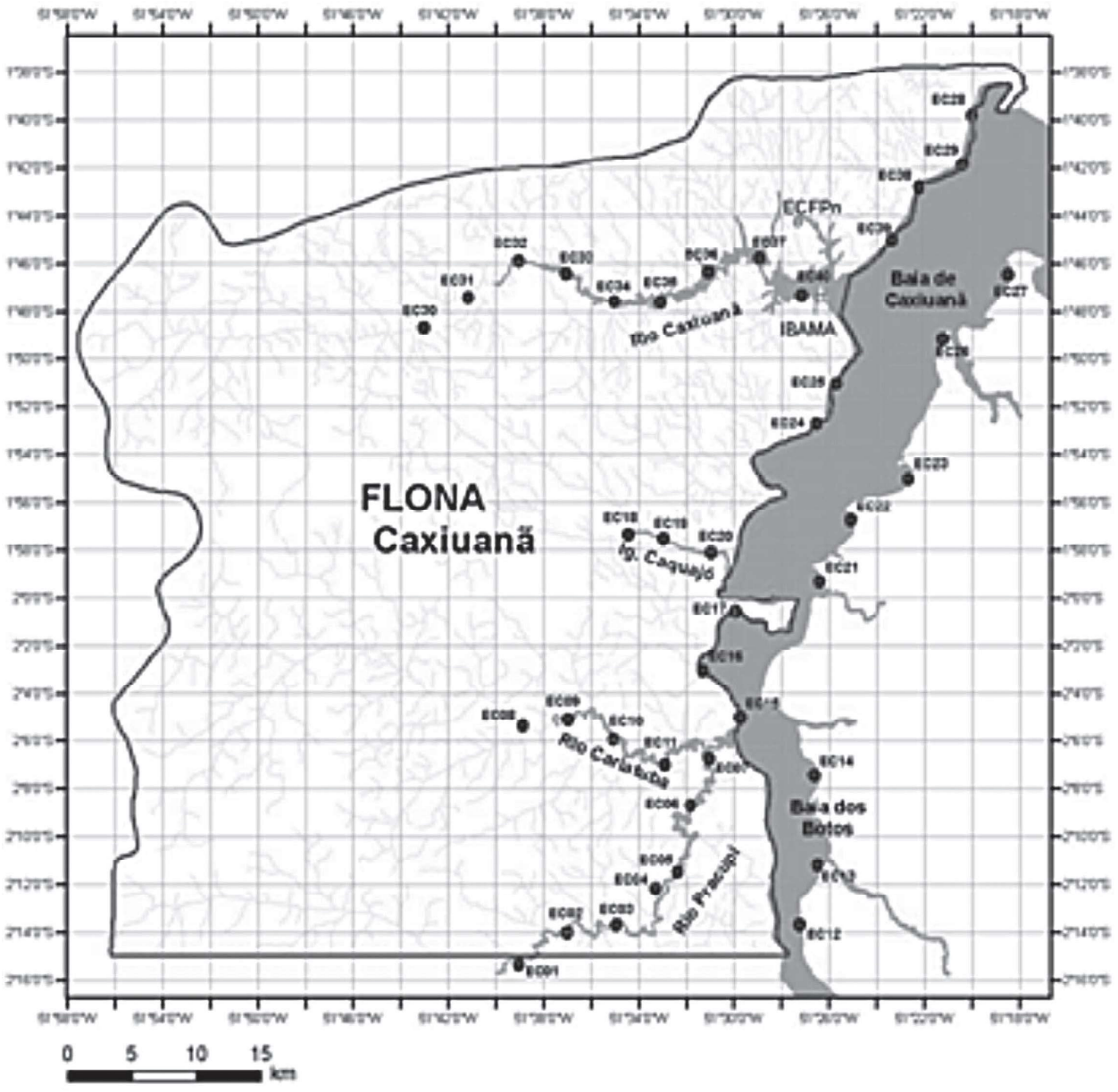


Figura 2. Distribuição das estações de coleta ao longo dos sistemas de rios (Caxiuanã, Caquajó, Cariatuba e Pracupi) e baías (Caxiuanã e dos Botos) da Flona Caxiuanã, Pará. EC = Estações de Coleta.

PULSO DE INUNDAÇÃO DO SISTEMA DE QUASE-LAGO DE CAXIUANÃ

O regime de inundação dos rios de Caxiuanã depende da distância entre eles em relação ao canal principal. Os trechos dos rios e igarapés próximos ao baixo Anapu são fortemente afetados pelo seu regime de inundação, que é uma combinação da onda de inundação proveniente da montante e da onda de maré da jusante (JUNK, 1997). Por outro lado, os pequenos igarapés que estão distantes do canal principal tendem a ser menos afetados pelos efeitos do transbordamento da baía de Caxiuanã, sofrendo maior influência da precipitação local (JUNK; WELCOMME, 1990; JUNK, 1997).

O pico da precipitação na região ocorre entre março e maio. Já o período seco, ocorre geralmente entre agosto e novembro (Figura 3). O nível dos tributários não foi medido, mas os padrões de enchente dos pequenos igarapés foram uma combinação do transbordamento do rio Anapu e, principalmente, da precipitação local. A cota do baixo Anapu se manteve em torno de 1,14 m entre os anos de 1979-2010, com máxima de 1,76 m em 2001, e mínima de 0,88 m em 1988. A Figura 4 mostra a combinação dos efeitos da maré e do período de cheia ao longo de 2009, com dois picos mensais devido às marés de quadratura, e um pico anual em maio devido ao transbordamento do rio.

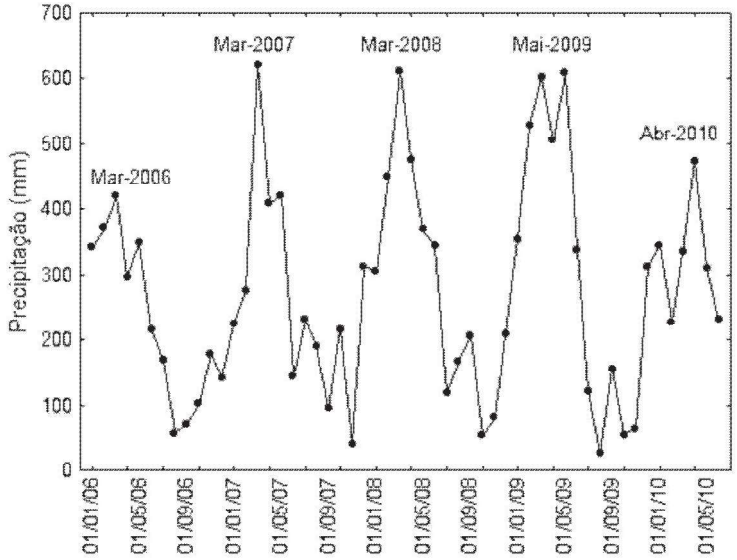


Figura 3. Precipitação mensal na estação Areias, localizada a 50 km ao norte da foz do rio Anapu, às margens do rio Amazonas (Fonte: ANA, CPRM).

CARACTERIZANDO O SISTEMA DE QUASE-LAGO

As temperaturas dos rios e baías não apresentaram grandes variações entre os períodos de seca e cheia (29°C ± 1,3°C) (Figura 5; Tabelas 1-2). A velocidade de correnteza (m/s) dos rios, em todas as estações de coleta, foi maior no período de cheia do que de seca; e o inverso ocorreu a respeito da transparência das águas. Estas variações foram fortemente influenciadas pela maior precipitação no período da cheia, que eleva o volume de água e, consequentemente, a vazão, assim como a correnteza dos rios. A chuva lava o solo, carreando para os rios matéria orgânica e sedimento, diminuindo assim a transparência da água.

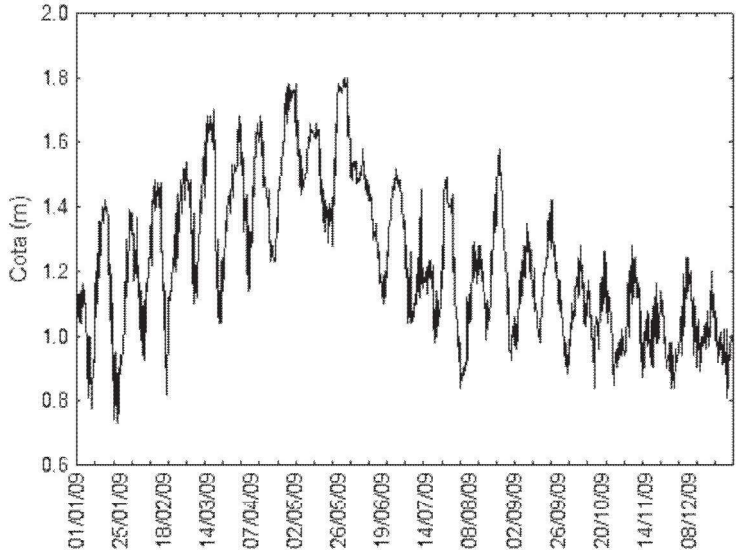


Figura 4. Flutuação do nível de água (m) na estação Caiçara, Rio Caxiuanã (Fonte: ANA, CPRM).

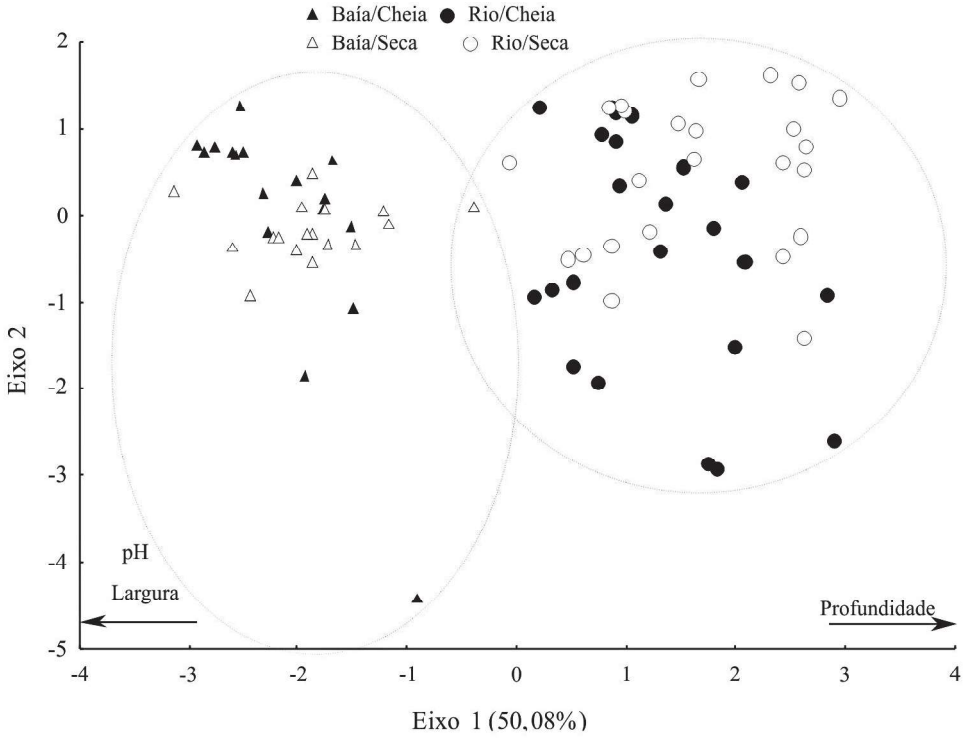


Figura 5. Representação gráfica do resultado da PCA para as Estações de Coleta nos períodos de seca e cheia de 2004, em relação às variáveis ambientais coletadas na Flona Caxiuanã.

Tabela 1. Média e desvio padrão das variáveis ambientais registradas nos períodos de cheia e seca de 2004 na Flona Caxiuanã ($t_{cheia\ x\ seca} = 0,897$; gl = 79; p = 0,372 / $t_{baías\ x\ rios} = 21,691$; gl = 79; p < 0,01).

	Baías		Rios	
Variáveis ambientais	Cheia (Média±DP)	Seca (Média±DP)	Cheia (Média±DP)	Seca (Média±DP)
pH	5,7±0,2	5,9±0,3	4,2±0,1	4,3±0,1
Condutividade elétrica (μS/cm)	34,2±4,1	31,8±3,3	26,8±4,7	26,2±4,4
Temperatura (°C)	31,1±1,3	29,2±0,7	29,5±1,2	29,6±1,4
Transparência da água (m)	0,9±0,1	1,1±0,5	1,5±0,4	2,6±0,8
Profundidade (m)	2,1±1,4	1,4±0,9	6,2±2,6	5,9±2,7
Velocidade da água (m/s)	0,0±0,1	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Largura (m)	6.733,8 ± 3.133,0	6.733,8 ± 3.133,0	157,6 ± 288,5	180,6 ± 360,6

Tabela 2. Resultado da PCA contendo os escores das variáveis ambientais para os dois primeiros eixos de ordenação para os rios e baías de Caxiuanã.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Profundidade	1,408	-0,332
Transparência	1,305	0,663
Velocidade	0,395	-2,002
Temperatura	-0,477	1,663
Condutividade	-1,032	-1,381
Largura	-1,412	0,208
pH	-1,466	-0,039
Autovalores	280,460	99,378
% de variância	50,082	17,746
% de variância acum.	50,082	67,828
Broken-Stick	207,429	127,429

Em relação às variações espaciais, as seis unidades hidrográficas agrupam dois tipos de ambientes: os rios estreitos (Pracupi, Caxiuanã, Cariatuba e o igarapé Caquajó) e as amplas baías (Caxiuanã e dos Botos). Os rios estudados fazem parte da margem esquerda do rio Anapu, que deságuam na baía de Caxiuanã (rio Caxiuanã e igarapé Caquajó) ou na baía dos Botos (rio Pracupi e rio Cariatuba) (ver também MONTAG et al., 2009). Os canais destes rios apresentaram profundidades variadas de 0,9 a 11,5 m, e transparência entre 13 a 100 % da coluna d'água. As larguras dos rios variaram de 1,5 km a 7,7 m (foz do rio Caxiuanã), sofrendo estrangulamentos em alguns pontos, os quais formam trechos com características lênticas.

Os rios apresentam-se como o trecho mais largo dos agrupamentos de pequenos igarapés, onde a cobertura vegetal fica restrita às margens e os bancos de macrófitas flutuantes são esporádicos. Nos trechos mais profundos há predomínio de plantas submersas fixas, representadas principalmente pelas famílias Cabombaceae (C*abomba aquatica* Aubl.) e Lentibulariaceae (U*tricularia longifolia* Gardn. e U*tricularia* spp.), com presença também de leguminosas anfíbias e P*hilodendron* cf. *muricatum* Willd. ex Schott, (Araceae).

Nos trechos mais rasos há predomínio de *Cabomba aquatica* Aublet (Cabombaceae), *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, E. *natans* Solms. (Pontederiaceae), *Nymphoides indica* (L.) Kuntze (Menyanthaceae), *Nymphaea rudgeana* G. Mey. e *Nymphaea* cf. *alba* Presl. (Nymphaeaceae).

As baías são formadas por áreas mais largas, porém menos profundas em comparação aos rios. Possuem formato quase retangular, alongadas no sentido norte-sul, com largura variável (1,6 a 12,3km) e aproximadamente 40 km de extensão. A profundidade variou entre 0,23-5,4 m, com 18 % a 100 % de transparência vertical, havendo trechos mais profundos no canal principal do Paleo-Anapu, apresentando falésias submersas que podem atingir uma profundidade de aproximadamente 20 m.

Assim como nos rios, a cobertura vegetal nos ambientes de baías fica restrita às margens, com uma frequência maior de extensos bancos flutuantes de macrófita (*Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott. e M. *arborescens* (L.) Schott (Araceae)), quando comparado com os rios. Ainda nas baías, os ambientes de praias são frequentes, sendo caracterizados por um substrato arenoso/lodoso e pela ausência de troncos, folhiço ou qualquer vegetação aquática.

OS PEIXES DO SISTEMA DE QUASE-LAGO DE CAXIUANÃ

Foram capturados 3.671 indivíduos pertencentes a 114 espécies de 24 famílias de peixes teleósteos (Tabela 3). Nas baías foram coletados 2.540 indivíduos pertencentes a 97 espécies; enquanto nos rios foram coletados 1.131 indivíduos pertencentes a 58 espécies. No período de cheia, foram coletados 2.142 indivíduos, distribuídos em 83 espécies; e no período de seca de 2004, foram capturados 1.529 indivíduos pertencentes a 89 espécies.

A riqueza e abundância não se apresentaram homogêneas nas unidades hidrográficas da Flona Caxiuanã. De acordo com a Análise de Correspondência Destendenciada (DCA), houve uma diferença destes parâmetros entre os sistemas mais amplos e de menor profundidade, como a baía de Caxiuanã e a baía dos Botos, em relação aos sistemas mais estreitos e com maiores profundidades, como os rios Caxiuanã, Pracupi, Cariatuba e o igarapé Caquajó ($t = 19,22$; $gl = 79$; $p < 0,01$).

As espécies exclusivas e abundantes nas baías de Caxiuanã e dos Botos foram *Triportheus albus*, *Geophagus proximus*, *Auchenipterus nuchalis*, *Anchovia surinamensis* e *Pseudoauchenipterus nodosus*. Para os rios da Flona Caxiuanã, observa-se a dominância e a exclusividade das espécies *Auchenipterichthys longimanus*, *Tetranematichtys quadrifilis*, *Pristobrycon striolatus*, *Cynodon septenarius e Hemiodus* cf. *atranalis*. Quarenta e uma espécies ocorreram em ambos os sistemas, sendo as mais abundantes *Ageneiosus ucayalensis*, *Bryconops giacopinii*, *Acestrorhynchus microlepis*, *Tatia intermedia*, *Bryconops alburnoides* e *Plagioscion squamosissimus*.

Os maiores valores de riqueza e abundância foram encontrados para as baías, possivelmente por serem ambientes extensos e com uma grande variedade de habitats (áreas ripárias, bancos de macrófitas, águas abertas e praias). Este fato segue os princípios da relação espécie-área, em que a riqueza de espécies, nos sistemas em geral, está positivamente relacionada com a área (DIAMOND, 1975). A razão pela qual maiores áreas comportam mais espécies está relacionada à maior heterogeneidade ambiental (ANGERMEIER; SCHLOSSER, 1989; SCHLOSSER, 1985; PIANKA, 1988; HE; LEGENDRE, 2002; BEGON et al., 2007).

Tabela 3. Abundância das espécies de peixes coletadas com redes de espera nas baías e rios da Flona Caxiuanã, nos períodos de cheia e seca de 2004. (*) Espécies encontradas exclusivamente nos ambientes de rios; (**) espécies encontradas somente nas baías.

Espécies	Baías		Total Baías	Rios		Total Rios	Total
	Cheia	Seca		Cheia	Seca		
Acarichthys heckelii (Müller & Troschel, 1849)**	-	4	4	-	-	-	4
Acaronia nassa (Heckel, 1840)	3	4	7	-	1	1	8
Acestrorhynchus falcatus (Block, 1794)	-	1	1	1	1	2	3
Acestrorhynchus falcirostris (Cuvier, 1819)	-	21	21	1	1	2	23
Acestrorhynchus microlepis (Schomburgk, 1841)	96	132	228	14	41	55	283
Ageneiosus inermis (Linnaeus, 1766)	3	-	3	8	6	14	17
Ageneiosus sp	5	1	6	10	7	17	23
Ageneiosus ucayalensis Castelnau, 1855	453	49	502	3	5	8	510
Agoniates halecinus Müller & Troschel, 1845	1	2	3	5	2	7	10
Anchovia surinamensis (Bleeker, 1866)**	13	37	50	-	-	-	50
Ancistrus sp*	-	-	-	1	1	2	2
Anostomus sp*	-	-	-	1	-	1	1
Archolaemus blax Korringa, 1970**	4	-	4	-	-	-	4
Astrodoras asterifrons (Kner, 1853)**	2	-	2	-	-	-	2
Auchenipterichthys longimanus (Günther, 1864)*	-	-	-	340	55	395	395
Auchenipterus nuchalis (Spix & Agassiz, 1829)**	29	24	53	-	-	-	53
Brachyplatystoma filamentosum (Lichtenstein, 1819)**	-	1	1	-	-	-	1
Bryconops alburnoides Kner, 1858	129	9	138	10	3	13	151
Bryconops cf. *melanurus* (Bloch, 1794)**	-	5	5	-	-	-	5
Bryconops giacopinii (Fernández-Yépez, 1950)	73	246	319	34	116	150	469
Catoprion mento (Cuvier, 1819)	2	4	6	4	2	6	12
Centromochlus heckelii (De Filippi, 1853)**	9	-	9	-	-	-	9
Cetopsis coecutiens (Lichtenstein, 1819)**	2	-	2	-	-	-	2
Chalceus epakros (Zanata & Toledo-Piza, 2004)**	1	-	1	-	-	-	1
Charax aff. *gibbosus* (Linnaeus, 1758)	13	12	25	1	7	8	33
Cichla cf. *monoculus* Spix & Agassiz, 1831	2	2	4	2	2	4	8
Cichla sp	5	10	15	-	1	1	16
Colomesus asellus (Müller & Troschel, 1849)**	1	5	6	-	-	-	6
Crenicichla macrophthalma Heckel, 1840**	1	2	3	-	-	-	3
Crenicichla strigata Günther, 1862	-	1	1	-	1	1	2
Curimata cf. *inornata* Vari, 1989**	1	-	1	-	-	-	1
Curimata vitatta (Kner, 1858)	-	1	1	-	12	12	13
Cynodon septenarius Toledo-Piza 2000*	-	-	-	2	1	3	3
Cyphocharax abramoides (Kner, 1859)	2	1	3	48	28	76	79
Cyphocharax sp**	6	25	31	-	-	-	31
Eigenmannia limbata (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)*	-	-	-	-	1	1	1
Eigenmannia sp**	5	2	7	-	-	-	7
Electrophorus electricus (Linnaeus, 1766)*	-	-	-	-	1	1	1
Geophagus aff. *surinamensis* (Bloch, 1791)	2	6	8	-	6	6	14

Tabela 3. (cont.) Abundância das espécies de peixes coletadas com redes de espera nas baías e rios da Flona Caxiuanã, nos períodos de cheia e seca de 2004. (*) Espécies encontradas exclusivamente nos ambientes de rios; (**) espécies encontradas somente nas baías.

Espécies	Baías		Total Baías	Rios		Total Rios	Total
	Cheia	Seca		Cheia	Seca		
Geophagus proximus (Castelnau, 1855)**	52	1	53	-	-	-	53
Geophagus sp*	-	-	-	-	1	1	1
Hemiodus unimaculatus (Bloch, 1794)	16	49	65	10	2	12	77
Hemiodus cf. *atranalis* (Fowler, 1940)*	-	-	-	-	3	3	3
Hemiodus cf. *goeldii* Steindachner, 1908*	-	-	-	-	1	1	1
Hemiodus sp	30	-	30	2	-	2	32
Heros severus Heckel, 1840	-	3	3	1	2	3	6
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)	24	17	41	12	11	23	64
Hypancistrus sp "n"**	-	1	1	-	-	-	1
Hypoclinemus mentalis (Günther, 1862)**	1	1	2	-	-	-	2
Hypophthalmus fimbriatus Kner, 1858**	12	13	25	-	-	-	25
Hypophthalmus marginatus Valenciennes, 1840**	7	1	8	-	-	-	8
Hypoptopoma sp "n"**	6	3	9	-	-	-	9
Illisha amazonica (Miranda Ribeiro, 1920)**	8	-	8	-	-	-	8
Laemolyta petiti Géry, 1964	1	2	3	2	2	4	7
Laemolyta proxima (Garman, 1890)*	-	-	-	-	1	1	1
Leporinus affinis Günther, 1864	9	13	22	1	7	8	30
Leporinus friderici (Bloch, 1794)	-	3	3	-	1	1	4
Leporinus "sp n"**	2	-	2	-	-	-	2
Leporinus agassizii Steindachner, 1876**	-	1	1	-	-	-	1
Leporinus cf. *parae* Eigenmann, 1908**	1	-	1	-	-	-	1
Leporinus cf. *trifasciatus* Steindachner, 1876*	-	-	-	-	1	1	1
Loricariichthys acutus (Valenciennes, 1840)**	1	11	12	-	-	-	12
Lycengraulis batesii (Günther, 1868)**	7	3	10	-	-	-	10
Megalodoras uranoscopus (Eigenmann & Eigenmann, 1888)**	1	-	1	-	-	-	1
Mesonauta festivus (Heckel, 1840)	1	2	3	-	2	2	5
Metynnis aff. *luna* Cope, 1878**	1	-	1	-	-	-	1
Metynnis aff. *hypsauchen* (Müller & Troschel, 1844)	-	1	1	2	-	2	3
Metynnis sp	40	22	62	15	4	19	81
Micromischodus sugillatus Roberts, 1971**	1	-	1	-	-	-	1
Moenkhausia cf. *lepidura* (Kner, 1858)	41	1	42	6	1	7	49
Moenkhausia cf. *xinguensis* (Steindachner, 1882**	19	-	19	-	-	-	19
Myleus rhomboidalis (Cuvier, 1817)**	5	2	7	-	-	-	7
Myleus cf. *rhomboidalis* (Cuvier, 1817)*	-	-	-	-	1	1	1
Osteoglossum bicirrhosum (Cuvier, 1829)	-	3	3	1	-	1	4
Pachypops fourcroi (Lacepède, 1802)	2	-	2	1	-	1	3
Pachypops trifilis (Müller & Troschel, 1849) **	1	-	1	-	-	-	1
Parapteronotus hasemani (Ellis, 1913)**	2	-	2	-	-	-	2
Parauchenipterus sp**	15	12	27	-	-	-	27

Tabela 3. (cont.) Abundância das espécies de peixes coletadas com redes de espera nas baías e rios da Flona Caxiuanã, nos períodos de cheia e seca de 2004. (*) Espécies encontradas exclusivamente nos ambientes de rios; (**) espécies encontradas somente nas baías.

Espécies	Baías		Total Baías	Rios		Total Rios	Total
	Cheia	Seca		Cheia	Seca		
Peckoltia aff. *vittata* (Steindachner, 1881)**	-	1	1	-	-	-	1
Peckoltia sp**	2	4	6	-	-	-	6
Pellona castelnaeana Valenciennes, 1847**	14	6	20	-	-	-	20
Pellona flavipinnis (Valenciennes, 1836)**	5	-	5	-	-	-	5
Pimelodus albofasciatus Mees, 1974**	-	4	4	-	-	-	4
Pimelodus ornatus Kner, 1858*	-	-	-	-	1	1	1
Pimelodus sp*	-	-	-	-	2	2	2
Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840)	53	74	127	-	3	3	130
Pristobrycon cf. *maculipinnis* Fink & Machado-Allison, 1992	1	2	3	1	7	8	11
Pristobrycon striolatus (Steindachner, 1908)*	-	-	-	-	8	8	8
Pseudoauchenipterus nodosus (Bloch, 1794)**	37	-	37	-	-	-	37
Pseudoloricaria laeviuscula (Valenciennes, 1840)**	20	3	23	-	-	-	23
Pseudoloricaria sp**	-	3	3	-	-	-	3
Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus, 1766)	1	1	2	1	-	1	3
Pseudotilusurus angusticeps (Günther, 1866)**	-	12	12	-	-	-	12
Pseuoacanthicus sp**	1	-	1	-	-	-	1
Pygopristis denticulata (Cuvier, 1819)	15	14	29	10	9	19	48
Rhamphichthys rostratus (Linnaeus, 1766)**	-	1	1	-	-	-	1
Satanoperca jurupari (Heckel, 1840)**	3	5	8	-	-	-	8
Schizodon vittatus (Valenciennes, 1850)**	-	1	1	-	-	-	1
Serrasalmus aff. *gibbus* Castelnau, 1855	-	5	5	1	2	3	8
Serrasalmus aff. *gouldingi* Fink & Machado-Allison, 1992	16	24	40	44	135	179	219
Serrasalmus altipinnis Merckx, Jégu & Mendes dos Santos, 2000	22	7	29	1	6	7	36
Serrasalmus eigenmanni Norman, 1929	2	2	4	1	1	2	6
Serrasalmus sp1**	1	-	1	-	-	-	1
Serrasalmus sp2**	2	-	2	-	-	-	2
Steatogenys sp*	-	-	-	1	2	3	3
Sternopygus macrurus (Bloch & Schneider, 1801) **	-	2	2	-	-	-	2
Tatia intermedia (Steindachner, 1877)	113	30	143	2		2	145
Tetragonopterus argenteus Cuvier, 1816**	-	1	1	-	-	-	1
Tetranematichtys quadrifilis (Kner, 1858)*	-	-	-	4	7	11	11
Trachelyichthys exilis Greenfield & Glodek, 1977	2	1	3	1	2	3	6
Trachelyopterus galeatus (Linnaeus, 1766)**	-	1	1	-	-	-	1
Triportheus albus Cope, 1872**	57	11	68	-	-	-	68
Triportheus elongatus (Günther, 1864)**	-	16	16	-	-	-	16
Triportheus sp**	1		1	-	-	-	1
Abundância	1.537	1.003	2.540	605	526	1.131	3.671
Riqueza de espécies	73	73	97	39	51	58	114

Os parâmetros de riqueza e abundância não apresentaram diferenças em relação às estações de cheia e seca de 2004 (Figura 6) (t = 0,093; gl = 79; p = 0.925), sugerindo uma homogeneidade temporal das assembleias, marcada pela ausência de movimentos migratórios evidentes. Esta homogeneidade temporal está relacionada à pequena variação sazonal anual do nível das águas em Caxiuanã. Para diversos autores (LOWE-MCCONNELL, 1999; GOULDING et al., 1988), o ciclo de enchente, associado à alternância das estações seca e chuvosa, são os definidores das maiores mudanças nas assembleias de peixes. Como estes eventos são bastante discretos na região investigada, isto poderia explicar a aparente ausência de diferenças significativas entre as épocas do ano.

Dentre as unidades hidrográficas de Caxiuanã, as baías são os ambientes que apresentam maior volume de água, maior heterogeneidade ambiental (COSTA et al., 1997) e maior número de espécies exclusivas (56) (Tabela 3). A ocupação diferenciada para os diferentes nichos de áreas heterogêneas leva à formação de uma ictiofauna diversificada, cuja distribuição espacial, bem como as características anatômicas, fisiológicas e comportamentais das espécies, reflete os processos ecológicos e evolutivos do ecossistema (AGOSTINHO; PENKZAK, 1995). À medida que os ambientes aumentam suas dimensões, tornam-se mais complexos e heterogêneos, permitindo a instalação de mais espécies e aumentando o número de relações intra e interespecíficas (predação, competição, formação de cardumes, guildas, dentre outros) (BARRELLA, 1997). Este ajuste corrobora a hipótese de que a heterogeneidade espacial é o principal fator que explica as variações encontradas sobre as riqueza e diversidade de peixes da Flona Caxiuanã.

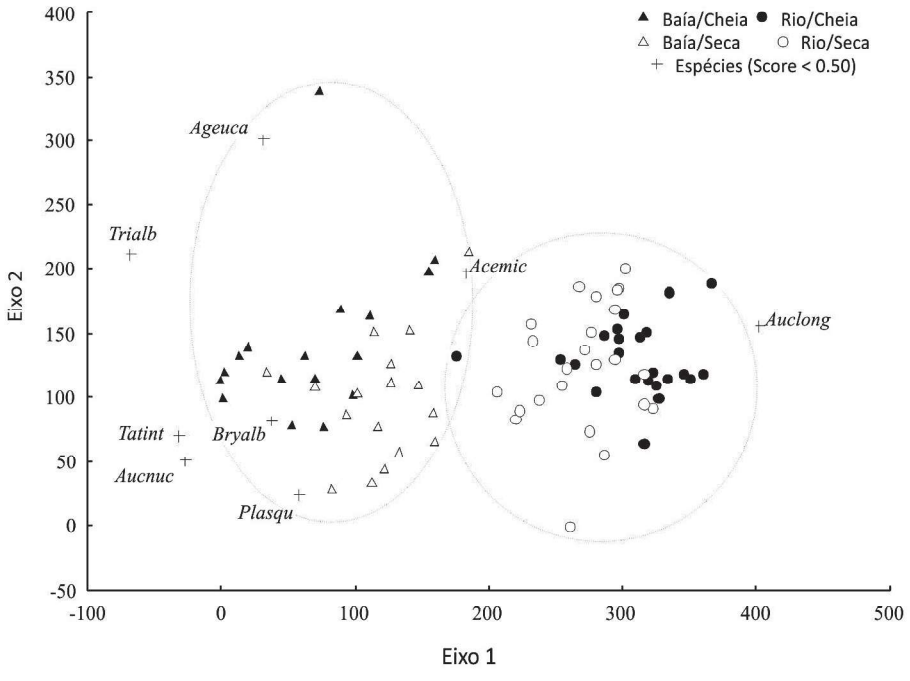


Figura 6. Diagrama da DCA para a relação entre abundância das espécies de peixes e Estações de Coleta na Flona Caxiuanã. As espécies indicadas contribuíram com maior peso na separação entre as Estações. Legenda das espécies: ***Ageuca*** – *Ageneiosus ucayalensis*; ***Auclong*** – *Auchenipterichthys longimanus*; *ucnc* – *Auchenipterus nuchalis*; ***Bryalb*** – *Bryconops alburnoides*; ***Plasqu*** – *Plagioscion squamosissimus*; ***Tatint*** – *Tatia intermedia*; ***Trialb*** – *Triportheus alburnoide*.

Naiman et al. (1987) sugerem que há uma forte correspondência entre o número de espécies e o aumento na ordem do rio. Edds (1993) observou que a fauna de trechos superiores foi completamente diferente daquela de zonas inferiores em um rio do Nepal, e que a adição e substituição de espécies ocorriam ao longo de todo o rio. Caramaschi (1986) cita os processos de adição e substituição como os formadores de comunidades em riachos da bacia do rio Tietê, e atribui suas ocorrências a variações na topografia do terreno.

Há duas hipóteses que podem explicar a relação positiva entre a riqueza e o tamanho do habitat. A primeira é a hipótese de Williams (1964), na qual em sistemas maiores e mais heterogêneos há um maior aporte de alimentos e, assim, amplas condições para o favorecimento de um maior número de espécies. A segunda hipótese é de Connor e McCoy (1979), que assume a relação como um fenômeno puramente amostral, ou seja, em áreas maiores encontraremos um número maior de indivíduos e, portanto, maior chance de se amostrar um conjunto mais amplo de espécies.

Angermeier e Schlosser (1989) estudando esta relação em riachos de Minnesota, Illinois e no Panamá, levantaram respostas para essas hipóteses e sugeriram uma série de mecanismos que levam à coexistência de espécies. Estes autores concluíram que a riqueza de espécie está mais relacionada à complexidade de habitat, e a abundância estaria relacionada principalmente ao volume de água. Dentro dos sistemas de Caxiuanã, podemos citar as baías – não somente como ambientes que apresentam um maior volume e, consequentemente, mais espécies, mas também com maior heterogeneidade ambiental e maior produtividade (COSTA et al., 1997), apresentando uma fauna exclusiva e numerosa.

Diversos fatores são responsáveis pela estruturação das assembleias de peixes em ecossistemas aquáticos continentais (MATTHEWS et al., 1992). A estruturação das assembleias de peixes da Flona Caxiuanã parece ter sido influenciada pelas características dos habitats, como o tipo da vegetação aquática marginal e flutuante, além de variáveis morfológicas do ambiente, como largura e profundidade. Estes fatores são importantes na determinação da heterogeneidade ambiental e fornecem um incremento de locais de abrigo e alimentação para os peixes (PETRERE-JR, 1996).

Dados fisiográficos da vegetação marginal exercem uma forte influência na distribuição das espécies, principalmente em zonas litorâneas (FERNANDO; HOLCIK, 1991). No presente estudo, a distribuição das espécies de peixes nas estações de coleta pode ter sido influenciada não só pelas variáveis morfológicas, mas também pelas características da vegetação anfíbia, flutuante fixa e emergente (Figura 7). Este ambiente forma uma densa vegetação em áreas costeiras das baías, onde se apresenta como um componente



Figura 7. Habitats encontrados nas baías de Caxiuanã e dos Botos, regionalmente conhecidos como "pesqueiros". Essas áreas são alvos de pesca intensiva por possuírem uma grande concentração de peixes.

importante no sistema hídrico da região amazônica, uma vez que serve de refúgio, alimento (principalmente como substrato para o estabelecimento de perifiton), local de reprodução e desova, e a formação de um microambiente mais rico em oxigênio para a ictiofauna (POTT; POTT, 2000).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA–MMA) (Processo 023/2003) pela concessão de auxílio ao projeto: "Gestão e manejo comunitário de recursos pesqueiros na Floresta Nacional de Caxiuanã", além do programa "Apoio à Pesquisa em Caxiuanã" (MPEG/CNPq), pela concessão de auxílio ao projeto: "Manejo comunitário de recursos pesqueiros na Floresta Nacional de Caxiuanã".

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; PENKZAK, T. Populations production of fish in two small tributaries of the Paraná River, Paraná BR. **Hydrobiology**, v. 312, p. 153-166, 1995.

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, p. 117-135, 1983.

ANGERMEIER, P. L.; SCHLOSSER, I. J. Specie-area relationship for stream fishes. **Ecology**, v. 70, n. 5, p. 1450-1462, 1989.

BAILLY, D.; AGOSTINHO, A. A.; SUZUKI, H. I. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazil. **River Research and Applications**, v. 24, p. 1218-1229, 2008.

BARRELLA, W. **Alterações das comunidades de peixes nas bacias dos rios Tietê e Paranapanema (SP), devido à poluição e ao represamento**. 1997. 93 f. Tese (Doutorado) – Universidade do Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. (Ed.). **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. Manaus: IBAMA; ProVárzea, 2004. p. 11-55. 272 p.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. Porto Alegre: Artmed, 2007. 752 p.

BEHLING, H.; COSTA, M. L. Holocene Environmental Changes from the Rio Curuá Record in the Caxiuana Region, Eastern Amazon Basin. **Quaternary Research**, v. 53, p. 369-377, 2000.

CARAMASCHI, E. P. **Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do rio Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP)**. 1986. 245 f. Tese (Doutorado)– Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1986.

CHAPMAN, L. J.; CHAPMAN, C. A. Fish populations in tropical floodplain pools: A reevaluation of Holden's data on the River Sokoto. **Ecology Freshwater Fish**, v. 2, p. 23-30, 1993.

CONNOR, E. F.; MCCOY, E. D. The statistics and biology of the species-area relationship. **The American Naturalist,** v. 113, n. 6, p. 791-833, 1979.

COSTA, M. L.; KERN, D. C.; BEHLING, H.; BORGES, M. S. A geologia da região de Caxiuanã na Amazônia oriental. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002, p. 179-205.

COSTA, M. L.; MORAES, E. L.; BEHLING, H.; MELO, J. C. V. M.; SIQUEIRA, N. V. M.; KERN, D. C. Os sedimentos de fundo da baía de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. 446 p.

DIAMOND, J. M. Assembly of species communities. In: CODY, M. L.; DIAMOND, J. M. (Eds.). **Ecology and evolution of communities.** Harvard: Harvard University Press, 1975. p. 342-444.

EDDS, D. R. Fish assemblage structure and environmental correlates in Nepal's Gandaki River. **Copeia**, p. 48-60, 1993.

ESPÍRITO-SANTO, H. M. V.; MAGNUSSON, W. E.; ZUANON, J.; MENDONCÇA, F. P.; LANDEIRO, V. L. Seasonal variation in the composition of fish assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. **Freshwater Biology**, v. 54, p. 536-548, 2009.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.

FERNANDO, C. H.; HOLCIK J. Fish in reservoirs. **Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie**, v. 76, n. 2, p. 149-167, 1991.

GOULDING, M. **The fishes and the forest**. Explorations in Amazonian natural history. California: University of California Press, 1980. 280 p.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. J. G. **The Smithsonian Atlas of the Amazon**. Washington: Smithsonian Institution, 2003. 253 p.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L.; FERREIRA, E. G. **Rio Negro**: rich life in poor water: Amazonian diversity and foodchain ecology as see through fish communities. The Hague: SPB Academic, 1988. 200 p.

GROSSMAN, G. D.; FREEMAN, M. C.; MOYLE, P. B.; WHTTTAKER-JR., J. O. Stochasticity and assemblage organization in an Indian stream fish assemblage. **The American Naturalist**, v. 126, p. 275-285, 1985.

HE, F.; LEGENDRE, P. Species diversity patterns derived from species-area models. **Ecology**, v. 83, n. 5, p. 1185-1198, 2002.

HIDA, N.; MAIA, J. G.; HIRAOKA, M.; SHIMM, O.; NOBUAKI, M. River water level changes of the Amazon Estuary: at Breves, Caxiuanã and Abaetetuba. In: **Manaus'99** - Hydrological and Geochemical Processes in Large Scale River Basins, 1999. p. 1-9.

HOEINGHAUS, D. J.; LAYMAN, C. A.; ARRINGTON, D. A.; WINEMILLER, K. O. Spatio temporal variation in fish assemblage structure in tropical floodplain creeks. **Environmental Biology of Fishes**, v. 67, n. 4, p. 379-387, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geografia do Brasil**. Região Norte. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. p. 3-307. (Série Geografia do Brasil, v. 3).

JACKSON, D. A.; HARVEY, H. H. Biogeographic associations in fish assemblages: local vs. regional processes. **Ecology**, v. 70, n. 5, p. 1472-1484, 1989.

JUNK, W.; WELCOMME, R. **Floodplains**. wetlands and shallow continental water bodies. chapter 21. [s.n.t.], 1990. v. 1. p. 491-524.

JUNK, W. J. **The central Amazon floodplain ecology of a pulsing system**. Berlin: Springer, 1997.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.). Proceedings of international large river symposium. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 106, p. 110-127, 1989.

KOSUTH, P.; CALLÈDE, J.; LARAQUE, A.; FILIZOLA, N.; GUYOT, J. L.; SEYLER, P.; FRITSH, J. M. Influence de la marée océanique sur le cours aval de l'Amazone. In: **Manaus'99** - Hydrological and Geochemical Processess in Large Scale River Basins. [s.n.t.], 1999. p. 10-13.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. 534 p.

MATTHEWS, W. J.; HOUGH, D. J.; ROBISON, H. W. Similarities in fish distribution and water quality patterns in stream of Arkansas: congruence of multivariate analyses. **Copeia**, v. 2, p. 296-305, 1992.

MEFFE, G. K.; SHELDON, A. L. The influence of habitat structure on fish assemblage composition in southeastern black water streams. **The American Midland Naturalist**, v. 120, p. 225-240, 1988.

MENDONÇA, F. P.; MAGNUSSON, W. E.; ZUANON, J. Relationships Between Habitat Characteristics and Fish Assemblages in Small Streams of Central Amazonia. **Copeia**, v. 4, p. 750-763, 2005.

MONTAG, L. F. A.; FREITAS, T. M. S.; CASTRO, N. C.; WOSIACKI, W. B.; BARTHEM, R. B. Ictiofauna: diversidade e conservação. In: LISBOA, P. L. B. (Org). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 605-627. 672 p.

MONTAG, L. F. A; BARTHEM, R. B. Estratégias de conservação em comunidades de peixes da bacia de Caxiuanã (Melgaço/PA): um lago antigo a ser comparado com represas novas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia**, n. 82, p. 4-5, 2006.

NAIMAN, R. J.; MELILLO, J. M.; LOCK, M. A.; FORD, T. E.; REICE, S. R. Longitudinal patterns of ecosystem processes and community structure in a subartic river continuum. **Ecology**, v. 68, p. 1139-1156, 1987.

PERES-NETO, P. R.; JACKSON, D. A.; SOMERS, K. M. How many principal components? Stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. **Computational Statistics and Data Analysis**, v. 49, p. 974-997, 2005.

PETERSON, R. H.; GALE, D. Fish species associations in riffle habitat of streams of varying size and acidity in New Brunswick and Nova Scotia. **Journal of Fish Biology**, v. 38, n. 6, p. 859-871, 1991.

PETRERE-Jr, M. Fisheries in large tropical reservoirs in South America. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v. 2, p. 111-133, 1996.

PIANKA, E. R. **Evolutionary ecology**. New York: Harper Collins, 1988. 356 p.

POTT, V. J.; POTT A. **Plantas aquáticas do Pantanal (Corumbá – MS)**. Brasília: Embrapa Comunicações para Transferência de Tecnologia, 2000. 404 p.

POUILLY, M.; YUNOKI, T.; ROSALES, C.; TORRES, L. Trophic structure of fish assemblages from Mamoré River floodplain lakes (Bolivia). **Ecology of Freshwater Fish**, v. 13, p. 245-257, 2004.

RODRÍGUEZ, M. A.; LEWIS-Jr, W. M. Regulation and stability in fish assemblages of neotropical floodplain lakes. **Oecologia**, v. 99, n. 1-2, p. 166-180, 1994.

RODRÍGUEZ, M. A.; LEWIS-Jr, W. M. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. **Ecological Monographs**, v. 67, p. 109-128, 1997.

ROSS, S. T. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. **Copeia**, v. 2, p. 352-388, 1986.

SABINO, J.; CASTRO, R. M. C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta Atlântica (sudeste do Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, p. 23-26, 1990.

SCHLOSSER, I. J. Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. **Ecological Monographs**, v. 52, n. 4, p. 395-414, 1982.

SCHLOSSER, I. J. Flow regime, juvenile abundance, and the assemblage structure of stream fishes. **Ecology,** v. 5, n. 66, p. 1484-1490, 1985.

SHELDON, A. L. Species diversity and longitudinal succession in stream fishes. **Ecology**, v. 49, n. 2, p. 193-198, 1968.

SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In:

SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon**: limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin. Dordrecht: W. Junk Publishers, 1984. p. 127-165.

SOUSA, R. G. C.; FREITAS, C. E. C. The influence of flood pulse on fish communities of floodplain canals in the Middle Solimões River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 2, p. 249-255, 2008.

TEJERINA-GARRO, F. L.; FORTIN, R.; RODRÍGUEZ, M. A. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. **Environmental Biology of Fishes**, v. 51, n. 4, p. 399-410, 1998.

TONN, W. M.; MAGNUSON, J. J.; RASK, M.; TOIVONEN, J. Intercontinental comparison of small-lake fish assemblages: the balance between local and regional processes. **The American Midland Naturalist**, v. 136, p. 345-375, 1990.

UIEDA, V. Ocorrência e distribuição dos peixes em riacho de água doce. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 44, n. 2, p. 203-213, 1984.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). BARTHEM, R. B.; CHARVET-ALMEIDA, P.; MONTAG, L. F. A.; LANNA, A. E. **Amazon Basin, Giwa Regional Assessment 40b.** Kalmar: University of Kalmar, 2004.

VOLKER, A. Surface hydrology of deltaic areas. In: SCIENTIFIC PROBLEMS OF TIE HUMID TROPICAL ZONE DELTAS AND THEIR IMPLICATIONS, 1964. Paris. **Proceedings ...** Paris: Unesco, 1966. p. 153-159.

WELCOMME, R. L. **River fisheries**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Fisheries Technical Paper, n. 262. Rome: FAO, 1985. 330 p.

WILLIAMS, C. B. **Patterns in the balance of nature**. New York: New York Academic, 1964. 324 p.

WINEMILLER, K. O.; JEPSEN, D. B. Efects of seasonality and ûsh movement on tropical river food webs. **Journal of Fish Biology**, v. 53, p. 267-296, 1998.

USO DA FAUNA CINEGÉTICA POR MORADORES DA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Daniely Félix da Silva
Regina Oliveira
José Benedito Alvarez Júnior
Juarez Carlos Brito Pezzuti

INTRODUÇÃO

O manejo comunitário da fauna silvestre vem sendo debatido e implementado, ainda que sem o respaldo legal necessário (PEZZUTI, 2009). O uso sustentável dos recursos faunísticos com base no manejo constitui uma alternativa frente à incapacidade do Estado em reprimir a caça e, por outro lado, pela importância do consumo de carne de caça para populações rurais do Brasil, especialmente na Amazônia.

No Brasil, está em curso a implementação de um novo modelo conservacionista e de gestão de áreas protegidas que devem ser exploradas de um modo biologicamente sustentável, controlado pelas comunidades tradicionais que residem permanentemente no local. Em várias partes do mundo, a retirada dos habitantes e a manutenção de áreas despovoadas e fiscalizadas começam a ser uma prática do passado, dando lugar a uma nova concepção de Unidade de Conservação, onde os moradores tradicionais são considerados parte integrante do ecossistema e os principais responsáveis pela sua conservação. Especificamente quanto à questão do manejo de fauna na natureza, existem fortes indícios de que a utilização racional de animais nativos pode proporcionar o aumento da produtividade das populações manejadas (CRAWFORD, 1974; MITTERMEIER, 1975). O manejo múltiplo da floresta implica, também, no aproveitamento sustentável dos recursos faunísticos (VALLADARES-PÁDUA; BODMER, 1997).

Nesse contexto, uma Floresta Nacional (Flona), segundo a definição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), é: "*uma área com cobertura vegetal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas*" (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000). Esta lei tem o mérito de reconhecer a existência das populações tradicionais, o que garante aos habitantes o direito à permanência na área, sendo que somente o Plano de Manejo pode especificar restrições quanto ao uso dos recursos naturais, incluindo os faunísticos e a ocupação do espaço.

Ramos (2001), através da análise de fluxo de materiais nas três comunidades ribeirinhas situadas na área da Flona Caxiuanã, concluiu que as comunidades são autossuficientes e sustentáveis, de acordo com essa abordagem. Este tipo de investigação, embora relevante, não inclui o impacto da atividade humana sobre populações que representam fontes de recursos cruciais, como os animais vertebrados, que representam a fonte básica de proteína.

No presente estudo, pretende-se realizar uma investigação sobre o uso da fauna cinegética pelas populações tradicionais da Floresta Nacional de Caxiuanã, por meio de *Pesquisa Participativa* (CHAMBERS, 1994; SEIXAS, 2005).

ÁREA DE ESTUDO

Criada em 1961, e situada entre os municípios de Melgaço e Portel, no noroeste paraense (Figura 1), a Floresta Nacional (Flona) de Caxiuanã, com 330.000 ha, constitui uma das mais bem preservadas regiões da Amazônia Oriental, inserida no ecossistema das várzeas estuarinas do Amazonas. O clima é classificado em Am_i de Koppen; o relevo é plano e a cobertura vegetal predominante é a floresta umbrófila densa de terras baixas, com quase 8 % de florestas inundáveis (FERREIRA et al., 1997). Podem-se distinguir estações definidas para toda a região, em função do ciclo hidrológico. Durante a enchente e a cheia, existe maior quantidade de chuvas e menor amplitude térmica. Esta última aumenta durante a vazante e atinge níveis mais altos na seca, quando também são registrados os menores índices de precipitação mensal.

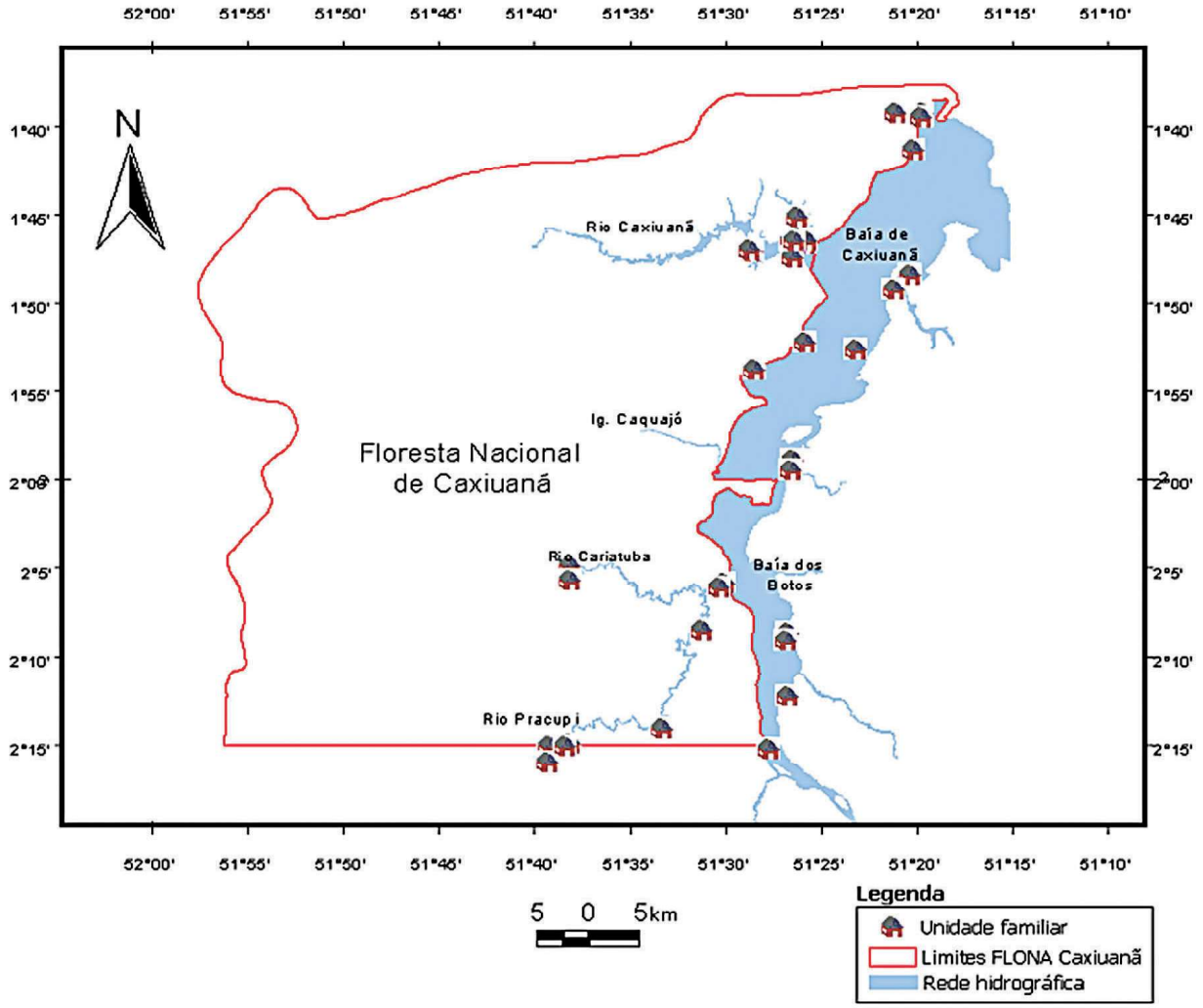


Figura 1. Localização das unidades familiares visitadas durante a realização deste estudo, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço-PA (Fonte: MONTAG, 2006).

Historicamente, o habitante da região se enquadrava no modo de vida típico do caboclo ribeirinho, cuja subsistência dependia da extração da seringa, associada à roça; da coleta de castanha e de outros produtos; e da venda de carne e pele de animais silvestres (DE LA PENHA et al., 1990). Houve, posteriormente, um processo de acentuado esvaziamento da ocupação humana original após a criação da Flona, envolvendo indenização de apenas 20 % das famílias (mais de 350 famílias habitavam a região). As comunidades que atualmente ocupam a área de entorno da Flona situam-se dentro da denominada "zona de transição", estabelecida na Resolução nº 13, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em uma faixa de 10 km ao redor das Unidades de Conservação e sujeita ao controle do ICMBio.

As informações sobre o uso da fauna, como a caça e a pesca, são escassas em Caxiuanã. Segundo depoimentos colhidos por Santana e Lisboa (2002), as caças mais comuns, hoje, são tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), veado (Mazama sp), guariba (*Alouatta belzebul*), preguiça (*Bradypus tridactylus*, *Choloepus didactylus*), paca (*Cuniculus paca*), cutia (*Dasyprocta agouti*), caititu (*Tayassu tajacu*), queixada (*Tayassu pecari*), anta (*Tapirus terrestris*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e tamanduá-pequeno (*Tamanddua tetradactyla*). A carne de caça, sobretudo de caititu (*Tayassu tajacu*), queixada (*Taiassu pecari*) e paca (*Cuniculus paca*), era produto importante, pelo menos antes da criação da unidade de conservação, havendo quem vivesse exclusivamente desta atividade (RAMOS, 2001). Há cerca de trinta anos, diversas famílias comercializavam abertamente carne e pele de animais (SANTANA; LISBOA, 2002).

Os peixes mais pescados são: tucunaré (*Cichla* spp), piranha preta (*Serrasalmus rhombeus*), pescada (*Plagioscion squamosissimus*), pirarucu (*Arapaima gigas*), filhote (*Pseudoplatystoma filamentosum*), surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*), piraíba-preta (*Brachyplatystoma* sp), acará-tinga (*Geophagus surinamensis*), sardinha (*Triportheus elongatus*), aracu-branco (*Anostomus taeniatus*), ituí (*Eigemania humboldtii*), pacu-açu (*Myleus* sp) e piraxixira (*Hemiodus unimaculatus*).

A interação da ECFPn com os moradores, sobretudo com as famílias que formam a comunidade Caxiuanã, Laranjal e Pedreira (a primeira situa-se na área da Estação, e as outras duas, nas adjacências), tornou-se sólida a partir da implementação de um projeto elaborado pelo Museu Paraense Emílio Goeldi, em parceria com diversas instituições: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), IBAMA, Universidade Federal Rural do Pará (FCAP), Universidade Federal do Pará (UFPA), Prefeitura de Melgaço, entre outras. O projeto, denominado de Programa de Desenvolvimento Sustentável Floresta Modelo de Caxiuanã incluía atividades voltadas para a saúde, educação, ecoturismo, infraestrutura, manejo florestal, agricultura e agroindústria.

A relação entre ribeirinhos e o IBAMA é desgastada. O órgão encontra-se consideravelmente desprestigiado, em função de um histórico confuso, que inclui a retirada de dezenas de famílias da Flona sem indenizá-las, além da proibição e repressão de várias atividades – extração de madeira, por exemplo – e dos mais diversos tipos de conflitos envolvendo ambas as partes. Outro fator que contribui para deteriorar a imagem do órgão junto aos moradores é a sua incapacidade de fiscalizar e combater a atuação de madeireiros e, em menor escala, os caçadores comerciais nos limites e até mesmo dentro da Flona, sobretudo porque os habitantes da UC e de seu entorno são coibidos de exercer estas atividades. Após a criação da ICMBio em 2007, as relações entre os moradores e a instituição abrandou-se, sobretudo com a elaboração e aprovação do Plano de Manejo da Flona, em 2013.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste diagnóstico foi utilizado questionário semiestruturado sobre o uso de recursos da fauna, entrevistas abertas com informantes-chave e fontes secundárias, de modo a cruzar as informações para a obtenção de resultados confiáveis (SEIXAS, 2005).

As entrevistas foram realizadas somente quando os moradores se sentiram devidamente esclarecidos quanto à proposta; e com os que concordaram e estiveram dispostos a participar. Os informantes-chave foram identificados durante trabalhos anteriores realizados na região. As perguntas foram realizadas por grupo taxonômico (quelônios, crocodilianos, aves e mamíferos), quanto à percepção da ocorrência na área, abundância, consumo, preferência, prevalência de restrições e tabus alimentares, comercialização e uso medicinal.

Os peixes não foram incluídos nesta análise, em função da sua alta diversidade, e por serem um recurso relativamente bem conhecido na região (PIPERATA et al., 2003; MURRIETA et al., 2008; MONTAG, 2001, 2006). Além do diagnóstico realizado na área, a partir das metodologias já mencionadas, também foram utilizadas fontes secundárias para complementar a caracterização do uso da fauna pelos moradores da Flona Caxiuanã.

O tempo de permanência em cada comunidade foi de, pelo menos, dois dias, para um bom esclarecimento dos objetivos do projeto e da forma de trabalho, que dependeu principalmente da participação da comunidade. As viagens a campo foram realizadas nos períodos de maio a junho de 2005.

Além das comunidades Pedreira, Laranjal e Caxiuanã, também foram realizadas visitas a moradores isolados, tanto da área da Flona, quanto do entorno. Foram visitadas 24 localidades, pertencentes a 11 microbacias. Destas, 29 são localizadas dentro da Flona e 16 localizadas no entorno (Figura 1).

RESULTADOS

Foram realizadas 60 entrevistas relativas à percepção e uso de quelônios, sendo 29 destas para cada um dos outros grupos de vertebrados de importância cinegética na Flona Caxiuanã. Os resultados são apresentados a seguir, separados por grupos. Destes, 27 eram homens e dois eram mulheres.

Quelônios: foram entrevistados 60 moradores da Flona Caxiuanã (40 homens e 20 mulheres). No total, 28 denominações locais foram mencionadas pelos moradores da Flona como conhecidas para quelônios. Destes, é possível reconhecer 13 espécies de quelônios, sendo duas terrestres e 11 aquáticas (Tabela 1).

O tracajá (*Podocnemis unifilis*) foi a etnoespécie mais mencionada como conhecida (N= 40), seguida pelo cabeçudo (*Peltocephalus dumerilianus*) (N= 33) e aperema (*Rhinoclemmys punctularia*) (N= 32). Os jabutis (*Chelonoidis* spp), o matamatá (*Chelus fimbriatus*), o muçuã (*Kinosternon scorpioides*) e o lalá (*Rhinemys rufipes*) são frequentemente citados como conhecidos. O caboclo amazônico utiliza nomes específicos para diferenciar o macho da tartaruga (*Podocnemis expansa*), "capitari" ou "capitu"; e o macho do tracajá, "zé prego". Esta diferenciação influencia a forma como o animal é percebido e, neste estudo, é tratada como uma categoria distinta.

Os jabutis são os mais consumidos durante o ano todo, com predominância no verão. Já o cabeçudo é consumido durante o ano todo, sem distinção entre as estações. Quando avaliadas as etnoespécies de quelônios comuns e consumidas sazonalmente, o jabuti é a etnoespécie mais consumida ao longo de todo o ano, sendo mais comum no verão. O tracajá é a segunda espécie mais consumida, e mais comum durante o verão e, juntamente com o jabuti, é a espécie mais comum no inverno (Figura 2).

A comercialização de quelônios na Flona Caxiuanã obedece à disponibilidade deste recurso ao longo do ano. Desta forma, observa-se que o jabuti é o mais comum e também o mais comercializado e consumido (Figura 3). O tracajá e o cabeçudo são igualmente comercializados, apesar do primeiro ser mais comumente

encontrado e consumido. O matamatá foi a etnoespécie mais mencionada como rejeitada para consumo pelos moradores da Flona Caxiuanã (N= 11), e o cabeçudo foi a principal etnoespécie mencionada como "fera", que corresponde a uma classificação para um animal agressivo, que morde para se defender ou atacar. As etnoespécies mais mencionadas para uso medicinal foram a tartaruga e a cabeçuda, ambas utilizadas na forma de banha. No entanto, outras partes, como o casco e a cabeça, também foram mencionadas como importantes na medicina local.

Tabela 1. Quelônios mencionados como conhecidos a partir das entrevistas realizadas com moradores (N= 60 entrevistados) da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço (PA). Dados obtidos a partir de entrevistas realizadas em junho de 2005 (C = consumo; M = medicinal).

Espécies	Etnoespécies	Citações N (%)	Uso
S/correspondente identificado	Cabeça dura	2 (0,74)	M
Chelonoidis carbonaria *Chelonoidis denticulata*	Jabuti (N=29), Jabuti-açu (N=3), Jabuti-caboclo (N=1), Jabuti-caiumbé (N=1), Jabuti-da-terra (N=9), Jabuti-da-terra-branco (N=1), Jabuti-da-terra-preto (N=1), Jabuti-tucumã (N=2), Jabuti-de-pé-amarelo (N=1).	48 (17,98)	C, M
Mesoclemmys gibba	Pescoço torto (N=1), Cabeça torta (N=1)	2 (0,74)	M
Mesoclemys raniceps *Rhinemys rufipes*	Jabuti-de-lagoa	2 (0,74)	M
Rhinemys rufipes	Lalá	12 (4,49)	C, M
Chelus fimbriatus	Matamatá	25 (9,36)	C, M
Kinosternon scorpioides	Muçuã (N=17), Peito-de-curupira (N=1), Peito-quebrado (N=1), Cabeçudinha (N=1)	20 (7,49)	C, M
Platemys platycephala *Rhinoclemmys punctularia*	Perema ou Aperema	32 (11,99)	C, M
Podocnemis sextuberculata	Pitiua	17 (6,37)	C, M
Podocnemis expansa	Tartaruga	30 (11,24)	C, M
Podocnemis unifilis	Tracajá	40 (14,98)	C, M
Peltocephalus dumerilianus	Cabeçudo	33 (12,36)	C, M
Podocnemis expansa (macho)	Capitari (N=2), Capitu (N=1)	3 (1,12)	C, M
Podocnemis unifilis (macho)	Zé prego	1 (0,37)	C. M
Total de citações	-	267	-

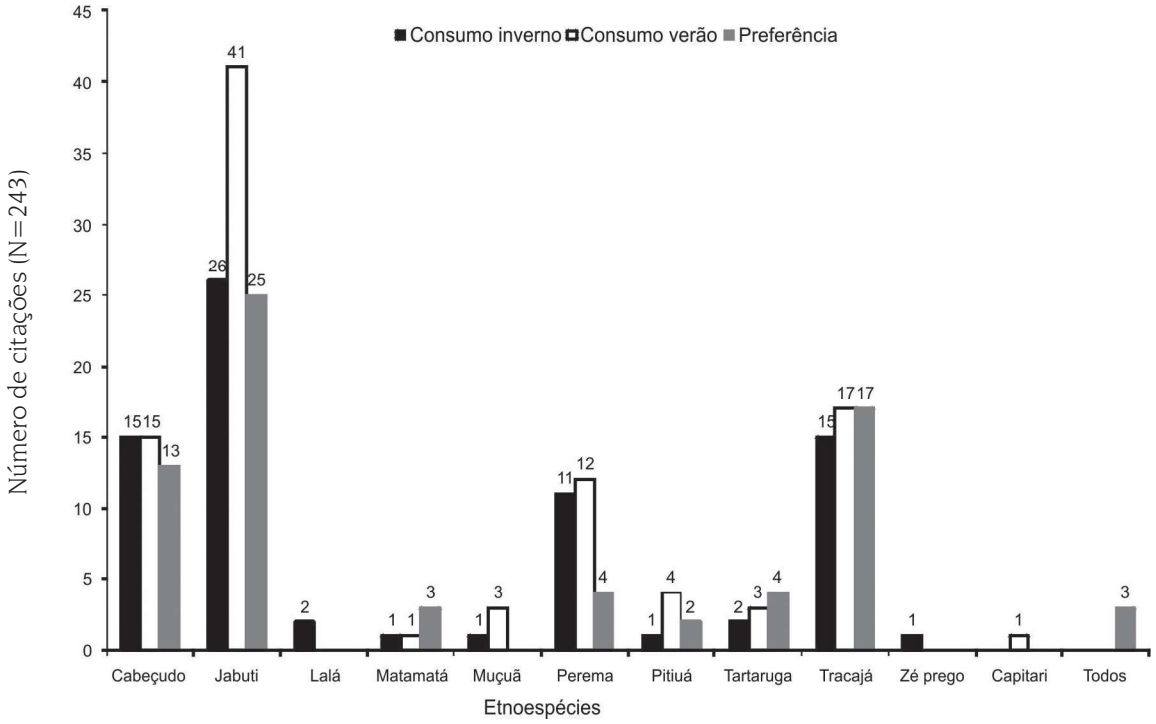


Figura 2. Sazonalidade no consumo e preferência de quelônios mencionados em comunidades da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço-PA. Dados obtidos a partir de entrevistas realizadas em junho de 2005 (N = 60).

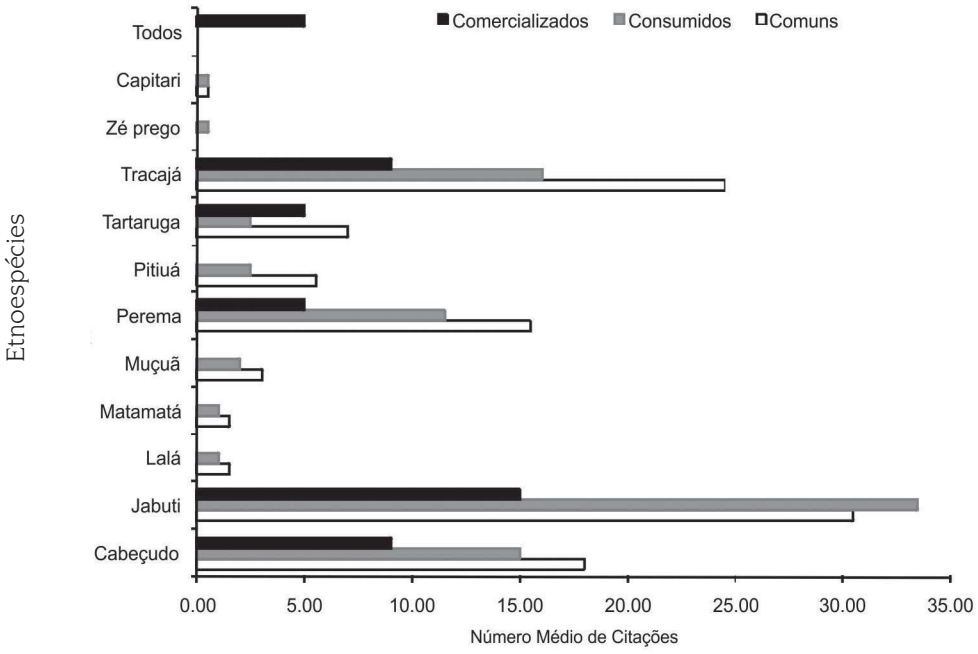


Figura 3. Número médio de etnoespécies de quelônios citadas como consumidas, comuns e comercializadas por moradores da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço-PA. Dados obtidos a partir de entrevistas realizadas em junho de 2005. N= 60.

Crocodilianos - os moradores da Flona Caxiuanã mencionaram nove nomes comuns para crocodilianos na região. O jacaré-açu foi a etnoespécie mais mencionada pelos entrevistados (28,99 %), seguida pelo jacaré-membeca (24,64 %). A correspondência entre os nomes locais e as espécies consta na Tabela 2.

O jacaretinga foi a etnoespécie mais mencionada para consumo durante todo o ano, e também foi a mais comum, tanto no verão quanto no inverno. É a etnoespécie mais comum e mais consumida no verão (Figura 4). Mais de 15 % dos entrevistados afirmaram não existir etnoespécies de crocodilianos comuns durante o inverno. Um morador afirmou não consumir crocodilianos (3,33 %) e cinco afirmaram que não comem estes animais durante o inverno (17,24 %; N= 5).

Tabela 2. Nomes locais, espécies e frequência de citação de crocodilianos conhecidos por moradores da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço-PA. Entrevistas realizadas em junho de 2005 (N= 29 entrevistados) (C = consumo; M = medicinal).

Nomes locais	Espécies	N	%	Usos
Crocodilo	Não definida	2	2.90	C, M
Jacaré-do-papo-amarelo	Não definida	1	1.45	-
Jacaretinga	*Caiman crocodilus*	14	20.29	C, M
Jacaré-una	*Melanosuchus niger*	1	1.45	C
Jacaré-açu		20	28.99	C, M
Jacaré-membeca	*Paleosuchus palpebrosus*	17	24.64	C
Jacaré-do-igapó		4	5.80	C
Jacaré-pretinho	*Paleosuchus trigonatus*	4	5.80	C
Jacaré-coroa		6	8.70	C, M
Total	–	69	100	–

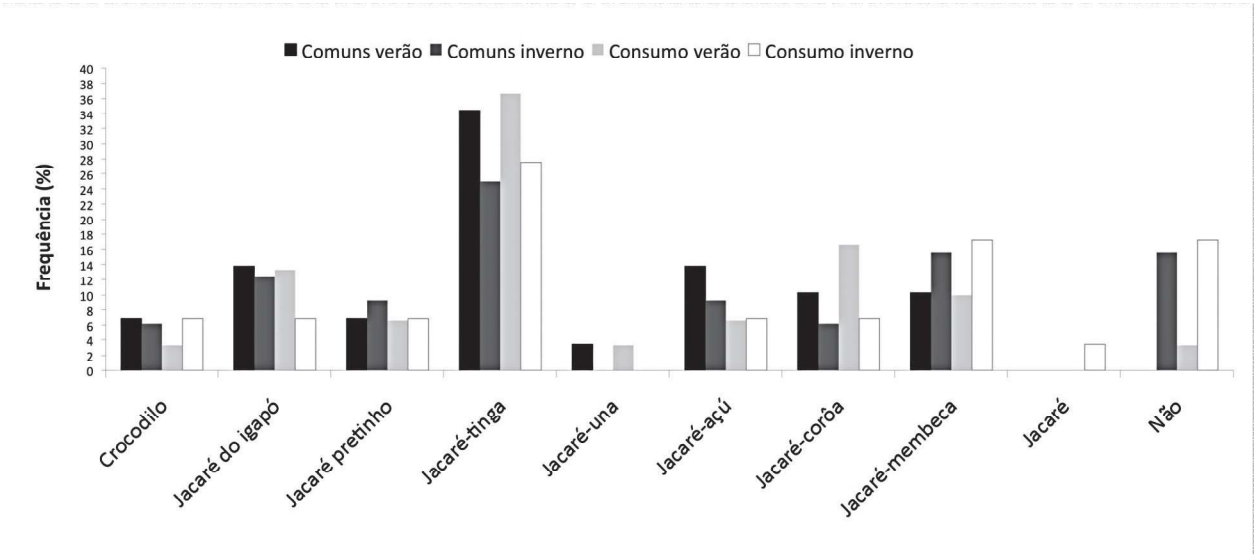


Figura 4. Etnoespécies de crocodilianos mencionadas pelos moradores da Floresta Nacional de Caxiuanã, como comuns e consumidas ao longo do ano. Dados com base em entrevistas realizadas em junho de 2005 (N= 29 entrevistados). Legenda: Não = não são comuns/não são consumidos.

O jacaretinga é a etnoespécie preferida para consumo entre os moradores da Flona Caxiuanã, seguido pelo jacaré-coroa. Das etnoespécies mencionadas como rejeitadas pelos moradores de Caxiuanã, o jacaré-açu (N= 32), seguido pelo jacaré-membeca (N= 24), foram as mais frequentes. Entre os entrevistados, 40% afirmaram não rejeitar quaisquer etnoespécies de crocodilianos na Flona Caxiuanã.

Os crocodilianos também são utilizados para fins medicinais pelas populações residentes na Flona Caxiuanã. O jacaré-açu e o jacaré são os mais frequentemente utilizados. A banha (N= 12) e os dentes (N= 1) foram os tecidos mencionados na utilização para fins medicinais. Porém, 29,41 % dos entrevistados afirmaram não utilizar (N= 5) ou conhecer (N= 5) o uso de jacarés na medicina doméstica. Quando questionados quanto às etnoespécies consideradas como feras (perigosas), a maioria dos entrevistados mencionou o jacaré-açu como a espécie mais perigosa, seguida pelo jacaretinga, e 11,43 % dos entrevistados afirmaram que todas as etnoespécies de crocodilianos são "feras perigosas".

A maioria das etnoespécies conhecidas pelos moradores da Flona Caxiuanã são comercializadas na região. Das etnoespécies mencionadas, o jacaretinga teve a maior frequência de citação. No entanto, de forma geral, a maioria dos entrevistados mencionou não comercializar jacarés na região (60 %; N = 12) e 5 % afirmou que todas as etnoespécies de crocodilianos que ocorrem na região são comercializadas.

Aves: para a avifauna, os moradores não foram questionados quanto às etnoespécies conhecidas, em função da alta diversidade deste grupo. No entanto, a partir das etnoespécies mencionadas como comuns para a região, foi possível inferir sobre a diversidade de etnoespécies conhecidas e utilizadas pelos moradores da Flona Caxiuanã. De forma geral, durante as entrevistas realizadas foram mencionadas 31 etnoespécies de aves, pertencentes a aproximadamente 14 famílias, mas o recorte é direcionado à percepção da ocorrência sobre espécies de importância cinegética e não quanto à percepção geral sobre as aves que ocorrem na Flona. Foram mencionadas 28 etnoespécies de aves consideradas comuns pelos moradores da Flona (Tabela 3) e, destas, o mutum foi considerado o mais comum (N= 24), seguido pelo tucano (N= 20). Das 18 etnoespécies mencionadas como consumidas, o mutum (N= 17), o jacu (N= 16), o tucano (N= 13) e a arara (N= 12) tiveram as maiores frequências de citação (Figura 5). O mutum é a etnoespécie mais comum e também a mais consumida pelos moradores da Flona Caxiuanã. Apenas um (01) morador mencionou consumir todas as etnoespécies de aves.

O mutum foi a etnoespécie mais citada como preferida entre os moradores da Flona (44,44 %, N= 16), seguido pelo inambu (11,11 %, N= 4). A maioria dos entrevistados mencionou não haver etnoespécies de aves rejeitadas (42,86 %, N= 12). No entanto, 14,29 % (N= 4) dos moradores citaram principalmente o gavião-real como evitado para consumo. As razões para a rejeição ao gavião-real vão desde o fato desta ser uma etnoespécie de difícil captura, até o fato de ser "pitiú", ou seja, de ter um cheiro "muito forte". Doze entrevistados (48 %) afirmaram não usar etnoespécies de aves para fins medicinais. No entanto, das etnoespécies mencionadas para este fim, o jacamim e o tucano tiveram as maiores frequências de citação para uso medicinal.

Quanto à comercialização, a maioria dos moradores (85,71 %, N= 18) afirmou usar as aves capturadas apenas para a subsistência. O gavião-real foi a única etnoespécie mencionada como comercializada. O filhote desta espécie é vendido por valores entre R$ 20,00 a R$ 30,00, na cidade de Portel. A única citação de comercialização desta espécie é para o mercado de *pets* em cidades próximas. A espingarda (N= 25) foi o único artefato mencionado como utilizado para a obtenção de aves para o consumo pelos moradores da Flona Caxiuanã.

Tabela 3. Etnoespécies de aves mencionadas durante as entrevistas realizadas com moradores da Floresta Nacional de Caxiuanã, em junho de 2005 (C = consumo; M = medicinal;).

Etnoespécie	Família	Espécie	Usos
Gavião-japacamin	Accipitridae	*Spizaetus* sp	C, M
Gavião-real		*Harpia harpyja/ Morphnus gujanensis*	C
Gavião	Accipitridae/ Falconidae	Não definida	_
Gavião-pequeno		Não definida	_
Pato-do-mato	Anatidae	*Cairina moschata*	C
Maguari	Ardeidae	*Ardea cocoi*	C
Socó		*Butorides/Tigrisoma/Zebrilus*	_
Juruti	Columbidae	*Leptotila/Geotrygon*	_
Pomba		*Patagioenas* sp	C
Cujubim		*Aburria cujubi*	C
Jacu	Cracidae	*Penelope* sp	C
Mutum		*Crax/ Pauxi*	C
Coroca	Cuculidae	*Crotophaga major*	_
Japu	Icteridae	*Psarocolius* sp	_
Cigana	Opisthocomidae	*Opisthocomus hoatzin*	_
Arara		*Ara* sp	C
Arara-azul		*Anodorhynchus hyacinthinus*	C
Arara-vermelha	Psittacidae	*Ara* sp	C
Irarajuba		*Guarouba guarouba*	_
Papagaio		*Amazona* sp	C
Periquito		Não definida	_
Jacamim	Psophidae	*Psophia viridis*	C, M
Pitilico	Ramphastidae	*Pteroglossus aracari*	_
Tucano		*Ramphastos* sp	C, M
Coruja	Strigidae/ Tytonidae	Não definida	C
Atona		*Tinamus tao*	C
Inambu	Tinamidae	*Crypturellus/Tinamus*	C
Inambu-tuíra		Não definida	M
Passarinho	Não definida	Não definida	_
Quirroca	Não definida	Não definida	C
Vermelhinho	Não definida	Não definida	_

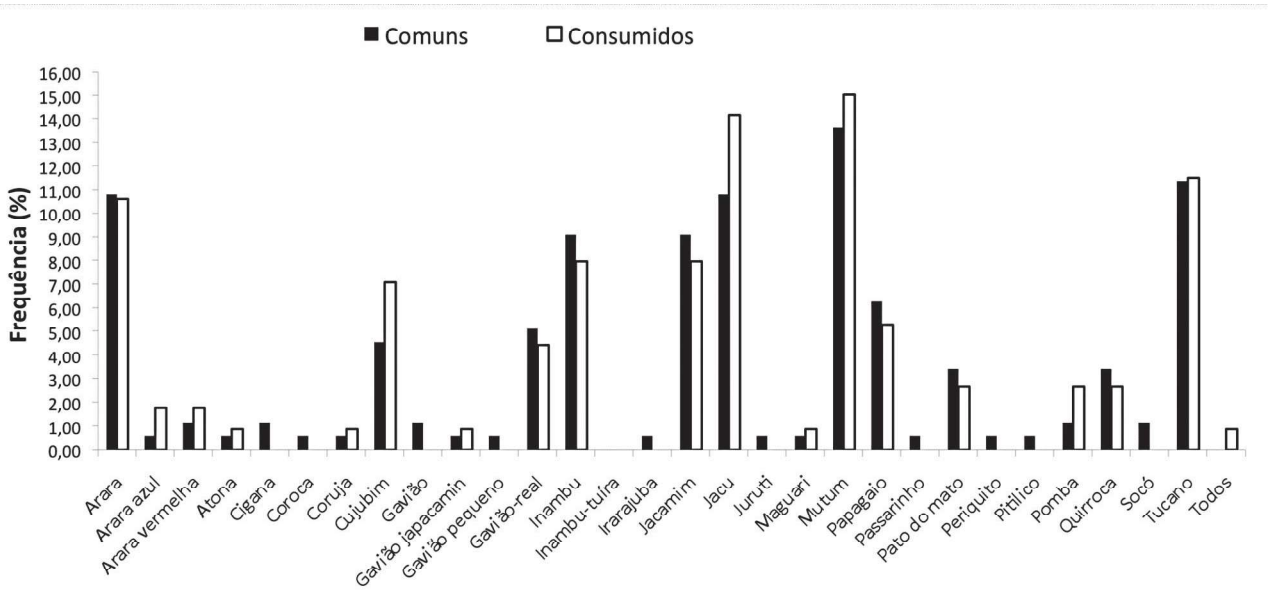


Figura 5. Etnoespécies de aves citadas como comuns e consumidas por moradores da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço-PA. Dados obtidos a partir de entrevistas realizadas em junho de 2005.

Mamíferos: foram citadas 53 etnoespécies de mamíferos conhecidas pelos moradores da Flona Caxiuanã, a partir das entrevistas realizadas. Estas são pertencentes a 19 famílias e 32 gêneros (Tabela 4). O veado (N = 29), a cutia (N = 29), a paca (N = 27) e o tatu (N = 25) são considerados os mais comuns na região, além do caititu (N = 20), do queixada (N = 29), do macaco guariba e do macaco prego (N = 29). Como pode ser observado na Figura 6, o consumo se concentra nestas espécies, mas as preferências recaem sobre o veado e a paca.

A onça e o porcão (N= 8 cada), seguidos pelo queixada (N= 6), são considerados como feras pelos entrevistados. A paca (N= 7) e o tatu (N= 6) foram as etnoespécies mais mencionadas como reimosas. Entretanto, as caças evitadas pelos moradores da Flona Caxiuanã são a onça e o ariri (N= 3 para ambas).

A paca é a mais utilizada para fins medicinais pelos moradores da Flona Caxiuanã (N= 11), apesar de ser considerada a caça mais reimosa[1]. Além da paca, outras sete etnoespécies também foram mencionadas para uso medicinal. Apenas um morador afirmou não utilizar espécies de mamíferos para a medicina caseira, e um afirmou não conhecer o uso de mamíferos para esta finalidade. Ainda para a medicina caseira, os moradores da Flona citaram a banha (N= 20; 62,5%) como o principal tipo de tecido utilizado. Mas também mencionaram utilizar o fel (N= 7; 21,9%), o pelo (N= 2; 6,3%) e a urina (N= 1; 3,13%) dos mamíferos para curar enfermidades.

A maioria dos entrevistados (N= 17; 77,27 %) afirmou que a caça é apenas para a subsistência na região e, portanto, não é comercializada. Da caça utilizada na região, apenas a paca (N= 3; 13,64 %), o porco (N= 1; 4,55 %) e o veado-vermelho (N= 1; 4,55 %) são comercializados e vendidos a R$ 3,00 o quilo.

[1] Reimosa - termo designado pelos moradores para carnes podem causar inflamação (PEZZUTI et al., 2010).

Tabela 4. Etnoespécies de mamíferos mencionadas durante as entrevistas realizadas com moradores da Floresta Nacional de Caxiuanã, em junho de 2005 (C = consumo; M = medicinal).

Etnoespécie	Família	Espécie	Usos
Ariri	Não definida	Não definida	_
Macaco-xereré	Não definida	Não definida	_
Paca	Agoutidae	*Agouti paca*	C, M
Preguiça	Bradypodidae	*Bradypus* sp	C
Preguiça-benta		*Bradypus variegatus ou* B. *tridactylus*	C
Macaco-pretinho	Callitrichidae	*Saguinus* sp	_
Capivara	Caviidae	*Hydrochaeris hydrochaeris*	_
Guariba	Cebidae	*Allouatta belzebul*	C, M
Macaco-da-noite		*Aotus* sp	C, M
Macaco-prego		*Cebus* sp	C, M
Veado	Cervidae	*Mazama* sp	C, M
Veado-branco		*Mazama gouazoubira*	C
Veado-careá		*Mazama* sp	_
Veado-mateiro		*Mazama americana*	C
Veado-vermelho		*Mazama americana*	C
Veado-piranga		*Mazama americana*	_
Soiá	Cricetidae	*Proechimys* sp	_
Tatu	Dasypodidae	*Dasypus* sp *ou Cabassous* sp	C
Tatu-açu		*Priodontes maximus*	_
Tatu-bola		*Tolypentis tricinctus*	_
Tatu-branco		*Dasypus novemcinctus*	C
Tatutinga		*Dasypus septemcinctus*	_
Tatu-canastra		*Priodontes maximus*	_
Mucura	Didelphidae	*Didelphis* sp	_
Cutia	Drasiproctidae	*Drasyprocta* sp	C
Cutia-amarela		*Drasyprocta* sp	_
Cutia-preta		*Drasyprocta* sp	_
Cuandu	Erethizontidae	*Coendou* sp	_
Gato maracajá-açu	Não definida	*Leopardus pardalis*	_
Gato mourisco-preto		*Herpailurus yaguarondi*	_
Gato mourisco-vermelho			_
Gato peludinho-pintado	Felidae	*Leopardus wiedii ou* L. *tigrinus*	_

Tabela 4. (cont.) Etnoespécies de mamíferos mencionadas durante as entrevistas realizadas com moradores da Floresta Nacional de Caxiuanã, em junho de 2005 (C = consumo; M = medicinal).

Etnoespécie	Família	Espécie	Usos
Onça		*Panthera onca*	C
Onça-pintada		*Panthera onca*	C
Onça-preta		*Panthera onca*	_
Onça-vermelha		*Puma concolor*	_
Preguiça-real	Megalonychidae	*Choloepus didactylus*	C
Ariranha		*Pteronura brasiliensis*	_
Irara	Mustelidae	*Eira barbara*	_
Lontra		*Lontra longicaudis*	_
Mambira		*Tamandua tetradactyla*	_
Tamanduá-bandeira	Mymercophagidae	*Mymercophaga tridactyla*	C, M
Tamanduá-rizinho		*Cyclopes didactylus*	_
Tamanduá-de-colete		*Tamandua tetradactyla*	_
Cuxiú	Pitheciidae	*Chiropotes* sp	C
Macaco-iá	Procyonidae	*Potos flavus*?	_
Quati		*Nasua nasua*	C
Anta	Tapiridae	*Tapirus terrestris*	C, M
Caititu		*Tayassu tajacu*	C, M
Porcão		*Tayassu pecari*	C
Porco	Tayassuidae	*Tayassu* sp	C
Porco-do-mato		*Tayassu tajacu*	C
Queixada		*Tayassu pecari*	C

DISCUSSÃO

Na Amazônia brasileira, de acordo com Souza (2005), ocorrem 18 espécies de quelônios, sendo 16 espécies aquáticas e semiaquáticas, e duas terrestres. Entre os Podocnemidídeos que ocorrem no Brasil, *Podocnemis expansa* Schweigger 1812 (tartaruga-da-amazônia) e P. *unifilis* Troschel 1848 (tracajá), estão amplamente distribuídas por toda a bacia amazônica (PRITCHARD; TREBBAU, 1994; REBÊLO; PEZZUTI, 2000). P. *sextuberculata* Cornalia 1849 (iaçá ou pitiú) aparentemente está restrita aos rios de água branca, enquanto que, P. *erythrocephala* Spix 1824 (calalumã ou irapuca) e *Peltocephalus dumerilianus* Schweigger 1812 (cabeçudo), têm distribuições mais restritas à bacia do rio Negro, sendo confirmada a sua ocorrência em diversos outros afluentes de águas pretas e claras (PRITCHARD; TREBBAU, 1984; VETTER, 2005). Em escala local, a distribuição nos diferentes ambientes aquáticos tem estreita relação com o ciclo hidrológico da região, assim como ocorre para a maioria das espécies da fauna aquática (JUNK et al., 1989).

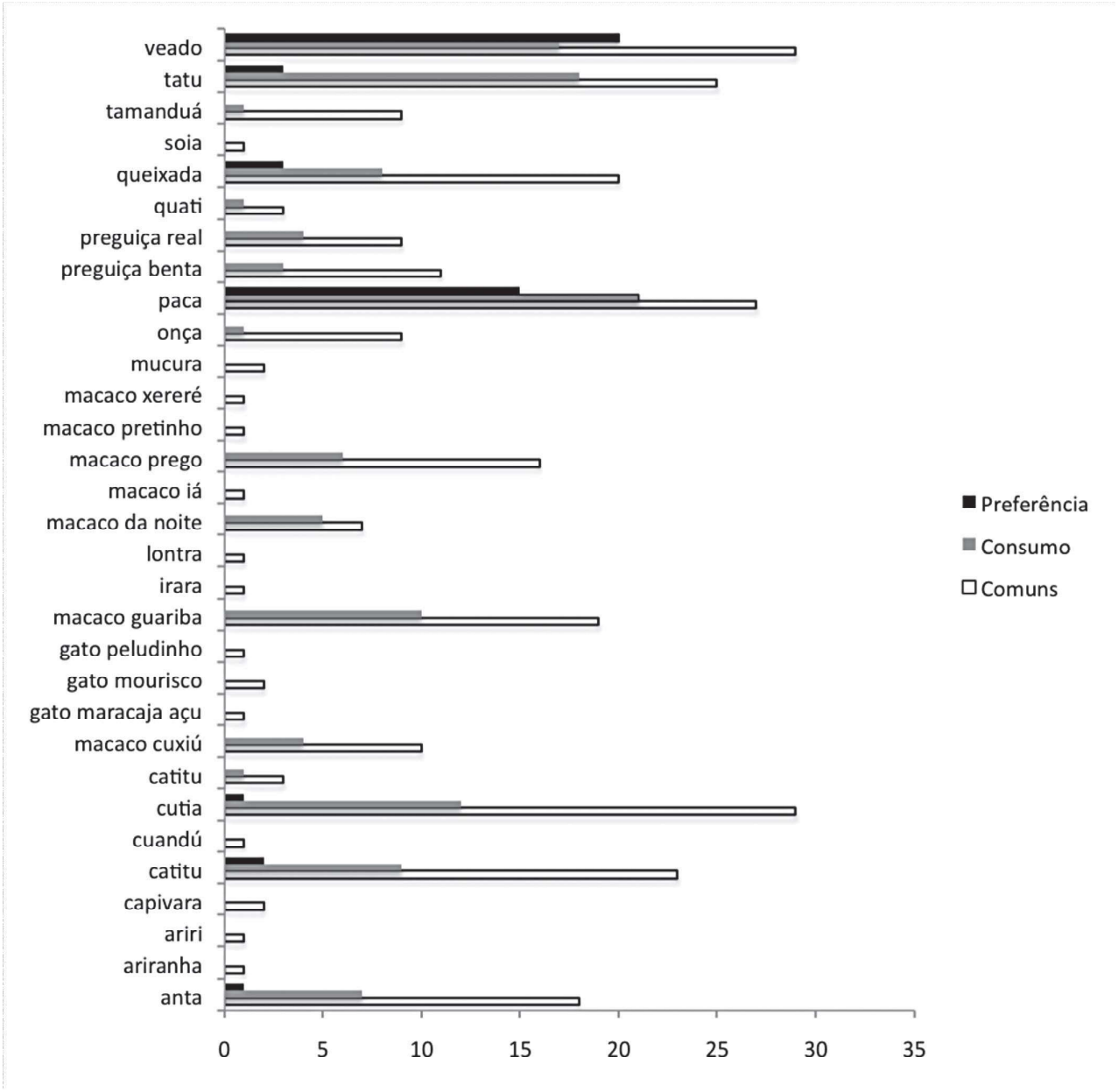


Figura 6. Percepção sobre abundância e consumo de mamíferos terrestres pela população ribeirinha da Floresta Nacional de Caxiuanã, e preferência como alimento (N = 29). Algumas etnoespécies foram agrupadas para melhor visualização.

A região de Caxiuanã apresenta alta diversidade de quelônios, com ocorrência confirmada de 11 espécies para a região estudada, representando 61,1 % das espécies com ocorrência na Amazônia (PEZZUTI et al., 2010). No entanto, quando se considera o número de espécies ocorrentes na região, com base no conhecimento das populações locais, este número sobe para 13, representando 72,2 % das espécies com ocorrência confirmada para a Amazônia.

Das espécies mencionadas durante as entrevistas, e com a utilização de fotografias, apenas R*hinemys rufipes* Spix (1824) não tem distribuição confirmada nesta região, pois é uma espécie considerada endêmica da Amazônia Oriental (SANCHEZ, 2008). Além disso, as outras espécies que não coincidiram entre as capturas realizadas no estudo de Pezzuti et al. (2010) e as mencionadas pelos moradores, foram: R*hinoclemmys punctularia* e M*esoclemys raniceps* Gray (1855). Estas são espécies mais crípticas, quando comparadas aos podocnemidídeos ou testudinídeos, por exemplo. Portanto, sua visualização e consequente captura tornam-se mais difíceis. Além disso, não são espécies frequentemente utilizadas, seja para consumo ou para fins medicinais, e as taxas de encontro com estas espécies são consideradas baixas, quando comparadas aos podocnemidídeos ou testudinídeos e, portanto, espera-se que sejam espécies menos mencionadas como conhecidas.

Embora sem ter sido coletado por pesquisadores ou por moradores durante o período considerado, o matamatá é morfologicamente distinto de qualquer outro quelônio, e foi mencionado pela maioria dos moradores da região. Levando-se em conta que o matamatá é menos comum na natureza, quando comparado com outras espécies de quelônios aquáticos, sendo também um animal críptico e de observação esporádica (REBÊLO et al., 2005; FÉLIX-SILVA et al., 2008; FÉLIX-SILVA; PEZZUTI, 2009; PEZZUTI et al., no prelo), considerou-se como certa a ocorrência da espécie em Caxiuanã.

Quanto ao consumo de quelônios em Caxiuanã, o jabuti provavelmente é o mais consumido, em função da facilidade de captura, que não requer nenhum tipo de artefato ou experiência. Seu consumo acontece durante o ano todo, sobretudo no verão. Além disso, durante este período, a intensificação da atividade de caça deve, portanto, levar ao aumento da taxa de encontro com esta espécie, que é capturada, na maioria das vezes, de forma ocasional.

Entre os quelônios aquáticos, o tracajá e o cabeçudo têm o seu consumo observado durante o ano todo. A captura do cabeçudo sofre menor influência sazonal, pois os animais são capturados com iscas que atuam como atrativos químicos e não com artefatos passivos, como malhadeiras, mais sujeitos às variações na cota d'água. Com base no trabalho realizado por Pezzuti et al. (2010), o cabeçudo foi registrado nas comunidades que ficam às margens de rios interiores como o igarapé Laranjal e rio Pracupí. O consumo de ovos de cabeçudo e de fêmeas capturadas durante a desova é raro, em função do seu hábito de nidificar em meio ao folhiço e nas margens dos diversos ambientes aquáticos (FÉLIX-SILVA, 2004).

Os recursos percebidos pelos moradores de Caxiuanã são comercializados e consumidos, em sua maioria, na própria comunidade ou em comunidades vizinhas. Entre os quelônios, o jabuti, o cabeçudo e o tracajá são comercializados com maior frequência. A perema e a tartaruga têm a mesma importância na venda. Os valores variam de R$ 1,00 para as espécies menores, com baixo peso e de fácil obtenção, como o jabuti e perema, e até R$ 15,00 para as espécies maiores, como o cabeçudo. A tartaruga é raramente capturada e, da mesma forma, vendida.

O matamatá foi considerado a etnoespécie mais rejeitada entre os moradores da Flona Caxiuanã. Os seus hábitos crípticos, a morfologia externa e o tipo de ambiente em que a espécie ocorre (PRITCHARD; TREBBAU, 1984; FÉLIX-SILVA et al., 2009) devem contribuir para a rejeição a esta espécie. No entanto, em outras regiões da Amazônia, como observado por Félix-Silva et al. (2009) em um estudo complementar de impactos ambientais sobre os

quelônios, realizado na calha do rio Amazonas (incluindo a foz dos rios Urubu, Trombetas e Oriximiná), a maioria dos entrevistados mencionou não rejeitar nenhuma das espécies de quelônios que ocorrem na região.

Pezzuti et al. (2010) apontam que práticas culturais, como a rejeição ao consumo de animais considerados "reimosos" ou com "pixé", podem contribuir para diminuir a pressão de caça/pesca sobre algumas espécies. Estes autores acreditam que os tabus alimentares são aparentemente respostas culturais a algum mal ou problema de saúde definido. Restrições alimentares segmentares (denominadas resguardos) têm sido definidas por situações específicas, como mestruação, doenças, golpes ou feridas. Estas restrições são referidas para organismos chamados reimosos (MORÁN, 1974; BEGOSSI; BRAGA, 1992). Colding e Folke (1997) demonstram a importância ecológica de alguns tipos de tabus, sugerindo que muitos deles têm efeito direto sobre o manejo de vários componentes do ambiente natural local. Estes autores analisaram o papel dos tabus a favor da proteção de espécies listadas como ameaçadas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2001), e também para espécies-chave e endêmicas. Foi ainda verificado que cerca de 30 % dos tabus identificados impedem ou proíbem qualquer tipo de uso das espécies listadas. Esta análise sugere que vários tipos específicos de tabus têm a habilidade de proteger espécies ameaçadas e que esta proteção pode ser efetiva.

Embora algumas espécies de quelônios sejam consideradas como feras e reimosas, elas também desempenham um papel importante na medicina tradicional. Neste estudo, as principais etnoespécies utilizadas na medicina caseira foram a tartaruga e o cabeçudo. Alguns estudos têm abordado o uso de quelônios com finalidades medicinais no Brasil (MARQUES, 1995; COSTA-NETO; MARQUES, 2000; SEIXAS; BEGOSSI, 2001; BEGOSSI, 1992; ALVES; SANTANA, 2008; ALVES; ROSA, 2010; PEZZUTI et al., 2010), sendo a gordura e os escudos dérmicos os principais tecidos dos animais utilizados na produção artesanal de remédios.

O comportamento agressivo e potencialmente perigoso do cabeçudo foi observado no estudo realizado por Félix-Silva et al. (2009) e por Pezzuti et al. (2010). Segundo De La Ossa (2007), a anatomia mandibular e a força de mordida do P. *dumerilianus* indicam que a espécie possui condições para consumir presas resistentes, já que pode facilmente quebrá-las, como acontece com as sementes de palmeiras. Esta espécie realiza canibalismo ou manifestações de agressividade desde filhote (DE LA OSSA, 2007). Esta característica de mordida forte pode ser um dos motivos pelos quais os moradores consideram a espécie como "fera". Relatos sobre mutilações corporais causadas por cabeçudos adultos são comuns em diversas regiões de sua área de distribuição na Amazônia (JACKSON PANTOJA LIMA, observação pessoal). Diversos autores sugerem que a maior força da mordida de uma espécie de quelônio está relacionada, comparativamente, às dimensões de sua cabeça e do corpo (WESTNEAT, 1995; SCHENK; WAINWRIGHT, 2001). As relações que intervêm no incremento da força da mordida estariam relacionadas às dimensões lineares do crânio, tais como comprimento e altura, que exercem maior efeito sobre a força de mordida (HILL, 1950), o que diferencia substancialmente P. *dumerilianus* das outras espécies de sua família. Além disso, esta forte mordida também pode estar relacionada com a defesa (DE LA OSSA, 2007).

Na Amazônia brasileira, segundo Rueda-Almonacid et al. (2007), espera-se a ocorrência de quatro espécies de crocodilianos (*Melanosuchus Níger, Caiman crocodilus*, *Paleosuchus palpebrosus* e P. *trigonatus*) pertencentes à família Crocodylidae, subfamília Alligatoridae. Na região estudada não existem estudos com crocodilianos que mencionem a lista de distribuição das espécies. Portanto, os dados disponíveis sobre este grupo referem-se aos relatos dos moradores e a entrevistas realizadas na região. Com base neste estudo, na região da Flona Caxiuanã estão presentes todas as espécies com ocorrência esperada para a região. Assim, pode-se dizer que a região apresenta alta diversidade de crocodilianos.

De todas as etnoespécies mencionadas, a única que não tem distribuição na Amazônia é o jacaré-do-papo-amarelo. No entanto, esta etnoespécie foi citada por um único morador, o que pode indicar que esta seja atribuída a alguma espécie com ocorrência confirmada para a região, com as características semelhantes a ela. Além disso, o contato cada vez maior com os diferentes meios de comunicação, provavelmente faz com que as populações ribeirinhas, na Amazônia, em particular, obtenham informações sobre espécies características de outras regiões. Portanto, é possível que por esta razão uma espécie com ocorrência restrita à costa e à mata atlântica (VERDADE, 2004) tenha surgido na memória recente dos moradores de Caxiuanã.

Não existem registros de densidade e abundância de crocodilianos para a região. Portanto, não há como inferir, se a abundância apontada nas entrevistas realizadas reflete a real abundância de crocodilianos na região da Flona Caxiuanã, e também sobre o impacto da utilização sobre as populações deste grupo. Tal fato indica a importância de serem conduzidos estudos populacionais, para que questões básicas sejam levantadas sobre a história de vida deste grupo, já que, além da importância econômica, o grupo também apresenta importância para a subsistência das populações locais. Para o manejo dos recursos naturais é indispensável que estudos populacionais avaliando distribuição, abundância, uso de ambientes e estrutura populacional sejam realizados, para que seja possível fazer um planejamento das formas de uso e o zoneamento responsável da área (CAUGHLEY; GUNN, 1996). Isto vale não apenas para os crocodilianos, mas também para os outros grupos ainda não estudados na região.

Na Amazônia, as densidades e abundâncias de crocodilianos variam entre diferentes corpos d'água e diferentes microambientes (MEDEM, 1983; MAGNUSSON, 1985; REBÊLO; LUGLI, 2001). Esta diferença na abundância e, consequentemente, na disponibilidade dos recursos para as populações locais, terá reflexo direto sobre as formas de utilização destes recursos ou em composição ou biomassa. Portanto, pode-se esperar que em determinadas fases do ciclo hidrológico uns recursos sejam mais utilizados, quando comparados a outros. Assim, para uma real avaliação da sazonalidade de uso de recursos é fundamental que sejam realizados monitoramentos de longo prazo durante todas as fases do ciclo hidrológico e estações do ano.

O *Melanosuchus niger* foi a espécie de jacaré mais utilizada no Brasil até a década de 1970, seja para o consumo, seja para a produção de peles. Com a crescente preocupação com o declínio destas populações e a lei de proteção à fauna (nº. 5.197, de 1967; MAGNUSSON et al., 1997; VERDADE, 2004), *Caiman crocodilus* passou a ter maior importância na utilização pelas populações tradicionais na Amazônia, seja através do consumo da carne ou através da coleta de ovos (RUEDA-ALMONACID et al., 2007). O jacaretinga foi a espécie mais consumida ao longo do ano e também a mais comum em Caxiuanã, ou seja, é a espécie que aparentemente tem a maior abundância, quando comparada às outras espécies mencionadas. Maiores abundâncias de *Caiman crocodilus* também foram observadas na região da várzea de Santarém (REBÊLO et al., 2007) através de contagens comunitárias de jacarés. Na região do rio Capim e rio Acará-Mirim, no estado do Pará, Félix-Silva e Pezzuti (2009) observaram que *Caiman crocodilus* é a espécie mais consumida ao longo do ano e a preferida entre os moradores da região. Na comunidade localizada no Parque Ecoturístico do Guamá, na região metropolitana de Belém-PA, o jacaretinga também foi a espécie mais consumida pelos moradores (RIBEIRO et al., 2007). Além disso, esta também é a espécie com ampla distribuição entre os Crocodylia (RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

Assim como mencionado para os quelônios, sobretudo o cabeçudo, os crocodilianos também são percebidos pelas populações tradicionais como animais perigosos, como feras, capazes de causar danos físicos, sobretudo o jacaré-açu. São inúmeros os relatos, na Amazônia, de acidentes envolvendo os crocodilianos

e, por esta razão, estes são perseguidos pelas populações humanas (REBÊLO et al., 2007). Outra razão que reforça a perseguição aos répteis são os prejuízos causados à pesca, através da destruição de redes e outros tipos de artefatos, já que estes animais competem com o homem pelo mesmo recurso, o peixe. De acordo com Rebêlo et al. (2007), além dos acidentes com humanos, os crocodilianos também atacam as criações de moradores, sobretudo dos que residem às margens dos corpos d'água. Alves et al. (2009) mencionam que uma das razões que levam à atividade de caça, além da subsistência e da prática como esporte, é a caça realizada para o controle, de modo a evitar danos às pessoas e às criações, como é observado com os crocodilianos amazônicos.

Os crocodilianos são importantes para o homem desde tempos remotos. Esses animais foram importantes nas culturas maia, egípcia e mexicana, tanto que faziam parte de templos e elementos fundamentais dos processos mágicos, religiosos, de enfermidades e de saúde. Dentro das distintas visões cosmológicas, esses répteis são utilizados na zooterapia para resolver problemas tanto da alma, quanto do corpo (CUPUL-MAGAGAÑA, 2003).

Os crocodilianos, assim como os quelônios, são historicamente utilizados pelas populações tradicionais da Amazônia (BATES, 1892; VERDADE, 2004). As formas de uso variam desde a carne para a subsistência e comercialização, até outros tecidos para a medicina caseira, artesanatos e rituais. Seijas (2004) aponta o uso do C*rocodyulus intermedius*, que ocorre na Amazônia venezuelana, na medicina caseira ou propriedades mágicas dos dentes e da gordura. Alves e Rosa (2010), estudando a comercialização de zooterápicos no mercado Ver-o-Peso, em Belém, identificaram que três (M*elanosuchus niger*, C*aiman crocodilus* e P*aleosuchus palpebrosus*) das quatro espécies de crocodilianos que ocorrem na Amazônia são intensamente comercializadas para fins medicinais, podendo ser utilizados a carne, a pele, a gordura e o pênis. Costa-Neto (2000) aponta o uso de crocodilianos por uma comunidade localizada na Área de Protenção Ambiental dos Marimbus/Iraquara, na Bahia. Os moradores daquela comunidade utilizam a carne para a subsistência, mas é para fins zooterápicos a principal forma de uso deste grupo. Duas espécies são apontadas na utilização pelos moradores: o C*aiman* c.f. *latirostris* e o P*aleosuchus palpebrosus*. Este autor aponta o uso do casco, dos dentes e do pênis destas espécies para fins medicinais e mágicos. Rueda-Almonacid et al. (2007) afirmam que C*aiman crocodilus* é capturado para a utilização da sua gordura para fins medicinais e a sua carne é utilizada para capturar tartarugas aquáticas.

A Amazônia apresenta a maior diversidade de aves do Brasil (MARINI; GARCIA, 2005). É nesta região que ocorre o maior número de aves residentes (1.300) e a maior taxa de endemismo (20 %) (MITTERMEIER et al., 2003). Esta grande diversidade da avifauna na Amazônia impossibilita que seja feita qualquer inferência sobre a diversidade de aves, em Caxiuanã, apenas com base nas entrevistas sobre uso realizadas, e no etnoconhecimento dos moradores da região.

Para González (2004), embora os mamíferos sejam a principal fonte de proteína animal para a subsistência dos caçadores, a avifauna pode representar uma significante soma de biomassa total de fauna cinegética consumida por comunidades rurais. Além disso, a avifauna também é importante em termos de número de indivíduos.

Em um trabalho realizado na comunidade Remanso, na Bahia, Costa-Neto (2000) verificou que a avifauna tem grande importância para os moradores daquela região. As aves são utilizadas tanto para o consumo, quanto na medicina local. Nessa comunidade, aparentemente todas as etnoespécies de aves são utilizadas na alimentação, com exceção do urubu (Ciconiformes) e da garrincha (T*hryothorus* sp). O mesmo foi observado por Alves et al. (2010), que verificaram que as aves também estão entre os principais grupos de vertebrados

capturados na Caatinga. Além de utilizadas na alimentação, as aves também exercem importância como *pet*, medicamento, mágico-religioso e artesanato. Os ovos das aves também são importantes fontes de proteína animal para populações tradicionais (GONZÁLEZ, 1999), embora neste estudo estes não tenham surgido na memória recente dos moradores da Flona Caxiuanã.

Em uma comunidade na região metropolitana de Belém, um estudo do uso dos recursos naturais mostrou que as aves não estão entre os principais animais utilizados na alimentação (RIBEIRO et al., 2007), situação diferente de outras regiões, como, por exemplo, na Caatinga, onde as aves estão entre os principais animais capturados (ALVES et al., 2009). No entanto, os psitacídeos e os passeriformes aparecem como os mais utilizados no tráfico de animais silvestres para o mercado de *pets*. González (2004) também ressalta a importância de psitacídeos, sobretudo papagaios e araras, no comércio de *pets*. Em Caxiuanã, a única espécie comercializada com este propósito é o gavião-real, e a maioria dos entrevistados mencionou utilizar a avifauna apenas para a subsistência.

No Parque Nacional Pacaya-Samíria, na Amazônia peruana, González (2004) observou que as principais espécies da avifauna caçadas foram o mutum-cavalo (M*itu tuberosa*), o biguatinga (A*nhinga anhinga*), o pato-do-mato (C*airina moschata*) e o biguá (P*halacrocorax olivaceus*), sendo o mutum e o pato-do-mato as espécies mais importantes quanto à biomassa capturada. Em comunidades localizadas no município de Barão de Melgaço, no Mato Grosso, estudos de uso da avifauna também apontaram o mutum como a principal espécie consumida e com relação simbólica com as populações tradicionais (JÚNIOR; SATO, 2006). A abundância das espécies e sua distribuição no ambiente, e ao longo do ano, podem refletir diretamente o seu uso pelas populações tradicionais, já que a sua disponibilidade pode variar ao longo do ano e nos ambientes. Nas florestas tropicais, a família Cracidae é tradicionalmente considerada a mais importante de aves para a subsistência das populações tradicionais, por se fazer presente na maioria das refeições (OJASTI, 1993; GONZÁLEZ, 2004). Por outro lado, González (2004) relata a ameaça que este fato representa para os cracídeos, já que eles têm baixa capacidade de reposição na natureza, em condições de intensa exploração, o que pode levar ao seu declínio populacional.

Segundo González (2004), os tinamídeos são a segunda família de aves mais importante para a subsistência das populações da Amazônia. Para este autor, a frequência de captura está relacionada à fácil localização, em função da vocalização característica, frequentemente imitada pelos caçadores. A importância dos cracídeos e tinamídeos em Caxiuanã, portanto, reflete um padrão regional.

Ainda no estudo realizado no Parque Nacional Pacaya-Samíria, a caça de subsistência mostrou uma marcada sazonalidade. Esta foi inversamente relacionada à disponibilidade de peixes e produtos da agricultura na estação cheia (GONZÁLEZ, 2004). Neste estudo não foi possível avaliar a sazonalidade no uso dos recursos faunísticos, já que as entrevistas foram realizadas em um único período e necessitariam de um monitoramento de longo prazo para se realizar tal avaliação. Além disso, estes resultados são baseados na memória recente dos moradores, o que pode apresentar algum viés para o período em que foi realizada a campanha. Portanto, com base no exposto, recomenda-se que monitoramentos do uso da fauna seja realizado por mais tempo na área de estudo, para que seja possível avaliar como é investido o tempo na aquisição da proteína animal, além da influência da sazonalidade nesta obtenção.

As aves também são utilizadas na zooterapia, na confecção de artesanatos e para fins de magia, por vários grupos étnicos amazônicos (REDFORD; ROBINSON, 1991). Apesar de González (2004) ter identificado o uso de araras para a confecção de artesanatos, no Parque Nacional Pacaya-Samíria, apenas 1,5 % dos entrevistados mencionou utilizar as aves para fins medicinais ou ornamentais. Na região de Caxiuanã, a

maioria dos entrevistados também mencionou não utilizar as aves para fins medicinais. No entanto, no estudo realizado no mercado Ver-o-Peso, na cidade de Belém, Alves e Rosa (2010) identificaram o comércio de aves como zooterápicos.

Na Flona Caxiuanã, os mamíferos são muito utilizados pelas populações residentes como alimento. Durante a visita à área foi possível observar o uso dos mamíferos como animais de estimação, na alimentação e na medicina caseira. E as entrevistas realizadas confirmaram o que foi observado *in loco*. De acordo com Redford e Robinson (1991) e Vickers (1991), os animais silvestres podem ser utilizados para a subsistência, para a comercialização, no vestuário, como cosméticos, medicamentos, artesanato e como animais de estimação.

Quanto à subsistência, os mamíferos são amplamente utilizados e, quanto ao consumo relativo, na maioria dos grupos étnicos amazônicos estes só são menos importantes que os peixes. No entanto, a atividade de caça de mamíferos pode variar, dependendo do tipo de ocupação humana e da integridade da floresta na região estudada.

Na Flona Caxiuanã, a paca (A*gouti paca*) foi a espécie mais comum, preferida e mais consumida pelos moradores entrevistados. A cutia (D*rasyprocta* sp) e o catitu (T*ayassu tajacu*) também foram espécies consideradas comuns na região da Flona. Em uma comunidade localizada às margens do rio Guamá, na região metropolitana de Belém, Ribeiro et al. (2007) também identificaram, dentre as principais espécies caçadas, a paca, a cutia, o catitu e o veado-vermelho. Nessa comunidade, a paca também está entre as espécies preferidas pelos moradores.

Em um estudo realizado no sudeste paraense, Ramos et al. (2009) registram, a partir de entrevistas de uso, a paca, o tatu, a capivara e o veado como as principais espécies utilizadas pelas populações residentes na área. Estudos realizados em áreas protegidas na Amazônia mostram que os ungulados, principalmente o caititu (T*ayassu pecari*) e o queixada (T*ayassu tayacu*) são as espécies mais importantes (RAMOS et al., 2009). Os resultados deste estudo podem refletir em uma mudança na composição da fauna cinegética, já que em áreas mais alteradas, animais de menor porte, sobretudo aqueles mais tolerantes à antropização, passam a ocupar um papel maior em importância (VICKERS, 1991), como já foi fato constatado no estudo de Ramos et al. (2009).

A paca também foi a principal espécie mencionada para fins zooterápicos e, na região, o principal tecido utilizado é a gordura (banha). Na região do Parque Ecoturístico do Guamá, Ribeiro et al. (2007) registraram que as principais espécies utilizadas para este fim são a mucura (D*idelphis marsupialis*) e o tatu-bola (T*olypentis tricinctus*); e nessa região a banha também é o tipo de tecido mais utilizado. Alves e Rosa (2010), estudando a comercialização de produtos de origem animal como zooterápicos no mercado Ver-o-Peso, idenficaram a gordura do boto-cinza (S*otalia fluviatillis*) como o item mais mencionado. Das espécies terrestres, o quati (N*asua nasua*) foi a espécie mais frequente, sendo a gordura e o pênis os produtos utilizados.

Costa-Neto (2000), estudando a relação entre o homem e os animais em uma comunidade na Bahia, verificou que foram utilizadas 23 espécies na zooterapia, provenientes da caça, da pesca e da coleta do mel. Os mamíferos utilizados como zooterápicos são: gato-do-mato (L*eopardus* sp), lobo-guará (P*rocyon cancrivorus*), capivara (H*idrochaeris hidrochaeris*), quati (N*asua nasua*) e luís-cacheiro (C*oendou prehensilis*). As espécies utilizadas por essa comunidade diferem parcialmente do identificado para Caxiuanã, reforçando a afirmativa de Ramos et al. (2009) e Alves e Rosa (2010), de que as espécies utilizadas e as formas de utilização variam de acordo com a região estudada e o histórico de ocupação das populações residentes.

A maioria dos moradores da Flona Caxiuanã caça apenas para a subsistência. No entanto, entre as espécies que são comercializadas estão a paca, o porco e o veado-vermelho. Elabras (2002) classifica este tipo de atividade como "tráfico para subsistência", ou seja, aquele em que o comércio é realizado apenas para a manutenção. De acordo com Ribeiro et al. (2007), este comércio está intrinsecamente ligado a problemas sociais e educacionais.

Em Caxiuanã, o preço da carne das espécies comercializadas é de R$ 3,00/kg. A paca também foi a espécie de maior importância quanto à comercialização na região do Parque Ecoturístico do Guamá (RIBEIRO et al., 2007). Nessa região, a paca é considerada "caça de primeira", pela sua grande procura, em função do sabor e valor comercial de sua carne. Por esta razão, a caça considerada de primeira destina-se à comercialização, enquanto que a caça que é consumida pelos moradores é a caça de segunda (quati e preguiça), que tem o valor comercial entre R$ 5,00 a R$10,00/kg. Os valores destinados a estas espécies, quando são comparados, pode-se perceber que na região do rio Guamá o valor destinado à caça chega a três vezes o descrito para Caxiuanã. A proximidade com grandes mercados, como Belém, por exemplo, pode explicar o alto valor dado à mesma espécie na região do Parque Ecoturístico do Guamá. Por outro lado, na Flona Caxiuanã a maioria dos moradores vive em assentamentos isolados, e a dificuldade de deslocamento até cidades como Melgaço e Portel pode explicar as diferenças encontradas.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSERVAÇÃO DA FAUNA CINEGÉTICA EM CAXIUANÃ

Na bacia amazônica, as espécies de quelônios de água doce mais importantes sob os pontos de vista econômico e de subsistência são a tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*), o tracajá (*Podocnemis unifilis*) e a iaçá ou pitiú (*Podocnemis sextuberculata*) (FACHÍN-TERÁN, 1992; REBÊLO; LUGLI, 1996; VOGT, 2001; BATISTELLA, 2003; FERREIRA JÚNIOR, 2003; PEZZUTI, 2003; PANTOJA-LIMA, 2007; FÉLIX-SILVA, 2009). No entanto, o cabeçudo (*Peltocephalus dumerilianus*), a irapuca (*Podocnemis erythrocephala*), a muçuã (*Kinosternon scorpioides*) e a perema (*Rhinoclemmys punctularia*) também merecem atenção, por serem muito apreciadas nas áreas onde ocorrem (PEZZUTI, 2003; FÉLIX-SILVA, 2004, 2009). Os quelônios amazônicos continuam sendo capturados, consumidos e comercializados. Porém, a tartaruga-da-amazônia deixou de ser a principal espécie capturada, em termos de quantidade, mas continua tendo grande importância quanto à biomassa capturada, devido ao seu grande porte (PEZZUTI, 2003; DE LA OSSA, 2007; PANTOJA-LIMA, 2007). Depois de séculos de exploração sobre esta espécie, e a consequente redução das suas populações, a exploração sobre os quelônios tem se voltado para as espécies menores, como o tracajá e a pitiú (PEZZUTI et al., 2004; FÉLIX-SILVA, 2009). Rebêlo e Pezzuti (2000) verificaram que o tracajá é a espécie preferida de moradores de grandes centros urbanos, como Manaus e cidades adjacentes. Na região estudada, este padrão também foi observado, se consideradas apenas as espécies aquáticas, com a diferença de que a segunda espécie mais consumida pelos moradores da Flona Caxiuanã é o cabeçudo.

Da década de 1940 até o ano de 1969, milhões de peles de jacarés capturados na Amazônia foram exportadas legalmente para indústrias na Europa e na América do Norte (SMITH, 1980). Entre os anos 1970 e 1980 surgiram os alertas sobre o declínio nas populações de M. *niger*, pela caça ilegal de peles (MEDEM, 1983; REBÊLO; MAGNUSSON, 1983). Além da caça comercial para a produção de couro, a destruição dos ambientes naturais contribuiu para o declínio populacional de jacarés observado neste período. A partir da década de 1990, a pele de jacaré-açu deixa de ser o principal produto, para dar lugar à carne salgada,

e a região amazônica passa a ser a maior produtora informal de carne de jacaré do mundo (DA SILVEIRA; THORBJARNARSON, 1999), sendo o estado do Pará identificado como o maior mercado consumidor, principalmente nos municípios do baixo rio Tocantins (SAMPAIO, 2003).

Atualmente, o M*elanosuchus niger* está listado no Apêndice I da CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção), e o comércio internacional de seus produtos agora é permitido. No Brasil, deixou de ser classificada como espécie ameaçada de extinção em 2003 (MACHADO et al., 2005). Já o C. *crocodilus* é espécie listada no Apêndice II da CITES, e a comercialização internacional de seus produtos é permitida, sob determinadas condições. P*aleosuchus trigonatus* e P. *palpebrosus* estão listadas no Apêndice II da CITES e não são consideradas espécies ameaçadas, de acordo com a IUCN (The International Union for Conservation of Nature) (2011).

Já existem na Amazônia projetos com manejo comunitário de jacarés. Um exemplo é o que acontece na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Mamirauá, no estado do Amazonas, e na Várzea de Santarém, Pará. Na RDS Mamirauá, após avaliação dos estoques naturais de jacarés, foi liberado o abate experimental de jacarés em 2005, e o abate comercial em 2007, com apoio da Secretaria de Produção Rural do Estado do Amazonas (SEPROR). Na várzea de Santarém, os estoques foram avaliados pelos comunitários e a proposta de abate experimental de jacarés foi submetida aos órgãos competentes para avaliação.

Os moradores da Flona Caxiuanã e do entorno mencionaram a ocorrência de etnoespécies que equivalem a P*aleosuchus palpebrosus* e P. *trigonatus*. Estas espécies têm requerimentos ecológicos específicos e são associadas a ambientes em bom estado de conservação. Alguns autores mencionam, inclusive, que estas espécies podem ser consideradas como bioindicadoras da qualidade ambiental (REBÊLO et al., 2007; FÉLIX-SILVA et al. 2010). Portanto, tal fato pode indicar que a região de Caxiuanã, de forma geral, encontra-se em bom estado de conservação, sobretudo quanto aos ambientes aquáticos.

Outro fator que pode influenciar na disponibilidade da caça é o grau de antropização da área. Ramos et al. (2009) identificaram que as atividades de caça têm sua produtividade comprometida, relacionada à derrubada da floresta nativa, sobretudo nos processos relacionados às atividades agrossilvopastoris. Se, apesar da frequente discussão acerca da sustentabilidade da caça, as populações tradicionais podem contribuir para a conservação dos remanescentes da floresta amazônica, como já descrito por alguns autores (BEGOSSI, 2001; RAMOS et al., 2009), através da estreita ligação com os recursos naturais e, consequentemente, mantendo estável o ambiente que ocupam ao longo dos anos, por outro lado, a integridade florestal e o reconhecimento da importância de como sua permanência na área contribuem para os benefícios desta relação.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi desenvolvido com apoio institucional do Museu Paraense Emílio Goeldi e vinculado à elaboração do Plano de Manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã. A primeira autora agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de pesquisa na modalidade PCI, processo Nº. 382475/2009-7. Parte dos dados foram coletados com suporte do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) e da Conservação Internacional do Brasil. Os autores agradecem, em especial, aos comunitários moradores da Flona, por compartilharem seu profundo saber sobre a fauna local e as atividades de caça e pesca em Caxiuanã.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L.. Trade of animals used in Brazilian traditional medicine: trends and implications for conservation. **Hum. Ecol**., v. 38, p. 391-704, 2010.

ALVES, R. R. N.; MENDONÇA, L. E. T.; CONFESSOR, M. V. A.; VIEIRA, W. L. S.; LOPEZ, L. C. S. Hunting strategies used in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 5, n. 12, p. 1-16, 2009.

ALVES, R. R. N.; GINDOMAR, G.; G. G. SANTANA. Use and commercialization of P*odocnemis expansa* (Schweiger 1812) (Testudines: Podocnemididae) for medicinal purposes in two communities in North of Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 4, n.3, p. 1-6, 2008.

AYRES, J. M. **As matas de várzea de Mamirauá**. Brasília: CNPq/SCM, 1995. 123 p.

AYRES, M.; AYRES JR., M., AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **Biostat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasilia: MCT-CNPq, 2007. 364 p.

AYRES, J. M.; LIMA, D. M.; MARTINS, E. S.; BARREIROS, J. L. K. On the track of the Road: changes in subsistence hunting in a Brazilian Amazonian Village. In: REDFORD, K. H.; ROBINSON, J. (Eds.). **Neotropical wildlife use and conservation**. London: University of Chicago Press, 1991. p. 82-92.

BATES, H. W. **The naturalist on the river Amazon**. London: Murray. 1892. p. 395.

BATISTELLA, A. M. **Ecologia de nidificação de P*odocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemidae) em campinas do médio rio Negro-AM**. 2003. 43f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2003.

CAUGHLEY, G.; A. GUNN. **Conservation biology in theory and practice**. Cambridge: Blackwell Science, 1996. 459 p.

CHAMBERS. R. The origins and practice of participatory rural appraisal. **World Development**, v. 22, n. 7, p. 953-969, 1994.

COLDING, J.; C. FOLKE. The relations among threatened species, their protection, and taboos. **Conservation Ecology**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 1997.

COLDING, J.; C. FOLKE. The taboo system: lessons about informal institutions for nature management. **Georgetown Int'l. Envtl. Law Review**, v. 12., p. 413-445, 2000.

COSTA-NETO, H. M. Conhecimentos e usos tradicionais de recursos faunísticos por uma comunidade afro-brasileira. Resultados preliminares. **Interciência**, v. 25, n. 9, p. 423-431, 2000.

COSTA-NETO, E.; MARQUES, J. G. Faunistic resources used as medicines by artisanal fishermen from Siribinha Beach, State of Bahia, Brazil. **Journal of Ethnobiology**, v. 20, n. 1, p. 93-109, 2000.

CRAWFORD, M. A. The case for new domestic animals. **Oryx**, v. 12 p. 3, p. 351-360, 1974.

CUPUL-MAGAÑA, F. G. Cocodrilo: medicina para el alma y el cuerpo. **Rev.Biomed**, v. 14, p. 45-48, 2003.

DA SILVEIRA, R.; THORBJARNARSON, J. B. Conservation implications of commercial hunting of black and spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil. **Biological Conservation**, v. 88, p. 103-109, 1999.

DE LA OSSA, J. L. V. **Ecologia e conservação de P*eltocephalus dumerilianus* (Testudines Podocnemididae) em Barcelos, Amazonas, Brasil.** 2007. 178f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

DE LA PEÑA, G.; LISBOA, P. L. B.; ALMEIDA, S. S. A Estação Científica do Museu Goeldi. **Ciência em Museu**s, v. 2, 1990.

ELABRAS, R. B. Operações de repressão aos crimes ambientais: procedimentos e resultados. In: **Animais Silvestres**: vida à venda. Brasília: Dupligráfica, 2002. p. 77-88.

FACHÍN-TERÁN, A. Desove y uso de playas para nidificacion de taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el rio Samiria. Loreto-Peru. **Boletin de Lima**, v. 79, p. 65–75, 1992.

FACHÍN-TERÁN, A., VOGT, R. C.; J.B., THORBJARNARSON. Patterns of use and hunting of turtles in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil. In: SILVIUS, K. M.; BODMER, R. E.; FRAGOSO, J. M. V. (Eds.). **People in nature**: wildlife conservation in South and Central America. New York: Columbia University Press, 2004. p. 362-377.

FÉLIX-SILVA, D. **Ecologia e conservação de P*odocnemis unifilis* Troschel 1848 (Testudines, Podocnemididae) no reservatório da UHE Tucuruí, Pará-Brasil.** 2009. 274f. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

FÉLIX-SILVA, D.; PANTOJA-LIMA, J.; PEZZUTI, J. C. B. Estudo de impacto ambiental da Linha de Transmissão 500 kW Oriximiná/PA-Itacoatiara/AM-Cariri/AM: Herpetofauna aquática e semi-aquática. **Relatório Técnico.** 2010.

FÉLIX-SILVA, D.; PEZZUTI, J. C.B. Quelônios e crocodilianos. In: MONTEIRO, M.A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. (Orgs.). **Atlas socioambiental**: municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis. Belém: Naea, 2009. p. 150-156.

FÉLIX-SILVA, D.; REBÊLO, G. H.; OLIVEIRA, V. A.; PEZZUTI, J. C. B. **Ecologia e conservação de quelônios no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí.** Relatório Técnico. Belém: MPEG/ELN, 2008. 120 p.

FÉLIX-SILVA, D. **Ecologia reprodutiva do cabeçudo, P*eltocephalus dumerilianus* (Testudines: Podocnemididae) no Parque Nacional do Jaú, Amazonas, Brasil.** 2004. 121f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

FERREIRA JÚNIOR, P. D. **Influência dos processos sedimentológicos e geomorfológicos na escolha das áreas de nidificação de P*odocnemis expansa* (tartaruga-da-amazônia) e P*odocnemis unifilis* (tracajá), na do rio Araguaia**. 2003. 296f. Tese (Doutorado) – Fundação Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2003.

FERREIRA, L. V.; ALMEIDA, S. S.; ROSARIO, C. As áreas de inundação. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 195-211.

GONZÁLEZ, J. A. Human use and conservation of economically important birds in seasonally flooded forests of the Northeastern Peruvian Amazon. In: SILVIUS, K. M.; BODMER, R. E.; FRAGOSO, J. M. V. (Eds.). **People in nature**: wildlife conservation in South and Central America. New York: Columbia University Press, 2004. p. 244-361.

GONZÁLEZ, J. A. Effects of harvesting of waterbirds and their eggs by native people in the Northeastern Peruvian Amazon. **Waterbirds**, v. 22, n. 2, p. 217-224, 1999.

HILL A. V. The dimensions of animals and muscular dynamics. **Sci Prog**. v. 38, p. 209-230, 1950.

ICMBIO. **Roteiro metodológico para elaboração de planos de manejo em Florestas Nacionais**. Brasília: ICMbio/Ministério do Meio Ambiente, 2009. 57 p.

IUCN. **IUCN Red List of threatened species**. 2007. Disponível em: <HTTP://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 22 jun. 2008.

JOHNS, A. D. Continuing problems for Amazon river turtles. **Oryx**, v. 21, n. 1, p. 25-28, 1987.

JÚNIOR, S. B. O.; SATO, M. Educação ambiental e etnoconhecimento: parceiros para a conservação da diversidade de aves pantaneiras. **Ambiente e Educação**, v. 11, p. 125-137, 2006.

JUNK, W. J., BAILEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci**, v. 106, p. 110-127, 1989.

MACHADO, A. B. M.; MARTINS, C. S.; DRUMMOND, G. M. **Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. p. 160.

MAGNUSSON, W. E. Habitat selection, parasites and injuries in Amazonian crocodilians. **Amazoniana**, v. 9, p. 193-204, 1985.

MAGNUSSON, W. E.; MOURÃO, G. Manejo extensivo de jacarés no Brasil. In: VALLADARES-PADUA, C; BODMER, R. E.; CULLEN, L. (Eds.). **Manejo e conservação da fauna silvestre no Brasil**. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá, 1997. p. 214-221

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Conservação de aves no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 95-102, 2005.

MARQUES, J. G. **Pescando pescadores.** São Paulo: NUPAUB-USP, 1995. 304 p.

MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur America**. Bogotá: Carrera, 1983. v. 2. p. 270.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; BROOKS; T. M.; PILGRIM, J. D.; KONSTANT, W. R.; FONSECA, G. A. B.; KORMOS, C. Wilderness and biodiversity conservation**. Proceedings of the National Academy of Science**, v. 100, p. 10309-10313, 2003.

MITTERMEIER, R. A. A Turtle in every pot: a valuable South American resource going to waste. **Animal Kingdom**, april-may, p. 9-14, 1975.

MONTAG, L. F. A. **Diversidade, distribuição e estrutura da comunidade de peixes na Estação Científica Ferreira Penna, Amazônia oriental.** 135f. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2001.

MONTAG, L. F. A. **Ecologia, pesca e conservação dos peixes na Floresta Nacional de Caxiuanã (Municípios de Melgaço e Portel, Pará-Brasil).** 2006. 143f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Programa de Pós-graduação, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2006.

MORÁN, E. F. The adaptive system of the amazonian caboclo. In: WAGLEY, C. (Ed.). **Man in the Amazon**. Gainesville: University of Florida Press, 1974. p. 136-159.

MURRIETA, R. S. S.; BAKRI, M. S.; ADAMS, C.; OLIVEIRA, P. S. S.; STRUMPF, R. Consumo alimentar e ecologia de populações ribeirinhas em dois ecossistemas amazônicos: um estudo comparativo. **Rev. Nutr.**, v. 21, p. 123-133, 2008. Suplemento.

OJASTI, J. Utilización de la fauna silvestre en América Latina: situación y perspectivas para um manejo sostenible. **Guía FAO Conservación**. Rome: FAO, 1993. v. 25.

OLIVEIRA, A. C. M. Gestão participativa e a atividade de caça na reserva extrativista do Tapajós-Arapiuns, Santarém. **Raízes**, v. 23, n. 01/02, 2004.

PANTOJA-LIMA, J. 2007. **Aspectos da biologia reprodutiva de P*odocnemis expansa* Schweigger, 1812, P*odocnemis sextuberculata* Cornalia, 1849 e P*odocnemis unifilis* Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae) na Reserva Biológica do Abufari, Amazonas, Brasil.** 2007. 73f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

PEZZUTI, J. C. B.; CHAVES, R. P. Etnografia e manejo de recursos naturais pelos índios Deni, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n.1., p. 121-138, 2009.

PEZZUTI, J. C. B.; PANTOJA-LIMA, J.; FÉLIX-SILVA, D.; BEGOSSI, A. Uses and taboos of turtles and tortoises along Rio Negro, Amazon Basin. **Journal of Ethnobiology**, v. 30, n. 1, p. 153-168, 2010.

PEZZUTI, J. C. B.; D.F. DA SILVA, D. F. ; LIMA, J. P.; REBÊLO, G. H. A caça e a pesca no Parque Nacional do Jaú, Amazonas. In: BORGES, S. H.; IWANAGA, S.; DURIGAN, C. C.; PINHEIRO, M. R. (Orgs.). **Janelas para a biodiversidade no Parque Nacional do Jaú** – Uma estratégia para o estudo da biodiversidade na Amazônia. Manaus: Fundação Vitória Amazônica, 2004. p. 213-230.

PEZZUTI, J. C. B.; FÉLIX-SILVA, D.; SANTOS, R. M.; J. B. A. JÚNIOR. Ocorrência, reprodução e uso de quelônios na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço-Pará. In: VEIGA, L.; PINTO, P. (Orgs.). **Floresta Nacional de Caxiuanã**: monitoramento de biodiversidade do projeto TEAM. No prelo.

PIPERATA, B. A.; MONTAG, L. F. A. RIBEIRO-SILVA, F.; BARTHEM R. B. Fishing strategies of tradicional riverine populations living in and around the Caxiuanã National Forest, Pará, Brazil. In: JOINT MEETING OF ICHTHYOLOGISTS AND HERPETOLOGISTS. 2003. Manaus. **Resumos...** Manaus, 2003.

PRITCHARD, P. C. H.; TREBBAU, P. Turtles of Venezuela. Society for the study Amphibians and Reptiles. **Contributions to Herpetology**, n. 2, p. 403, 1984.

RAMOS, K. N. **Sustentabilidade incógnita**: análise de fluxos materiais em três comunidades impactadas pela instituição da Floresta Nacional de Caxiuanã-PA. 2001. 90f. Dissertação (Mestrado) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001

RAMOS, R. M.; PEZZUTI, J. C. B.; CARMO, N. A. S. Caça e uso da fauna. In: MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. (Eds.). **Atlas Socioambiental**: municípios de Tomé-açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis. Belém: NAEA, 2009. p. 224-232.

REBÊLO, G. H.; CARMO, N. A. S.; SAMPAIO, P. A. M.; MARTINS, A. Predadores aquáticos: Crocodilianos e Delphinídeos. **Relatório Técnico.** [s.l.]: Eletronorte, 2007. p. 377-424.

REBÊLO, G. H.; BARBOZA, R. S. L.; BARBOZA, R. S. L.; PEZZUTI, J. C. B. **Plano de manejo comunitário de jacarés na várzea do Baixo Amazonas, PAE Aritapera, Santarém-Pará.** Belém: NAEA. No prelo.

REBÊLO, G. H.; PEZZUTI; J. C. B. Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia: considerações para o manejo atual. **Ambiente e sociedade**, v. 6, n. 7, p. 85-104, 2001.

REBÊLO, G. H.; LUGLI, L. Distribution and abundance four caiman species (Crocodilia: Alligatoridae) in Jaú National Park, Amazonas, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 49 n. 3-4, p. 1095-1109, 2001.

REBÊLO, G. H.; LUGLI, L. The conservation of freshwater turtles and the dwellers of the Amazonian Jaú National Park. In: JAIN, S. K. (Ed.). **Etnobiology in Human Welfare**. New Delhi: Deep Publications, 1996. p. 253-358.

REBÊLO, G. H.; MAGNUSSON, W. E. An analysis of the effect of hunting on C*aiman crocodilus* and M*elanosuchus niger* base on the sizes of confiscated skins. **Biological Conservation**, v. 26, p. 95-104, 1983.

REBÊLO, G. H.; PEZZUTI, J. C. B.; LUGLI, L.; MOREIRA, G. Pesca artesanal de quelônios no Parque Nacional do Jaú. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi.** v. 1, n. 1, p. 111-127, 2005.

REDFORD, K. H.; ROBINSON, J. The game of choice: patterns of indian and colonist hunting in the neotropics. **Am. Anthropol**., v. 89, p. 65-67, 1987.

REDFORD, K. H.; ROBINSON, J. Subsistence and commercial uses of wildlife in latin America. In: REDFORD, K. H.; ROBINSON, J. (Eds.). **Neotropical wildlife use and conservation**. London: University of Chicago Press, 1991. p. 6-23.

RIBEIRO, A. S. S.; PALHA, M. D. C.; TOURINHO, M. M.; WHITEMAN, C. W.; SILVA, A. S. L. Utilização dos recursos naturais por comunidades humanas do Parque Ecoturístico do Guamá, Belém, Pará. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 235-240, 2007.

RUEDA-ALMONACID, J. V. ; CARR, J. L. ; MITTERMEIER, R. A. RRODRIQUEZ MALECHA, J. V. ; MAST, R. C.; VOGT, R. C.; RHODIN, A. G. J.; VELASQUEZ, J. L. O.; RUEDA, J. N.; MITTERMEIER, C. **Las tortugas y los cocodrilianos de los paises andinos del tropico.** Bogota: Conservacion Internacional Colombia, 2007. p. 467.

SAMPAIO, P. A. M. **Comércio ilegal de animais silvestres em quatro feiras livres do estuário amazônico, Estado do Pará – Brasil.** 2003. 52f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

SANCHEZ, D. E. A. **Abundância e padrão de distribuição de R*hinemys rufipes* Spix (1824), Chelidae em uma floresta de terra firme na Amazônia Central.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2008. p. 35.

SANTANA, M. R. A.; LISBOA, P. L. B. Estratégias de sobrevivência. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 97-125. .

SCHENK, S. C.; WAINWRIGHT, P. C. Dimorphism and the functional basis of claw strength in six brachyuran crabs. **J. Zool. Lond.**, v. 255, p. 105-119, 2001.

SEIJAS, A. E. Abundance, spatial distribuition, and human pressure on Orinoco crocodiles (C*rocodylus intermedius*) in the Cojedes River System, Venezuela. In: SILVIUS, K. M.; BODMER, R. E.; FRAGOSO, J. M. V. (Eds.). **People in nature**: wildlife conservation in South and Central America. New York: Columbia University Press, 2004. p. 227-239.

SEIXAS, C. S. Abordagens e técnicas participativas em gestão de recursos naturais. In: VIEIRA, P. F.; BERKES, F.; SEIXAS, C. S. (Eds.). **Gestão integrada e participativa de recursos naturais:** conceitos, métodos e experiências. Florianópolis: Secco/APED, 2005. p. 73-105.

SEIXAS, C. S.; BEGOSSI, A. Ethnozoology of fishing communities from Ilha Grande (Atlantic forest coast, Brazil). **Journal of Ethnobiology**, v. 21, n. 1, p. 107-135, 2001.

SMITH, N. J. H. Destructive exploitation of the South American rivers turtles P*odocnemis expansa*. **Yearb. Assoc. Pacific Coast Geog**. v. 36, p. 85-100, 1974.

SMITH, N. J. H. Caimans, capybaras, otters, manatees, and man in Amazônia. **Biological Conservation**, v. 19, p. 177-187, 1980.

SOUZA, F. L. Geographical distribuition patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with enphasis on Brazilian species. **Rev. Esp. Herp**. v. 19, p. 33-46, 2005.

VALLADARES-PÁDUA, C.; BODMER, R. **Manejo e conservação de vida silvestre no Brasil.** Belém: MCT/Sociedade Civil Mamirauá, 1997. p. 520.

VERDADE, L. M. A exploração da fauna silvestre no Brasil: jacarés, sistemas e recursos humanos. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2004.

VETTER, H. **Turtles of the world**. 3. Central and South America: Edition Chimaira, 2005. p. 1-128.

VICKERS, W. Hunting yield and game composition over tem years in an Amazonian village. In: J.G. ROBINSON, J. G.; H. REDFORD, H. (Eds.). **Neotropical wildlife use and conservation**. Chicago: University of Chicago Press, 1991. p. 53-81.

VOGT, R.C. Turtles of the rio Negro. In: CHAO, N. L.; PETRY, P.; PRANG, G.; SONNESCHIEN, L.; TLUSTY, M. (Eds.). **Conservation and management of ornamental fish resources of the rio Negro Basin, Amazonia, Brazil** - Projeto Piaba. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2001. p. 310.

ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis.** 2. ed. Englewood Cliffs: N. J. Prentice-Hall, 1999. p. 718.

WESTNEAT, M. W. Feeding, function, and phylogeny: analysis of historical biomechanics in labrid fishes using comparative methods. **Syst. Biol**., v. 44, p. 361-383, 2001.

WILKINSON, L. **Systat: the system for statistics. Evanston, Inc., 1990. p. 822.**

ATIVIDADE REPRODUTIVA DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

Suely Aparecida Marques-Aguiar
Gilberto Ferreira de Souza Aguiar
Máximo Viena del Aguila (*in memoriam*)

INTRODUÇÃO

É reconhecida a importância da ordem Chiroptera para as florestas neotropicais, onde seus membros representam a maior parte da diversidade de espécies da mastofauna (FLEMING, 1988). Além da alta participação na reciclagem de nutrientes e energia dos ecossistemas, atuam na fenologia reprodutiva de muitas plantas, pela dispersão de pólen e sementes, contribuindo no processo natural de regeneração florestal (HEITHAUS, 1982; FLEMING, 1988; CHARLES-DOMINIQUE, 1991). Morcegos animalívoros de diferentes famílias também ajudam a regular o tamanho populacional de espécies de invertebrados e de pequenos vertebrados nos ambientes tropicais (KUNZ; PIERSON, 1994).

Refletindo a ampla radiação adaptativa verificada em sua evolução, os morcegos se caracterizam por uma variedade de cronologias reprodutivas (BADWAIK; RASWEILER, 2000) associadas a fatores abióticos (WILSON, 1979; TUTTLE; STEVENSON, 1982). Enquanto na zona temperada o fotoperíodo e a temperatura constituem os principais determinantes climáticos das estações de procriação, prevalecendo monoestria sazonal, nos trópicos é a precipitação pluvial que regula tais estações, seja de forma direta, como sinal externo deflagrador da atividade reprodutiva, seja pelos efeitos sobre a fenologia das flores, frutos e espécies de insetos que integram a dieta dos quirópteros, predominando padrão poliéstrico (RACEY, 1982; HEIDEMAN, 1989). Há, porém, variabilidade na configuração das cronologias, tendo sido descritos dez tipos distintos para morcegos africanos (HAPPOLD; HAPPOLD, 1990) e quatro para morcegos do Novo Mundo (WILSON, 1979; WILLIG, 1985b).

Assim como sobre seus períodos de atividade, dieta e limites de distribuição, há carência de dados sobre a reprodução de grande número de morcegos dos neotrópicos (WILLIG, 1985b; KALKO, 1998; ESTRADA; COATES-ESTRADA, 2001). Esta limitação é evidente para a Amazônia brasileira, onde ocorreram achados isolados de fêmeas gestantes e lactantes de algumas espécies (MARQUES, 1985; REIS; PERACCHI, 1987; BERNARD, 2002). A reprodução na maioria dos morcegos parece ter sua periodicidade definida, de tal forma que a lactação, a parte energeticamente mais custosa da reprodução (KURTA et al., 1989), coincida com o pico de disponibilidade alimentar (RACEY, 1982), embora em algumas espécies o desmame possa coincidir com este pico (FLEMING et al., 1972; RACEY; ENTWISTLE, 2000). O aumento sazonal da biomassa de insetos e de muitos frutos acompanha o nível de precipitação nas florestas tropicais (WOLDA, 1978) e, na região amazônica, parte das plantas apresenta fenofase de floração concentrada nos meses de menor pluviosidade (ARAÚJO, 1970; ALENCAR et al., 1979). Assim, o esforço reprodutivo, com demanda energética aumentada de espécies insetívoras e frugívoras, tende a ocorrer no fim da estação seca e aproximadamente

no meio da chuvosa, enquanto entre as nectarívoras ocorre na estação seca (WILSON, 1971; FLEMING et al., 1972; BONACCORSO, 1979; RACEY, 1982; RACEY; SWIFT, 1985; DINERSTEIN, 1986).

A Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) situa-se na Floresta Nacional (Flona) de Caxiuanã, próximo à desembocadura do rio Xingu, no rio Amazonas, ao sul do arquipélago do Marajó, região considerada de alta importância para a conservação dos mamíferos (SILVA et al., 2001). Sua estrutura logística, isolamento e a minimização do impacto humano permitem o desenvolvimento de inventários biológicos fidedignos e o acompanhamento adequado de padrões de atividade e de reprodução de vários tipos de organismos associados ao ambiente florestal – meta compatível com o propósito da Estação – de servir como foco de investigações de processos ambientais complexos, envolvendo desdobramentos de médio e longo prazos (LISBOA, 1997, 2002, 2009).

Este trabalho objetivou analisar os padrões e períodos reprodutivos das espécies de quirópteros registradas na Flona Caxiuanã. A análise levou em consideração a sazonalidade de reprodução esperada para as diferentes guildas alimentares, tendo em vista a variabilidade regional de precipitação.

MATERIAL E MÉTODOS

O inventário biológico de morcegos foi efetuado no município de Melgaço, estado do Pará, Amazônia Oriental, dentro da ECFPn, nordeste da Flona Caxiuanã (aproximadamente 1°42'S e 51°31'W). O clima na área é do tipo tropical úmido, categoria Am de Köppen, com média térmica anual de 26ºC (amplitude de 22-32ºC) e umidade relativa do ar de 88% (SUDAM, 1984).

A análise pluviométrica na Flona Caxiuanã e suas adjacências denota um regime de precipitações em todos os meses, com valor anual de 2000-2400 mm, máximo em março/abril (300-400 mm/mês), e mínimo em setembro/outubro (40-100 mm/mês), observando-se considerável variabilidade regional (MORAES et al., 2009). Na bacia amazônica, de um modo geral, o período de chuvas ou de forte atividade conectiva compreende os meses de novembro a março, enquanto o de menos chuva ou de atividade conectiva menos intensa compreende maio a setembro, sendo abril e outubro considerados de transição entre um regime e outro (FIGUEROA; NOBRE, 1990; SANCHES; FISCH, 2005). No entanto, a análise da distribuição de precipitação no sítio experimental do projeto Milênio/LBA e em diversas estações pluviométricas na Flona permite concluir que a estação chuvosa na ECFPn está compreendida de janeiro a junho, enquanto a seca, de julho a dezembro (COSTA et al., 2006; MORAES et al., 2009).

A cobertura vegetal na região é de floresta ombrófila densa, de terras baixas, com manchas de floresta ombrófila aberta/submontana. Lisboa et al. (1997) caracterizaram as fitofisionomias locais como florestas densas e baixos platôs (terra firme, correspondendo a 85% da vegetação total), florestas de inundação (igapó), vegetação savanoide não florestal e vegetação secundária (capoeira).

As capturas noturnas de quirópteros foram efetuadas com o auxílio de redes de neblina, suspensas desde o solo a até três metros de altura. Os dados originais de Marques-Aguiar e Aguiar (2002) e Marques-Aguiar et al. (2003, 2009) sobre fatores ecológicos, metodológicos e a diversidade de quirópteros, foram integrados à análise e a classificação sistemática seguiu Gardner (2007a). A lista completa e a avaliação de diversidade de espécies da Flona encontram-se no estudo de Marques-Aguiar et al. (2009). Assumiu-se o status de D*ermanura* como subgênero de A*rtibeus*, e não como gênero à parte, acompanhando sistemática mantida em trabalhos recentes, com base em diversidade morfológica (MARQUES-AGUIAR, 2007; BERNARD; SAMPAIO, 2008; REDONDO et al., 2008; BERNARD et al., 2011), embora prevaleça a controvérsia sobre o

perfil taxonômico do grupo decorrente de análises filogenéticas em nível molecular (HOOFER et al., 2008; SOLARI et al., 2009; PERACCHI et al., 2011). Indivíduos inicialmente identificados como P*latyrrhinus helleri* foram reclassificados como P*latyrrhinus fusciventris*, considerando-se a revisão do complexo de táxons de P. *helleri* efetuada por Velazco et al. (2010).

A análise da sazonalidade de prevalência de fêmeas grávidas e lactantes tomou por base quatro campanhas de coletas de cerca de 30 dias, aproximadamente trimestrais, ocorridas em maio, agosto e dezembro de 1996, e março de 1997. A campanha de maio incluiu alguns poucos dias do final de abril do mesmo ano. O achado de indivíduos jovens e de fêmeas grávidas/lactantes em capturas esporádicas em agosto de 1993, fevereiro de 1996 e julho de 1997, foi considerado apenas na caracterização complementar do perfil reprodutivo de A*rtibeus gnomus*, A*rtibeus obscurus*, D*esmodus rotundus*, P*hyllostomus elongatus*, P*hyllostomus hastatus*, T*onatia saurophila*, T*rachops cirrhosus* e U*roderma bilobatum*. Os dados de precipitação nos meses de coleta foram extraídos do Boletim Climatológico da ECFPn (MPEG, 1997, 1998).

Inicialmente, os indivíduos foram agrupados nas classes de adultos e jovens, sendo estes últimos reconhecidos pela presença de metáfises não ossificadas nos quirodátilos. As fêmeas adultas receberam classificação baseada em sua condição reprodutiva: (i) não grávidas e não lactantes ou reprodutivamente inativas; (ii) grávidas, definidas pela protrusão ventral reconhecida macroscopicamente e diagnóstico de embrião mediante palpação do abdômen; (iii) lactantes, verificando-se mamas desenvolvidas, mamilos intumescidos e claros, sem pelos ao redor, e ejeção de leite; (iv) pós-lactantes, com mamas desenvolvidas, mamilos escuros e sem a presença de leite ou de áreas amareladas sob a pele.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Oitenta e três por cento das 30 espécies estudadas foram de Phyllostomidae, refletindo a tendência para menor sucesso de amostragem de famílias predominantemente insetívoras. Outras foram Emballonuridae (n = 3), Thyropteridae (n = 1) e Vespertilionidae (n = 1), excluindo-se apenas a família Noctilionidae da amostra inventariada por Marques-Aguiar et al. (2009). Entre os animais capturados, 345 foram machos e 309 fêmeas, em uma razão sexual não significativa de 1,12 M:F. A maior parte das capturas ocorreu nos meses de chuva (n = 378), mas a proporção de fêmeas reprodutivamente ativas foi semelhante nas estações chuvosa e seca, atingindo 28% e 31%, respectivamente (Tabelas 1 e 2), com mínima em agosto e máxima em dezembro (Figura 1).

Foi observada gravidez em 43 fêmeas de 15 espécies. C*arollia perspicillata* apresentou fêmeas grávidas em três períodos de coleta. M*yotis nigricans* apresentou em dois períodos: um na estação seca, outro na chuvosa. Grávidas de A*rtibeus lituratus* foram observadas nas duas coletas do segundo semestre.

Evidência de lactação foi encontrada em 60 fêmeas de 19 espécies. C. *perspicillata* apresentou lactantes em todos os períodos de coleta, enquanto A. *gnomus* e A*rtibeus planirostris* apresentaram em dezembro e nas duas coletas no primeiro semestre. Seis espécies tiveram lactantes em dois períodos, um na estação seca e outro na chuvosa (A. *lituratus*, D. *rotundus*, L*ophostoma silvicolum*, P. *elongatus*, R*hinophylla pumilio* e S*turnira lilium*).

Houve significativa correlação entre o ordenamento de número de meses de registro de fêmeas grávidas e de lactantes e o ordenamento de abundância das espécies (r_s = 0,71 e r_s = 0,70, respectivamente; P < 0,0001), este último sendo refletido de forma aproximada, pela abundância de grávidas/lactantes por espécie (Figura 2).

Tabela 1. Número de indivíduos das espécies de morcegos examinadas quanto aos padrões reprodutivos na Estação Científica Ferreira Penna, Melgaço, Pará, nos meses de maio de 1996 e março de 1997 (estação chuvosa). Chave: MJ: machos jovens; MA: machos adultos; FJ: fêmeas jovens; FI: fêmeas adultas reprodutivamente inativas; G: grávidas; L: lactantes; LG: lactantes com gravidez simultânea; PL: pós-lactantes. *Chrotopterus auritus* e *Phyllostomus hastatus* não foram registrados nesses meses. Em fevereiro de 1996, foi coletada uma fêmea grávida de *T. saurophila* e duas de *U. bilobatum*, e uma pós-lactante de *T. cirrhosus*.

Táxon	Maio/1996								Março/1997							
	MJ	MA	FJ	FI	G	L	LG	PL	MJ	MA	FJ	FI	G	L	LG	PL
EMBALLONURIDAE																
Rhynchonycteris naso	-	1	-	2	-	-	-	-	1	3	-	1	-	-	1	-
Saccopteryx bilineata	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saccopteryx leptura	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PHYLLOSTOMIDAE																
Carolliinae																
Carollia brevicauda	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	1	2	-	-	-	-
Carollia perspicillata	13	12	16	4	1	4	-	1	5	34	5	6	5	4	-	2
Rhinophylla fischerae	-	1	1	1	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-
Rhinophylla pumilio	2	1	4	1	-	-	-	-	-	-	1	5	-	1	-	-
Desmodontinae																
Desmodus rotundus	-	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	2	-	-
Glossophaginae																
Choeroniscus minor	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Lonchophyllinae																
Lionycteris spurrelli	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Lonchophylla thomasi	1	3	5	2	-	1	-	-	-	7	-	6	-	-	-	-
Phyllostominae																
Glyphonycteris daviesi	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glyphonycteris sylvestris	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophostoma silvicolum	1	3	-	4	-	-	-	-	-	2	1	1	-	1	-	-
Phyllostomus elongatus	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tonatia saurophila	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Trachops cirrhosus	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenodermatinae																
Ectophyllini																
Artibeus gnomus	-	6	-	5	-	2	-	-	-	6	-	7	1	1	-	-
Artibeus lituratus	-	-	-	-	-	-	-	-	2	28	4	7	-	12	-	6
Artibeus obscurus	1	11	-	2	-	2	-	-	-	16	3	1	-	-	-	-
Artibeus planirostris	4	-	2	-	-	2	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-
Platyrrhinus fusciventris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	1
Uroderma bilobatum	-	2	-	2	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
Vampyriscus bidens	1	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 1. (cont.) Número de indivíduos das espécies de morcegos examinadas quanto aos padrões reprodutivos na Estação Científica Ferreira Penna, Melgaço, Pará, nos meses de maio de 1996 e março de 1997 (estação chuvosa). Chave: MJ: machos jovens; MA: machos adultos; FJ: fêmeas jovens; FI: fêmeas adultas reprodutivamente inativas; G: grávidas; L: lactantes; LG: lactantes com gravidez simultânea; PL: pós-lactantes. *Chrotopterus auritus* e *Phyllostomus hastatus* não foram registrados nesses meses. Em fevereiro de 1996, foi coletada uma fêmea grávida de T. *saurophila* e duas de U. *bilobatum*, e uma pós-lactante de T. *cirrhosus*.

Táxon	Maio/1996								Março/1997							
	MJ	MA	FJ	FI	G	L	LG	PL	MJ	MA	FJ	FI	G	L	LG	PL
Sturnirini																
Sturnira lilium	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
Sturnira tildae	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
THYROPTERIDAE																
Thyroptera lavali	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VESPERTILIONIDAE																
Myotis nigricans	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-
Total	26	48	32	32	2	15	-	2	9	113	15	41	8	25	1	9

Tabela 2. Número de indivíduos das espécies de morcegos examinadas quanto a padrões reprodutivos na Estação Científica Ferreira Penna, Melgaço, Pará, nos meses de agosto e dezembro de 1996 (estação seca). Chave: MJ: machos jovens; MA: machos adultos; FJ: fêmeas jovens; FI: fêmeas adultas reprodutivamente inativas; G: grávidas; L: lactantes; LG: lactantes com gravidez simultânea; PL: pós-lactantes. *Choeroniscus minor*, *Glyphonycteris daviesi*, *Glyphonycteris sylvestris*, *Rhynchonycteris naso* e *Thyroptera lavali* não foram registradas nesses meses. Em agosto de 1993, houve coleta de três fêmeas grávidas de A. *gnomus*, uma grávida de A. *obscurus*, uma lactante de P. *elongatus* e uma pós-lactante de P. *hastatus*. Em julho de 1997 foram coletadas uma fêmea jovem e uma grávida de D. *rotundus*.

Táxon	Agosto/1996								Dezembro/1996							
	MJ	MA	FJ	FI	G	L	LG	PL	MJ	MA	FJ	FI	G	L	LG	PL
EMBALLONURIDAE																
Saccopteryx bilineata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Saccopteryx leptura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
PHYLLOSTOMIDAE																
Carolliinae																
Carollia brevicauda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Carollia perspicillata	13	10	20	9	-	1	-	-	-	27	-	8	5	5	1	1
Rhinophylla fischerae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhinophylla pumilio	3	-	8	-	-	-	-	-	-	4	1	3	-	2	-	-
Desmodontinae																
Desmodus rotundus	1	3	-	-	-	-	1	-	1	3	-	-	-	-	-	-

Tabela 2. (cont.) Número de indivíduos das espécies de morcegos examinadas quanto a padrões reprodutivos na Estação Científica Ferreira Penna, Melgaço, Pará, nos meses de agosto e dezembro de 1996 (estação seca). Chave: MJ: machos jovens; MA: machos adultos; FJ: fêmeas jovens; FI: fêmeas adultas reprodutivamente inativas; G: grávidas; L: lactantes; LG: lactantes com gravidez simultânea; PL: pós-lactantes. *Choeroniscus minor*, *Glyphonycteris daviesi*, *Glyphonycteris sylvestris*, *Rhynchonycteris naso* e *Thyroptera lavali* não foram registradas nesses meses. Em agosto de 1993, houve coleta de três fêmeas grávidas de A. *gnomus*, uma grávida de A. *obscurus*, uma lactante de P. *elongatus* e uma pós-lactante de P. *hastatus*. Em julho de 1997 foram coletadas uma fêmea jovem e uma grávida de D. *rotundus*.

Táxon	Agosto/1996								Dezembro/1996							
	MJ	MA	FJ	FI	G	L	LG	PL	MJ	MA	FJ	FI	G	L	LG	PL
Lonchophyllinae																
Lionycteris spurrelli	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Lonchophylla thomasi	1	4	-	-	1	-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	1
Phyllostominae																
Chrotopterus auritus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
Lophostoma silvicolum	-	1	-	-	-	1	-	-	3	11	-	6	2	-	-	-
Phyllostomus elongatus	-	7	1	4	-	-	-	-	-	3	-	2	6	-	-	-
Phyllostomus hastatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Tonatia saurophila	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Trachops cirrhosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Stenodermatinae																
Ectophyllini																
Artibeus gnomus	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-
Artibeus lituratus	-	3	-	2	2	-	-	-	2	12	1	-	1	1	2	1
Artibeus obscurus	-	3	-	2	-	-	-	-	-	6	2	1	1	-	-	1
Artibeus planirostris	-	4	-	-	-	-	-	-	-	7	-	4	-	1	-	-
Platyrrhinus fusciventris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Uroderma bilobatum	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Vampyriscus bidens	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Sturnirini																
Sturnira lilium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Sturnira tildae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VESPERTILIONIDAE																
Myotis nigricans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Total	19	37	31	17	4	2	1	-	8	85	5	30	16	13	3	5

Maior esforço de amostragem, com diversificação de técnicas de coleta, poderia, assim, ampliar o achado de fêmeas reprodutivamente ativas de espécies mais raras em diferentes épocas e, eventualmente, reforçar sugestões de mais de uma estação reprodutiva anual.

Observou-se um pico de grávidas no mês de dezembro (26%), concentrando 46% de todas as coletadas nesta condição, com decaimento em março (9%), tendo-se verificado valor mínimo em maio (2%) (Figura 3). Espécies

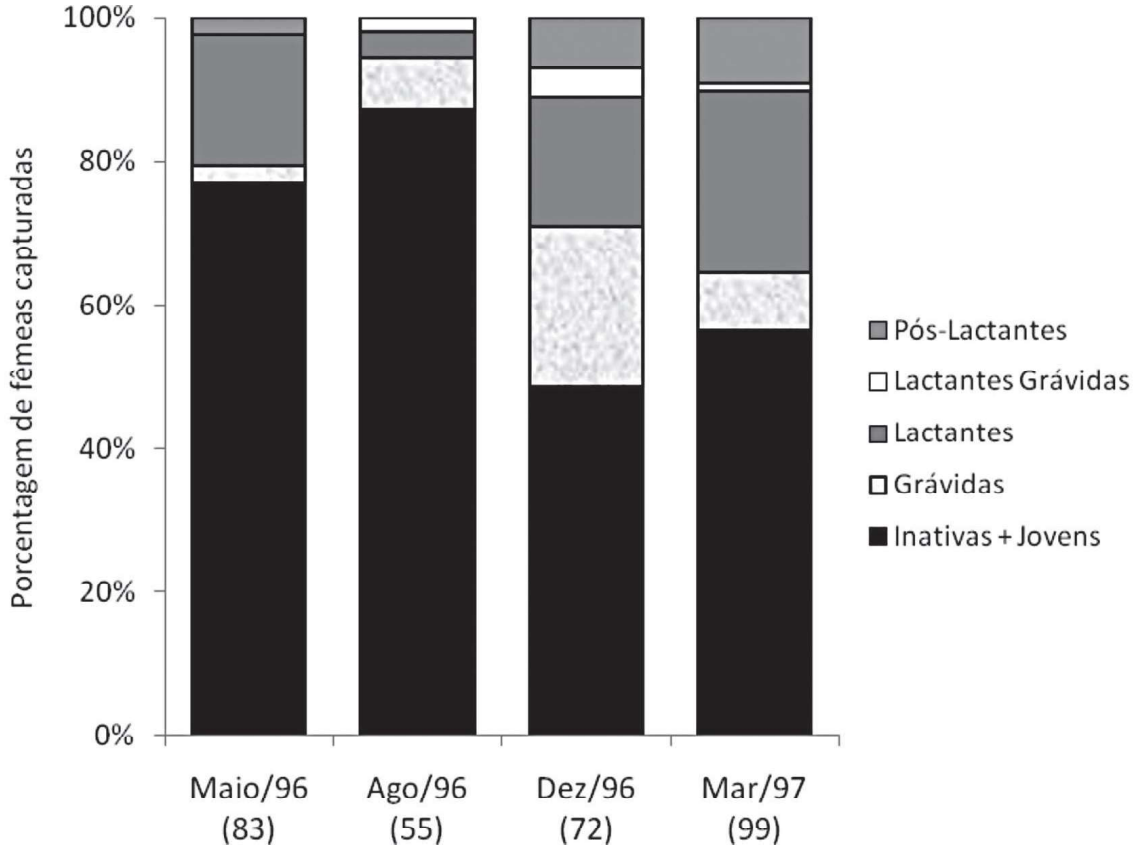


Figura 1. Frequência relativa de fêmeas de morcegos, de acordo com os estágios reprodutivos, em quatro períodos de coleta na Floresta Nacional de Caxiuanã. Os números entre parênteses equivalem ao total de fêmeas.

da guilda frugívora mostraram regularidade de distribuição na estação seca, constituindo-se na maior parte das gestantes em agosto. No final do ano e em março concentraram-se as poucas fêmeas gestantes da guilda insetívora e predominaram as de onívoros.

Entre as lactantes, verificou-se um pico em março (26%), meados da estação chuvosa, com 43% do total das coletadas; e valor mínimo em agosto (5%), quando não se observaram fêmeas frugívoras nesta situação reprodutiva (Figura 3). Espécies onívoras exibiram frequência pouco variável de lactantes ao longo do ano, enquanto as frugívoras tiveram amplo predomínio em março, e pouco diferiram em frequência do total das demais guildas em maio e dezembro.

Mesmo com campanhas de coletas em apenas quatro meses, foi possível observar correlação positiva entre a precipitação mensal na Flona Caxiuanã e o número de lactantes ($r_s = 0,83$), e negativa entre a precipitação e o número de grávidas ($r_s = -0,13$), ambas significativas, em nível de 5%. A proporção de grávidas em época seca foi cerca de duas vezes maior do que a observada em época chuvosa, o inverso foi observado entre as lactantes (Figura 4).

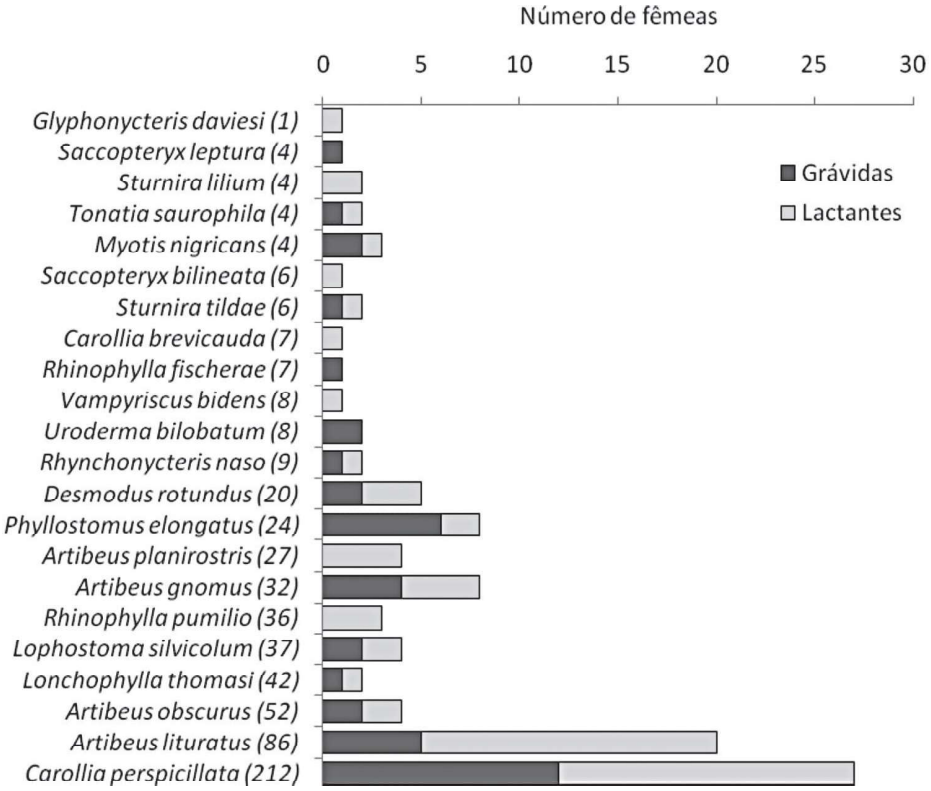


Figura 2. Distribuição de fêmeas grávidas e lactantes, por espécie, coletadas de maio de 1996 a março de 1997, na Flona Caxiuanã. As espécies estão ordenadas por abundância absoluta, e o número entre parênteses equivale ao total de capturas. Oito espécies não foram incluídas porque não tiveram fêmeas reprodutivamente ativas coletadas e a análise de sua reprodução se baseou unicamente na distribuição anual de jovens e de fêmeas pós-lactantes: *Choeroniscus minor*, *Chrotopterus auritus*, *Glyphonycteris sylvestris*, *Lionycteris spurrelli*, *Phyllostomus hastatus*, *Platyrrhinus fusciventris*, *Thyroptera lavali* e *Trachops cirrhosus*.

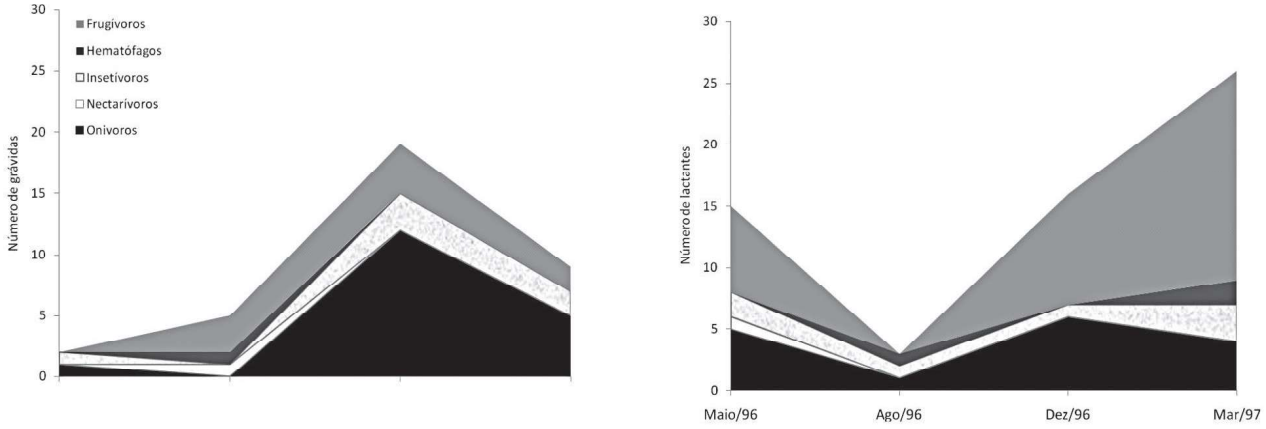


Figura 3. Variação do número de fêmeas grávidas (esquerda) e lactantes (direita) registradas nas quatro campanhas de coleta, de maio de 1996 a março de 1997, na Flona Caxiuanã, de acordo com as guildas alimentares.

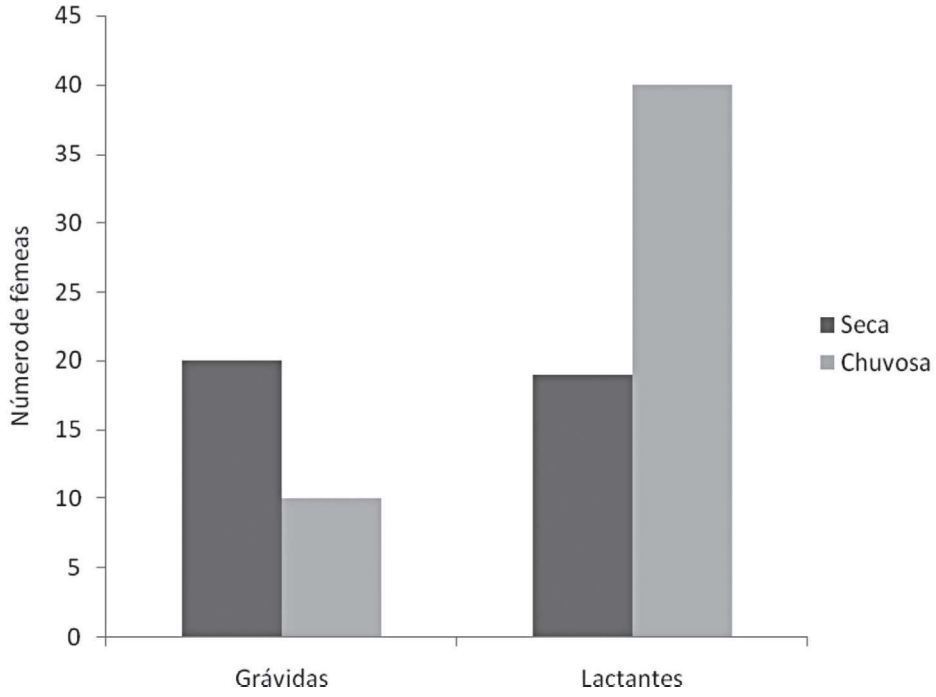


Figura 4. Número de grávidas e lactantes coletadas nas estações seca e chuvosa, de maio de 1996 a março de 1997, na Flona Caxiuanã.

AVALIAÇÃO POR ESPÉCIE

As estratégias reprodutivas variam grandemente entre os morcegos (RACEY, 1982; HEIDEMAN, 2000). Nas espécies neotropicais, quatro cronologias reprodutivas principais são admitidas: (i) monoestria sazonal, caracterizada por período limitado de atividade sexual e reprodução única em determinada época do ano (e.g. N*octilio albiventris*); (ii) poliestria bimodal ou sazonal bimodal, quando se observam dois picos reprodutivos em um período preferencial, produzindo-se tipicamente dois filhotes anualmente (e.g. A. *lituratus*, A. *planirostris*, C. *perspicillata*, G*lossophaga soricina* e S. *lilium*); (iii) poliestria sazonal, em que há período reprodutivo anual longo, com múltiplos picos (três ou mais) de gravidez e lactação, sucedido por curto período de inatividade sexual, cada fêmea produzindo até três filhotes ao ano (e.g. M. *nigricans*); (iv) poliestria as sazonal ou acíclica, com atividade sexual e reprodução contínuas ao longo do ano, encontrando-se fêmeas em diferentes estágios gestacionais em qualquer época de estudo (e.g. D. *rotundus*) (FLEMING et al., 1972; WILSON, 1973, 1979; MYERS, 1977; RACEY, 1982; WILLIG, 1985b; GANNON; WILLIG, 1992). Bonaccorso (1979) reconheceu apenas três categorias: monoestria sazonal, poliestria sazonal e poliestria assazonal. Pode haver diferenças intraespecíficas de padrão reprodutivo, de acordo com a situação geográfica, com variação tanto latitudinal quanto longitudinal (WILSON, 1979).

Na Flona Caxiuanã, apenas duas espécies com mais de 15 fêmeas grávidas/lactantes coletadas puderam ser analisadas quanto à fenologia reprodutiva: A. *lituratus* (n = 20) e C. *perspicillata* (n = 27), observando-se

perfil compatível com poliestria sazonal bimodal e concentração de nascimentos no fim da estação seca e durante a chuvosa (v. análise adiante). Para as demais espécies são anotados comentários baseados na distribuição anual de fêmeas reprodutivamente ativas e de indivíduos jovens.

Família EMBALLONURIDAE

Rhynchonycteris naso (Wied-Neuwied, 1820)

A captura de fêmea lactante apresentando estro pós-parto em março, comprovou poliestria e, pelo menos, dois episódios anuais de nascimentos, provavelmente no início e meio da estação chuvosa. A sobreposição de lactação e gravidez já era conhecida (PLUMPTON; JONES, 1992). Os dados dos espécimes da Flona se ajustaram ao esperado para insetívoros, na maioria dos quais se verifica sazonalidade reprodutiva e lactação durante os picos de pluviosidade. O padrão de poliestria bimodal, com nascimentos no início e no fim da estação chuvosa, foi atestado em populações do norte de Minas Gerais, por Nogueira e Pol (1998). Bradbury e Vehrencamp (1976) não observaram filhotes durante a estação seca na Costa Rica, mas Plumpton e Jones (1992) referiram reprodução ao longo de todo o ano em algumas áreas de ocorrência da espécie, cuja distribuição se estende desde o sul do México até o sudeste do Brasil. Nessas áreas, gestantes já foram capturadas em quase todos os meses, sugerindo a possibilidade de reprodução assincrônica e essencialmente assazonal, podendo produzir um filhote duas vezes ao ano (BRADBURY; VEHRENCAMP, 1977).

Saccopteryx bilineata (Temminck, 1838)

Pico de nascimentos na transição entre a estação seca e a chuvosa é indicado pela presença de uma fêmea lactante em dezembro, e indivíduos jovens em maio. A reprodução desta espécie é estruturada em grupos poligínicos e altamente sincronizada (HOOD; GARDNER, 2007), costumando haver parição no início da época chuvosa (BRADBURY; VEHRENCAMP, 1976). Wilson (1973) referiu a cronologia de monoestria sazonal, sendo também possível poliestria, a depender da área de ocorrência (BRADBURY; EMMONS, 1974; BRADBURY; VEHRENCAMP, 1976, 1977). Dieta baseada na insetivoria aérea torna a época chuvosa mais favorável para a lactação e o desmame, este último se dando por cerca de 10 a 12 semanas após o nascimento (BRADBURY; VEHRENCAMP, 1977). Em áreas de reserva florestal próximas a Manaus, estado do Amazonas, foi encontrada lactante em abril, período de chuvas (BERNARD, 2002). Em Trinidad, observaram-se nascimentos em época chuvosa, desde o fim de maio a meados de junho (BRADBURY; EMMONS, 1974). Como a maioria dos embalonurídeos, S. *bilineata* apresenta ampla distribuição nos neotrópicos, podendo, em algumas regiões, exibir atividade reprodutiva por período relativamente prolongado (YANCEY et al., 1998a).

Saccopteryx leptura (Schreber, 1774)

Assim como sua preferência de habitat, o comportamento reprodutivo nesta espécie difere acentuadamente do observado em S. *bilineata*, pois parece ser monógama e os machos não exibem marcada territorialidade sexual (HOOD; GARDNER, 2007). Por outro lado, Bradbury e Emmons (1974) e Bradbury e Vehrencamp (1976, 1977) relataram sazonalidade reprodutiva, verificando-se uma a duas gestações anuais e nascimentos sincronizados com estação chuvosa, como na sua congenérica. Em Caxiuanã, a captura de indivíduo jovem na campanha de maio indicou parição coincidente com o início das chuvas, mas o achado de grávida na mesma campanha sugere nova prole em meados do ano. Próximo a Manaus foi observada lactante em março (BERNARD, 2002). Em Trinidad, atestou-se nascimento único anual em maio, de forma sincrônica entre as fêmeas, antes da estação chuvosa (NOWAK, 1994). No Suriname, foram encontradas duas grávidas em abril,

início das chuvas (LIM et al., 2005). Em outras áreas, constataram-se duas estações reprodutivas, como em La Selva, na Costa Rica, com geração de dois jovens por fêmea ao ano (BRADBURY; VEHRENCAMP, 1976). Um padrão de poliestria bimodal parece provável na maioria dos casos (YANCEY et al., 1998b).

Família PHYLLOSTOMIDAE

Subfamília CAROLLIINAE

Carollia brevicauda (Schinz, 1821)

Tratando-se de espécie frugívora que inclui insetos na dieta (GARDNER, 1977), parto e desmame tendem a coincidir com o início e o curso da estação chuvosa, devido à maior biomassa de frutos e abundância de entomofauna. A presença de fêmea lactante na campanha de dezembro sugere nascimento no fim da estação seca, em concordância com o registro de indivíduo jovem em março. Na região de Manaus, lactantes foram observadas em novembro, i.e., entre as estações seca e chuvosa; e em abril, estação chuvosa (BERNARD, 2002). Segundo Fleming et al. (1972) e Laval e Fitch (1977), é monótoca e estacionalmente poliestra, podendo ocorrer duas gestações ao ano (PERACCHI et al., 2010). Há grande variação latitudinal nos meses de procriação. Em localidades do México e América Central, encontraram-se fêmeas gestantes de dezembro a maio, e em julho/agosto, enquanto na América do Sul foram encontradas tanto no início (janeiro a abril) quanto próximo ao fim do ano (setembro a novembro) (WILSON, 1979). Pine (1972) relatou estação reprodutiva desde meados do inverno (Equador) até o início do verão (Peru). Wilson (1979) mencionou vários casos de prenhez pós-parto, sugestivos de poliestria sazonal bimodal.

Carollia perspicillata (Linnaeus, 1758)

Após tendência de declínio de atividade reprodutiva em maio e agosto, picos sucessivos de gravidez e lactação foram verificados em dezembro e março (Figura 5). Entre as fêmeas lactantes capturadas em dezembro, uma encontrava-se também grávida, indicação de poliestria. Não se verificou associação direta de atividade reprodutiva com níveis pluviométricos, nos quatro períodos de coleta. Contudo, a proporção de grávidas e lactantes foi significativamente mais alta no fim (55,0%) do que no início (3,3%) do período seco (Teste-G = 18,81; $P < 0,0001$). Como no caso de C. *brevicauda*, acredita-se ser espécie estacionalmente poliestra e de duas gestações anuais (FLEMING et al., 1972; HEITHAUS et al., 1975; WILSON, 1979; FLEMING, 1988; CLOUTHIER; THOMAS, 1992; PERACCHI et al., 2010). Marques (1985) encontrou fêmeas lactantes com estro pós-parto em coletas efetuadas nos meses chuvosos, de dezembro/janeiro, no Parque Nacional (Parna) da Amazônia, no rio Tapajós, município de Itaituba, Pará. Nas proximidades de Manaus, grávidas e lactantes foram observadas em vários meses, nas estações seca e chuvosa (BERNARD, 2002). Segundo Trajano e Gimenez (1998), o pico reprodutivo se daria na transição entre meses secos e chuvosos, sendo observada concentração de nascimentos no último trimestre do ano em populações desta espécie, estudadas no Distrito Federal (BREDT et al., 1999), Minas Gerais (TRAJANO; GIMENEZ, 1998), Rio de Janeiro (MELLO; FERNANDEZ, 2000) e Paraná (LIMA, 2003), embora Taddei (1976) não tenha atestado um período reprodutivo definido no estado de São Paulo. No Rio de Janeiro foram também encontradas gestantes em janeiro e setembro, e lactantes em setembro (PERACCHI; ALBUQUERQUE, 1971). Na região Nordeste, Silva (2007) registrou configuração compatível com padrão poliestro bimodal, assim como Willig (1985b), este último também observando reprodução aparentemente contínua, pelo menos em algumas fêmeas. O padrão pode variar geograficamente, ajustando-se aos regimes de precipitação regionais, pois foram observados picos de nascimento ocorrendo de fevereiro a maio, e de junho a agosto, no Panamá (FLEMING et al., 1972), e um pouco mais cedo na Colômbia (WILSON, 1979). Sugeriu-se, a partir de estudos de longa

duração na América Central, que dois picos reprodutivos ocorreriam: um coincidindo com a maior produção de frutos, em época úmida; e outro com a maior disponibilidade de flores, em época seca (FLEMING et al., 1972; CLOUTHIER; THOMAS, 1992). Em colônias criadas em área de cativeiro, foram observados três picos reprodutivos (KLEIMAN; DAVIS, 1979), enquanto no Peru fêmeas gestantes e lactantes foram observadas sem sincronia em todos os meses do ano (ASCORRA et al., 1993; HICE et al., 2004). Na Flona Caxiuanã, a baixa atividade reprodutiva no fim da estação chuvosa foi ilustrada pela composição de indivíduos na campanha de agosto, em que 29 das 30 fêmeas foram jovens ou adultas inativas (Tabela 2). Apesar disso, o achado de lactantes nos quatro períodos de coleta sugere reprodução em praticamente todo o ano, quadro que pode decorrer do oportunismo alimentar de C. *perspicillata*. Embora a espécie seja incluída na guilda frugívora por alguns autores (THIES; KALKO, 2004; KLINGBEIL; WILLIG, 2009), sua conhecida plasticidade ecológica tem origem na diversidade de itens de dieta, que inclui néctar, pólen e insetos (MELLO et al., 2004), caracterizando-a, assim, como onívora. Tal capacidade igualmente justifica sua coexistência com outras congenéricas em uma mesma localidade (THIES; KALKO, 2004).

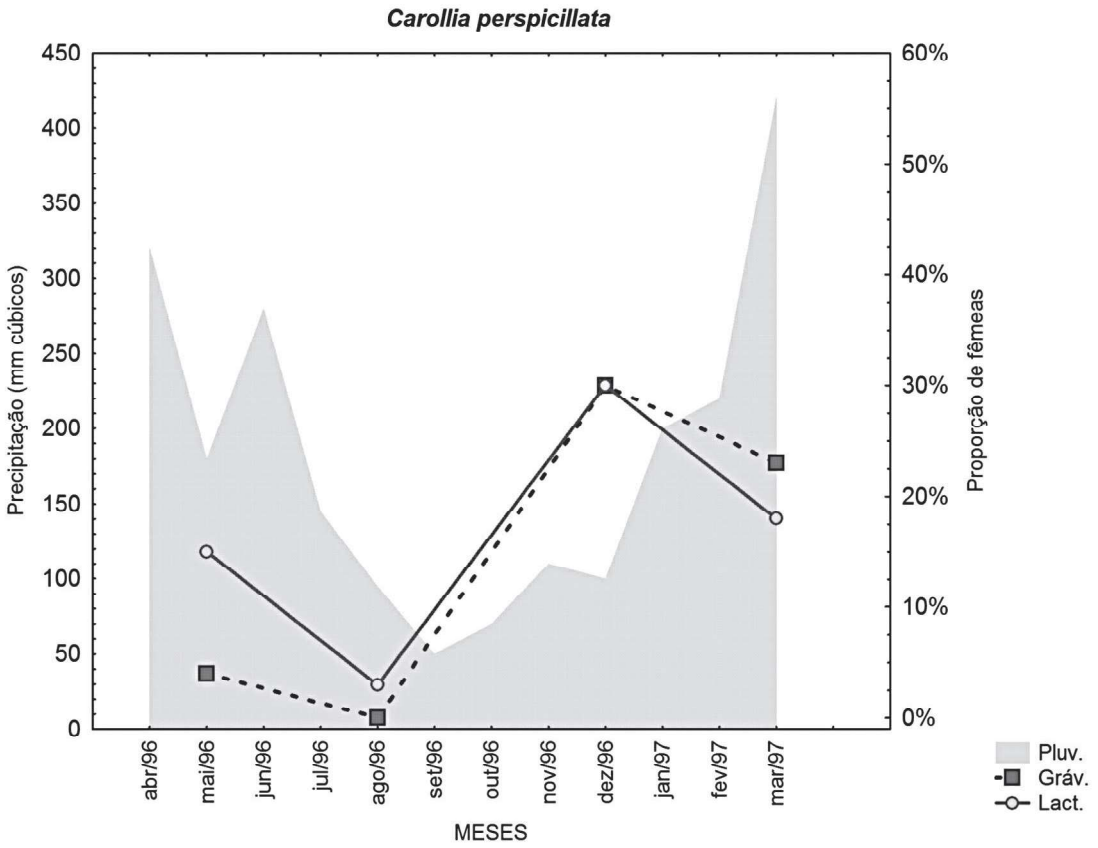


Figura 5. Variação da proporção de fêmeas reprodutivamente ativas de *Carollia perspicillata* nas quatro campanhas de coleta, de maio de 1996 a março de 1997, confrontando-se com os níveis de precipitação na Flona Caxiuanã durante o período. Pluv. = pluviosidade; Gráv. = grávidas; Lact. = lactantes.

Rhinophylla fischerae D.C. Carter, 1966

Trata-se de espécie pouco abundante, endêmica da Amazônia, sobre cujo ciclo de reprodução há pouca informação. Indivíduos jovens coletados nas campanhas de maio e agosto pressupõem, em caso de sincronia, mais de um pico de nascimentos, pelo menos um deles em estação chuvosa – para este último caso havendo o reforço do achado de fêmea grávida em março. Segundo Wilson (1979), os dados disponíveis apontariam ausência de atividade reprodutiva em agosto, na América Central (CARTER, 1966); e em julho/agosto, no Peru (TUTTLE, 1970). Contudo, Graham (1987) documentou fêmeas grávidas, com embrião único, em junho/julho, na Amazônia peruana. Padrão reprodutivo bimodal associado à pluviosidade e à fenofase de frutificação seria admissível, em princípio, como se dá tipicamente para os filostomídeos frugívoros (FLEMING et al., 1972).

Rhinophylla pumilio W. Peters, 1865

Fêmeas lactantes nas campanhas de dezembro e março, associadas à alta proporção de jovens em maio e agosto, sugerem, pelo menos, dois picos de nascimento – um no fim da estação seca e outro no decorrer da chuvosa. Wilson (1979) acusou restrita disponibilidade de dados para que se pudessem propor formulações teóricas sobre sua fenologia reprodutiva, apesar de muitos relatos de prenhez e lactação (RINEHART; KUNZ, 2006). Peracchi et al. (2010) apontaram poliestria bimodal, com maior atividade reprodutiva no fim da estação seca e meados da chuvosa. Em um estudo na região de Manaus, Reis e Peracchi (1987) encontraram grávidas em março e julho, assim como lactantes em agosto; em outro, Bernard (2002) registrou uma grávida em janeiro (estação chuvosa) e quatro em agosto (estação seca), além de lactantes em fevereiro, abril e outubro/novembro. Houve achado de fêmeas reprodutivamente ativas em diferentes meses: grávidas em maio e julho, e lactantes em abril, junho e dezembro, na Colômbia (WILSON, 1979); lactante em junho, no Equador (WEBSTER; JONES, 1984); grávidas de julho a setembro e em novembro, no Peru (GRAHAM, 1987); tanto grávida quanto lactante em dezembro, na Venezuela (NOWAK; PARADISO, 1983). Rinehart e Kunz (2006) não mencionaram estro pós-parto, mas é provável a ocorrência de poliestria.

Subfamília DESMODONTINAE

Desmodus rotundus (É. Geoffroy St.-Hilaire, 1810)

Notabilizada pelo longo período de gestação, de cerca de sete meses (PERACCHI et al., 2011), foi a espécie com registro de estro pós-parto em agosto de 1996, o que demonstrou atividade reprodutiva na época mais seca do ano. Associada a este fato, a coleta de duas fêmeas lactantes em março (mês de maior pluviosidade), concordou com a cronologia de poliestria assazonal ou acíclica, refletindo a independência do regime reprodutivo dos hematófagos, frente aos ciclos de floração/frutificação e à oscilação anual da abundância de insetos (WILSON, 1979; SCHMIDT, 1988; ALENCAR et al., 1994). O achado de grávida em julho de 1997 e de indivíduos jovens em julho, agosto e dezembro, também sugere épocas de nascimento independentes das estações climáticas, em Caxiuanã. Marques (1985) encontrou tanto fêmeas grávidas quanto lactantes em janeiro/dezembro, no Parna da Amazônia. Apesar de algumas evidências isoladas de sazonalidade (SCHMIDT, 1988), com concentração de nascimentos no período mais quente e chuvoso (GOMES; UIEDA, 2004), a atividade sexual e reprodutiva parece ocorrer ao longo do ano em toda sua ampla área de distribuição (WIMSATT; TRAPIDO, 1952; GOODWIN; GREENHALL, 1961; WILSON, 1979; BREDT et al., 1999; SCHMIDT, 1988; PERACCHI et al., 2011). Além do caráter contínuo, a poliestria de D. *rotundus* exibe assincronia dentro das populações, sem período definido de manifestação, podendo-se produzir de um a dois jovens anualmente (WILSON, 1979; GREENHALL et al., 1983).

Subfamília GLOSSOPHAGINAE

Choeroniscus minor (W. Peters, 1868)

Dispõe-se de informações relativamente limitadas sobre sua reprodução (SOLMSEN; SCHLIEMANN, 2008). A presença de jovem em maio, na Flona Caxiuanã, indicou gestação e parição prováveis na transição entre a estação seca e a úmida. Uma fêmea grávida foi relatada para a região do rio Xingu, estado do Pará, em agosto (GRIFFITHS; GARDNER, 2007); e duas para a região de Manaus, em setembro, época seca, assim como uma lactante em janeiro, época chuvosa (BERNARD, 2002). Tamsitt et al. (1965) observaram fêmea lactante em dezembro, na Colômbia. No Peru, Tuttle (1970) documentou um jovem em agosto e Graham (1987), duas grávidas em junho, com nascimentos previstos para o período seco. A reprodução dos nectarívoros parece acompanhar as fenofases de florescimento e, em contraste com a maioria das espécies simpátricas, representantes desta guilda podem gerar jovens durante a estação seca, como já relatado para G. *soricina* (WILLIG, 1985b) e A*noura geoffroyi* (HEIDEMAN et al., 1992).

Subfamília LONCHOPHYLLINAE

L*ionycteris spurrelli* O. Thomas, 1913

Em caso de reprodução sincrônica, a presença de jovem tanto em maio quanto em agosto, parece compatível com mais de um episódio anual de nascimentos, pelo menos um deles na estação chuvosa. Os dados de períodos reprodutivos para a espécie são escassos no Brasil (PERACCHI et al., 2010). Observações em outros países sul-americanos mostram distribuição indefinida. Griffiths e Gardner (2007) relataram fêmeas grávidas em agosto e setembro, e lactante em abril, na Colômbia; e fêmeas grávidas em janeiro, julho e setembro, e lactantes em fevereiro e junho, na Venezuela. No Peru, há relato de fêmeas grávidas em agosto (TUTTLE, 1970; GRAHAM, 1987), e na Guiana Francesa, de uma lactante em novembro (BROSSET; CHARLES-DOMINIQUE, 1990). Observa-se certa correspondência entre lactação e variação climática, mas há poucas informações sobre sazonalidade reprodutiva na espécie.

L*onchophylla thomasi* J.A. Allen, 1904

Em sua revisão, Wilson (1979) não registrou dados reprodutivos para este pequeno filostomídeo endêmico da Amazônia. A ocorrência de mais de um período de acasalamento em ambas as estações climáticas, foi fortemente indicada pelo achado de uma fêmea lactante em maio, e de uma grávida em agosto, além de indivíduos jovens em duas campanhas sucessivas. Embora sua dieta seja predominantemente de néctar, item associado aos picos de floração, inclui também insetos e, possivelmente, frutos (SAMPAIO et al., 2008), facultando certa plasticidade ecológica. No Parna da Amazônia foram encontradas lactantes em dezembro/janeiro, época chuvosa (MARQUES, 1985); e em Manaus, uma lactante no final da época seca, em outubro (BERNARD, 2002).

Subfamília PHYLLOSTOMINAE

C*hrotopterus auritus* (W. Peters, 1856)

Esta espécie é monótoca e apresenta baixa taxa reprodutiva (MEDELLÍN, 1989). Em Caxiuanã, a captura de indivíduo jovem em dezembro sugere nascimento em meados do ano ou no segundo semestre. No noroeste de São Paulo, foi descrita reprodução, sobretudo no segundo semestre (TADDEI, 1976), tendo-

se encontrado fêmea grávida em setembro, no Espírito Santo (PERACCHI; ALBUQUERQUE, 1993); e em outubro, no Distrito Federal (BREDT et al., 1999). Peracchi et al. (2010) citaram provável poliestria e dois picos reprodutivos durante o ano. Segundo Medellín (1989), as observações iniciais indicavam atividade reprodutiva apenas na segunda metade do ano, mas posteriormente houve registro de fêmeas grávidas de abril a julho, propondo-se um modelo de monoestria com variação latitudinal na época de parição, perfil aceito por Smith (2008). Deve-se ressaltar, porém, o achado anterior de fêmea lactante com estro pós-parto no sudeste do Brasil, por Trajano (1984). Wilson (1979) descreveu maior produção de jovens no início da estação chuvosa, embora as demandas energéticas na espécie sejam menos sensíveis a flutuações climáticas, pelo hábito alimentar preferencialmente carnívoro, com insetivoria oportunista (BONATO et al., 2004). Dados de cativeiro evidenciaram estro pós-parto, com maturação sexual entre um e dois anos, período gestacional de até pouco mais de sete meses, e tempo máximo de desmame de nove meses após o nascimento (MEDELLÍN, 1989; NOWAK, 1994; KUNZ; RACEY, 1998; ESBÉRARD et al., 2007).

Glyphonycteris daviesi (Hill, 1965)

Espécie relativamente pouco amostrada e com poucos dados reprodutivos (WILSON, 1979). O único indivíduo presente na amostra de Caxiuanã foi uma fêmea lactante em maio, configuração adequada para insetívoros preferenciais. Tem-se descrição de fêmea lactante no mês de março, no Panamá; em agosto, na Amazônia brasileira (PINE et al., 1996), e de grávida em agosto, no Peru (TUTTLE, 1970). Para o Departamento do Amazonas, no Peru foram relatadas, também em agosto, uma fêmea lactante e uma jovem (SOLARI et al., 1999), achado compatível com pelo menos dois ciclos reprodutivos anuais naquela área de ocorrência.

Glyphonycteris sylvestris O. Thomas, 1896

Fêmea pós-lactante em maio sugere parto em época chuvosa. As limitadas informações sobre a reprodução desta espécie rara e pouco coletada, parecem indicar atividade durante o período chuvoso (WILSON, 1979; NOGUEIRA et al., 2007; PERACCHI et al., 2010).

Lophostoma silvicolum d'Orbigny, 1836

Fêmea lactante em agosto, duas grávidas em dezembro e novamente uma lactante em março evidenciaram pelo menos dois episódios reprodutivos: um na estação chuvosa e outro na seca – perfil incomum entre insetívoros, mas também relatado por Graham (1987) para o leste do Peru. Na região de Manaus, foi observada por Bernard (2002) fêmea lactante em época seca (junho); e no Parna da Amazônia, o primeiro autor (S.A.M.A.) encontrou lactante com estro pós-parto em dezembro/janeiro. Padrão ao menos diestro foi atribuído à espécie por Medellin e Arita (1989) e Krutzsch (2000) a definiu como bimodalmente poliestra. Wilson (1979) mencionou nascimentos na primeira metade da estação chuvosa, sem evidência de mais de um filhote por fêmea. Bonaccorso (1979) relatou pelo menos dois picos de nascimento em exemplares do Panamá – um próximo a janeiro e outro em julho, sendo este padrão provavelmente seguido onde os recursos florestais o permitam (MEDELLÍN; ARITA, 1989). Poliestria bimodal e estro pós-parto foram observados no nordeste do Brasil (WILLIG, 1985a) e no Panamá (DECHMANN et al., 2005).

Phyllostomus elongatus (É. Geoffroy St-Hilaire, 1810)

A presença de fêmea lactante nas coletas de agosto de 1993 e maio de 1996 indicou nascimentos tanto na estação seca quanto na chuvosa. Reprodução na segunda metade do ano pode refletir o oportunismo alimentar da espécie (GARDNER, 1977), mas a concentração de fêmeas gestantes em dezembro – 75% das fêmeas amostradas no período – sinalizou predomínio de lactantes na primeira metade do ano. Wilson (1979) referiu partos no meio da estação chuvosa; e Bernard (2002) relatou lactante no início da estação seca, na

região de Manaus. Lactante com estro pós-parto observada no Parna da Amazônia, em época chuvosa, comprovou ciclo poliéstrico (MARQUES, 1985). Segundo Peracchi et al. (2010), a espécie provavelmente apresenta poliestria sazonal, com duas gestações anuais e filhote único por gestação.

Phyllostomus hastatus (Pallas, 1767)

Fêmea pós-lactante em agosto de 1993 sugere parições na estação chuvosa, coincidindo aproximadamente com o segundo pico de nascimentos relatado por Marques (1985) para o Parna da Amazônia, onde também se fez registro de uma lactante com diagnóstico de embrião. Bernard (2002) documentou, na Amazônia Central, grávida em novembro, e lactantes em fevereiro e abril. No nordeste do Brasil, em habitat de cerrado, foi observada estação de acasalamento de abril a outubro, e lactação de setembro a abril (WILLIG, 1985a). McCracken e Bradbury (1981) documentaram, em Trinidad, acasalamento de outubro a fevereiro, e sincronismo dos nascimentos em abril/maio. Wilson (1979) descreveu uma estratégia reprodutiva com variação geográfica de cronologia, apresentando-se monoestria principalmente na América Central (p.ex. Nicarágua e Panamá) e Trinidad, e poliestria na maior parte da América do Sul (p.ex. Colômbia). Há formação de haréns anuais, mantendo-se as fêmeas no mesmo grupo e os filhotes em colônias-maternidade (PERACCHI et al., 2010).

Tonatia saurophila Koopman & Williams, 1951

Fêmea grávida em fevereiro e lactante em maio sugerem nascimentos na estação chuvosa, de forma compatível com a sazonalidade prevista para a maioria dos insetívoros neotropicais. No entanto, a captura de um jovem em dezembro indicou episódio adicional de parição em época seca. Inventário de morcegos na região de Manaus apontou fêmeas grávidas em outubro e novembro, e lactante em janeiro (REIS; PERACCHI, 1987), com nascimentos na passagem da estação seca para a chuvosa; de forma concordante, em área próxima, foi registrada lactante em novembro e em abril/maio (BERNARD, 2002). Fêmeas grávidas foram observadas em diferentes meses, ao longo de sua distribuição, nas Américas Central e do Sul: em janeiro/fevereiro, maio e julho, na Costa Rica, verificando-se dois ciclos reprodutivos anuais; em fevereiro, na Guatemala; em maio, em Trinidad; em julho, no Peru, próximo ao início das chuvas; em agosto, em Honduras (GARDNER, 1976; WILSON, 1979; LAVAL; RODRIGUEZ-HERRERA, 2002; PERACCHI et al., 2011). Peracchi et al. (2010) anotaram que os dados seriam compatíveis com poliestria sazonal e duas gestações ao ano.

Trachops cirrhosus (Spix, 1823)

Achado de fêmea pós-lactante em fevereiro indicou gestação e parição prováveis na estação seca precedente. No Parna da Amazônia, Marques (1985) documentou lactante no início da estação chuvosa, enquanto Reis e Peracchi (1987) e Bernard (2002) encontraram, na Amazônia Central, fêmeas nesta condição durante meses secos, em agosto e julho, respectivamente. A espécie é monótoca e o filhote acompanha a mãe por longo período, sendo referida por Peracchi et al. (2010) a cronologia de poliestria sazonal, com dois picos reprodutivos ao ano. Por pertencer à guilda carnívora, não se prevê associação estrita de sua reprodução com flutuações climáticas. Porém, em fêmeas de El Salvador, Felten (1956) observou reprodução concomitante com o período seco, perfil depois também descrito por Burt e Stirton (1961). Wilson (1979) sugeriu que a espécie teria estação reprodutiva prolongada ou poderia exibir padrões variáveis geograficamente, predominando atividade na estação seca, na América Central. Willig (1985a) relatou fêmeas grávidas em janeiro/fevereiro, e lactantes de março a maio, no nordeste do Brasil. Reid (1997) descreveu nascimento de filhote único, aproximadamente no fim da estação seca. Sanchez-Hernández e Romero-Almaraz (1995) propuseram um modelo de poliestria bimodal, com ciclos

gestacionais em março, maio e dezembro, no México. Fêmea com estro pós-parto foi observada em fevereiro na Venezuela (IBAÑEZ, 1981) e em agosto, no sudeste do Brasil (TRAJANO, 1984), demonstrando poliestria, pelo menos bimodal.

Subfamília STENODERMATINAE, Tribo Ectophyllini

Artibeus gnomus Handley, 1987

Única espécie do subgênero D*ermanura* registrada na Flona. Fêmeas lactantes em março, maio e dezembro indicaram pelo menos dois picos de nascimentos, no fim da estação seca e durante a estação chuvosa. Uma fêmea grávida foi capturada em março (1997) e três em agosto (1993), com nascimento provável na transição entre o primeiro e o segundo semestre ou durante o segundo semestre. Na região de Manaus, uma fêmea grávida foi registrada em abril, outra em outubro, e quatro fêmeas lactantes em outubro, correspondendo ao início e fim da estação seca, respectivamente (BERNARD, 2002). Um padrão reprodutivo poliéstrico bimodal tem sido proposto, encontrando-se gestantes ou lactantes de janeiro a abril, na Venezuela, Guiana Francesa e leste da Amazônia brasileira; em junho/julho, na Venezuela e no estado do Mato Grosso; e em outubro/novembro, na Venezuela e no Peru (WILLIAMS et al., 1990; MARQUES-AGUIAR, 1994, 2007).

Artibeus lituratus (Olfers, 1818)

Como em C. *perspicillata*, encontrou-se configuração reprodutiva bimodal. Todas as capturas de grávidas ocorreram em agosto e dezembro, na frequência de 50% em ambos os meses, não sendo encontradas em março e maio. As lactantes foram observadas nos meses seguintes aos picos de grávidas, em dezembro (50%) e março (41%), sem observações nos outros períodos (Figura 6). Duas fêmeas, simultaneamente lactantes e grávidas em dezembro, indicaram poliestria, com picos reprodutivos tanto no final do ano quanto no primeiro semestre. No entanto, o padrão de distribuição temporal de indivíduos jovens e de fêmeas pós-lactantes (Tabelas 1 e 2), além da ocorrência de grávidas em agosto, indicou um pico menos pronunciado durante o segundo semestre. Apesar dos nascimentos sugeridos para ambas as estações, a chuvosa parece ser preferencial, haja vista a alta proporção, em março, de lactantes ($n = 12$; 41,4% das fêmeas coletadas na campanha) e pós-lactantes ($n = 6$; 20,7%). Marques (1985) documentou lactante na estação chuvosa, no Parna da Amazônia, mas fêmeas na mesma condição foram observadas em ambas as estações, meses de fevereiro e outubro, na região de Manaus (BERNARD, 2002). Segundo Wilson (1979), a espécie seria bimodalmente poliestra, com variação geográfica de estação reprodutiva. Contudo, Tamsitt e Valdivieso (1963, 1965) defenderam que a reprodução ocorreria de forma assincrônica e contínua, em áreas onde a disponibilidade de alimentos seja constante, como na Colômbia. Episódios de gravidez tiveram registro em fevereiro, na Venezuela e no Brasil (estado do Pará); abril/maio, em Trinidad e Tobago; junho/julho, na Venezuela; julho e agosto, no Brasil (estados de Minas Gerais e Amazonas, respectivamente); e outubro/novembro, no Equador e Colômbia (GOODWIN; GREENHALL, 1961; MUMFORD; KNUDSON, 1978; WILSON, 1979; REIS; PERACCHI, 1987; MARQUES-AGUIAR, 1994, 2007). Para Bredt et al. (1996), o perfil de A. *lituratus* no Brasil pode ser bimodalmente poliestro, apresentando um pico de parições em fevereiro/março, e outro em outubro/novembro. Taddei (1976) não encontrou uma estação reprodutiva definida no sudeste do Brasil, mas Reis (1989), ao analisar cortes histológicos do trato genital de espécimes oriundos da mesma região, postulou a presença de estro pós-parto e poliestria bimodal, com picos reprodutivos em março e novembro, coincidindo com alta precipitação. Este último padrão aproxima-se do achado de Marinho-Filho (2003), também no sudeste, de fêmeas grávidas em fevereiro e outubro. No Paraná, Reis et al. (1999) encontraram grávidas no outono e inverno, e lactantes no outono e primavera. Segundo

Peracchi et al. (2010), poliestria sazonal, com duas gestações anuais, seria o padrão mais frequentemente observado, apesar da variação geográfica. A espécie foi encontrada em todos os ambientes de coleta em Caxiuanã, incluindo mata secundária e pomar (MARQUES-AGUIAR et al., 2009), e exibe oportunismo de dieta, o que teoricamente reduz o estresse alimentar dos jovens pós-desmame e das fêmeas em atividade reprodutiva.

Artibeus obscurus (Schinz, 1821)

As informações esparsas sobre as estratégias reprodutivas de A. *obscurus* sugerem poliestria bimodal (MARQUES-AGUIAR, 2007). Fêmea gestante em dezembro e lactante em maio, em Caxiuanã, indicaram nascimentos na estação chuvosa; mas a ocorrência de pós-lactante em dezembro e jovens em março pressupõe atividade reprodutiva também na segunda metade do ano. Na região de Manaus, foram encontradas grávidas no meio (fevereiro) e fim (abril) da estação chuvosa, e no fim da seca (outubro); e lactantes no fim da seca (novembro) e durante a chuvosa (fevereiro) (BERNARD, 2002). No Peru, Tuttle (1970) registrou grávida em agosto, mas Davis e Dixon (1976) documentaram reprodução também em outubro/novembro. Na Bolívia, uma fêmea grávida foi observada em maio e outra em julho; e no Equador, grávida no início do ano e lactantes em abril (ANDERSON, 1997; ALBUJA, 1999; HAYNES; LEE, 2004). Marques-Aguiar (2007) mencionou fêmeas grávidas de fevereiro a maio, na Venezuela e no Brasil (Pará), e de julho a novembro, no Peru, Venezuela e Brasil (Mato Grosso), além de uma lactante com estro pós-parto em fevereiro, no Equador, confirmando ciclo poliéstrico. Fêmea lactante foi documentada no sul do Brasil, durante a primavera (REIS et al., 1999).

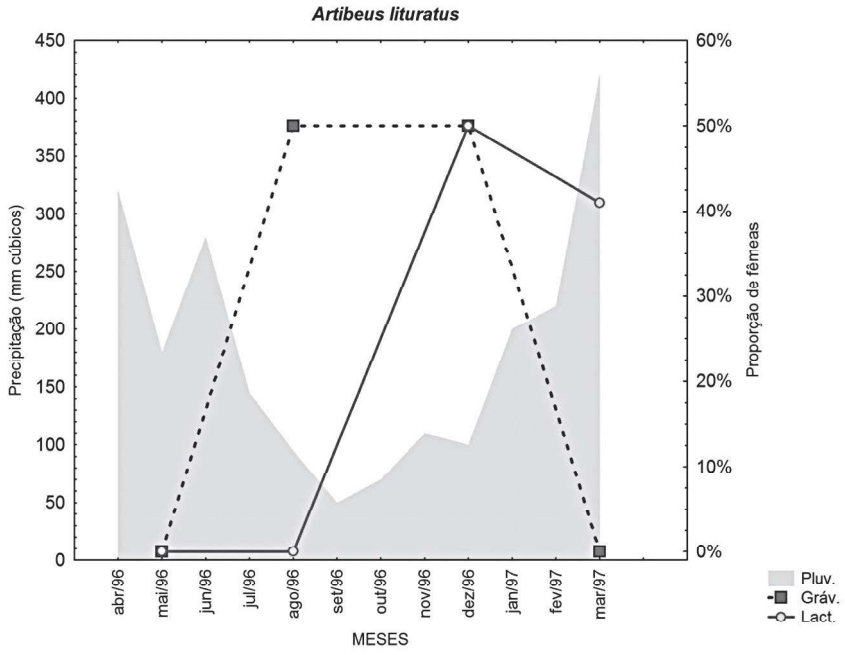


Figura 6. Variação da proporção de fêmeas reprodutivamente ativas de *Artibeus lituratus* nas quatro campanhas de coleta, de maio de 1996 a março de 1997, confrontando-se com os níveis de precipitação na Flona Caxiuanã durante o período. Pluv. = pluviosidade; Gráv. = grávidas; Lact. = lactantes.

Artibeus planirostris (Spix, 1823)

Fêmeas lactantes em três campanhas (no fim da estação seca e durante a chuvosa) sugeriram, como para A. *gnomus*, A. *lituratus* e A. *obscurus*, mais de um episódio reprodutivo anual. Dados disponíveis apontam duas gestações anuais de três meses e meio, com filhote único, em padrão poliestro sazonal (PERACCHI et al., 2010). Na Amazônia Central houve registro de grávidas em junho e agosto, e de lactantes em abril e julho (BERNARD, 2002). Graham (1987) observou grávidas na maioria dos meses, em coletas no Peru, e propôs que a atividade reprodutiva se daria independentemente da época do ano. Bredt et al. (1996) referiram picos de reprodução em fevereiro/março e outubro/novembro. No leste de São Paulo, Marinho-Filho (2003) observou grávida em outubro, enquanto no noroeste deste estado Taddei (1976) não detectou periodicidade bem definida, observando fêmeas gestantes ao longo do ano e ciclo poliéstrico, pelo achado de estro pós-parto em dezembro. Estro pós-parto foi também relatado no Peru, em novembro (GRAHAM, 1987). Há registro de episódios reprodutivos para vários países da Pan-Amazônia: fêmea grávida em janeiro, abril, junho a setembro, e novembro/dezembro, no Peru; em fevereiro, no sudeste da Colômbia; de fevereiro a abril, no sul da Venezuela; em março, na Guiana; em novembro, no Equador e Suriname; além de lactantes em março e fêmeas com jovens em outubro/novembro, no Peru (HUSSON, 1962; DAVIS; DIXON, 1976; SILVA et al., 2001; HOLLIS, 2005; MARQUES-AGUIAR, 2007). Em ambientes de caatinga e cerrado do nordeste do Brasil, Willig (1985b) observou grávidas na maioria dos meses, e reconheceu padrão poliestro sazonal bimodal, dando-se os nascimentos no início e no fim da época chuvosa.

Platyrrhinus fusciventris Velazco, Gardner & Patterson, 2010

Pós-lactantes nas campanhas de dezembro e março indicaram mais de um pico reprodutivo para a região da Flona, tanto na estação seca quanto na chuvosa. A espécie é de descrição muito recente, e sua distribuição geográfica se sobrepõe parcialmente à de *Platyrrhinus incarum*. Afora exemplares reexaminados por Velazco et al. (2010), os registros para a Amazônia brasileira foram anteriormente identificados como *Platyrrhinus helleri*. Marques (1985) observou fêmea grávida do complexo *P. helleri* no início da época chuvosa, no Parna da Amazônia. Estro pós-parto já foi relatado para espécies deste complexo, que são monótocas, e sugerida poliestria sazonal bimodal (WILSON, 1979; FERREL; WILSON, 1991; TADDEI; VICENTE-TRANJAN, 1998). Pode existir associação do ciclo reprodutivo com o início das chuvas (MILLER et al., 2008), mas Peracchi et al. (2011) citaram para *P. helleri* dois picos de nascimento: um na segunda metade da estação chuvosa e outro em época seca.

Uroderma bilobatum W. Peters, 1866

Fleming (1973) e Wilson (1979) sustentaram que as fêmeas desta espécie apresentam estro pós-parto, e normalmente geram um filhote duas vezes ao ano, em padrão de poliestria bimodal, segundo Hutchins et al. (2003). Na coleta de fevereiro de 1996 foram capturadas duas fêmeas grávidas, e em dezembro do mesmo ano, um indivíduo jovem, pressupondo-se, assim, mais de uma estação reprodutiva. Marques (1985) encontrou fêmea grávida e fêmea lactante com estro pós-parto em dezembro/janeiro (início da época chuvosa). Peracchi et al. (2011) citaram achado de grávidas em vários meses, em países da América do Sul: janeiro, julho, agosto, setembro e novembro. Davis (1968) anotou a falta de uma estação reprodutiva restrita. No Panamá, verificou-se poliestria bimodal e época dos partos correlacionada com os períodos de frutificação associados à pluviosidade, assim como atividade de espermatogênese nos machos também bimodalmente distribuída no ano (FLEMING et al., 1972). Na Colômbia, documentou-se segundo pico de gravidez aproximadamente no final da estação chuvosa (FLEMING, 1973).

Vampyriscus bidens (Dobson, 1878)

Presença de um macho jovem e uma fêmea lactante na campanha de maio indicou pelo menos dois episódios reprodutivos anuais, um deles em época chuvosa. Fêmea gestante foi observada na região de Manaus, em fevereiro, assim como lactantes em abril e junho (BERNARD, 2002). Grávidas também foram observadas em agosto, no Suriname (GENOWAYS; WILLIAMS, 1979); e de setembro a dezembro, no Peru e Bolívia (DAVIS, 1975; DAVIS; DIXON, 1976; LEE et al., 2001). Apesar da pouca informação sobre a reprodução nesta espécie endêmica da Amazônia, seu ritmo parece estacionalmente definido pelo início das chuvas (GARDNER, 1977; WILSON, 1979).

Subfamília STENODERMATINAE, Tribo Sturnirini

Sturnira lilium (É. Geoffroy St.-Hilaire, 1810)

Fêmeas lactantes nas campanhas de dezembro e março indicaram mais de um episódio de parição, em meses próximos, no fim da estação seca e início da chuvosa. Este resultado concordou com a observação na região do rio Tapajós, de fêmea com gravidez pós-parto no início da época chuvosa, sugestiva de poliestria sazonal bimodal (MARQUES, 1985), mas conflita com o modelo de concentração das duas estações reprodutivas anuais, entre o período quente e chuvoso e o início do seco, conforme descrição de Mello (2006), citado por Barquez et al. (2008). No Brasil, fora da Amazônia, foram observados nascimentos em agosto, no Rio de Janeiro (PERACCHI; ALBUQUERQUE, 1971); fêmeas grávidas em janeiro, março, maio e de junho a dezembro, na região Nordeste (WILLIG, 1985a; SILVA, 2007), com aparente predomínio de lactantes no primeiro semestre, em uma região do Semiárido (SILVA, 2007). Na Guatemala, documentou-se lactante com estro pós-parto em maio. Na Costa Rica e Colômbia, picos de nascimento ocorrem em fevereiro/março e junho/julho, sendo menos sincronizados na Colômbia que na Costa Rica (HEITHAUS et al., 1975), enquanto em certas áreas de sua ocorrência, como México e partes da América Central, estudos apontaram reprodução contínua no ano (JONES, 1966; JONES et al., 1973). Pode haver variação geográfica de estratégia re gestacional girando em torno de três meses e meio (PERACCHI et al., 2011). A cronologia observada em populações de Caatinga e Cerrado parece compatível com poliestria assazonal (WILLIG, 1985a; PEDRO; TADDEI, 1997). Por outro lado, dados coletados em diversos países das Américas Central e do Sul, incluindo relatos de estro pós-parto, suportaram um padrão predominante de poliestria bimodal na maior parte de sua área de ocorrência (FLEMING et al., 1972; WILSON, 1979; GANNON et al., 1989).

Sturnira tildae de la Torre, 1959

Os dados reprodutivos sobre esta espécie permanecem escassos (ZORTÉA, 2003). Eisenberg (1989) sugeriu que um único jovem seria gerado anualmente, mas um padrão de dois períodos de reprodução ao ano foi referido por Wilson (1979), para o gênero *Sturnira*. A detecção de uma fêmea lactante em março e uma grávida em agosto, em Caxiuanã, parece indicar dois ciclos reprodutivos anuais, como verificado para *S. lilium*. Gravidez no início da estação seca contrastou com o achado de Marques (1985), de uma fêmea grávida, no Tapajós, em dezembro/janeiro, sugerindo nascimentos nas duas estações. Na região de Manaus foi observada lactante em agosto, meio da estação seca (BERNARD, 2002). Wilson (1979) relatou grávida no Brasil, em julho, e dados de etiquetas do USNM (Museu Nacional de História Natural, Washington) apontaram fêmeas nesta situação reprodutiva em agosto (GARDNER, 2007b). Há uma grande variação de períodos em coletas em outros países: na Venezuela, fêmeas grávidas de janeiro a março e em maio, e lactantes em abril/maio; em Trinidad, grávida em março; no Peru, grávida em agosto e lactante em novembro (GOODWIN; GREENHAL, 1961; GARDNER, 2007b). Cronologia de poliestria bimodal foi observada no sul do Brasil, em fêmeas recapturadas (OLIVEIRA, 2010).

Família THYROPTERIDAE

Thyroptera lavali Pine, 1993

Espécie rara, sobre cujo ciclo reprodutivo há poucas informações, com status de conservação vulnerável, de acordo com o grupo especialista da IUCN (2010). O indivíduo jovem da amostra da Flona Caxiuanã, segundo registro da espécie para o Brasil, foi coletado em maio, o que sugere nascimento com o início das chuvas. No nordeste do Equador, houve documentação de grávida em outubro e de lactantes em janeiro/fevereiro (REID et al., 2000), enquanto no Peru foi observada, no mês de setembro, fêmea em abrigo, carregando filhote recém-nascido (SOLARI et al., 1999). A variação pode decorrer de sazonalidade latitudinal no pico de nascimentos, coincidindo com o início da estação chuvosa (SOLARI et al., 2004).

Família VESPERTILIONIDAE

Myotis nigricans (Schinz, 1821)

Esta espécie apresenta ciclo reprodutivo peculiar, podendo a fêmea gerar até três jovens por ano (WILSON; FINDLEY, 1970; BARCLAY; HARDER, 2003). O achado em Caxiuanã, de grávida em dezembro e em março, além de uma lactante em março, pressupõe pelo menos dois episódios reprodutivos, ambos em estação chuvosa. Peracchi et al. (2010) mencionaram, para o Brasil, achado de fêmeas grávidas nos meses de janeiro, março/abril e agosto/setembro, e de lactantes em abril/maio. No Panamá observou-se o primeiro pico de nascimentos em fevereiro, estro pós-parto e dois novos picos em abril/maio e agosto, seguido de atividade reprodutiva menos intensa até o fim de dezembro, quando um novo ciclo anual é iniciado. A sazonalidade é mantida, de tal modo que não se atesta desmame de jovens entre janeiro e março, na estação seca, quando decai a biomassa da entomofauna, embora já se tenham documentado fêmeas tanto grávidas quanto lactantes em época seca (WILSON; FINDLEY, 1970; WILSON; LAVAL, 1974). Há autores que defendem poliestria bimodal (PERACCHI et al., 2010), mas poliestria sazonal com gravidez de aproximadamente dois meses tem sido a cronologia reprodutiva comumente atribuída à espécie (WILSON; LAVAL, 1974; WILLIG, 1985a; BARCLAY; HARDER, 2003).

AUSÊNCIA DE DADOS

Das 46 espécies detectadas por Marques-Aguiar et al. (2009) na Flona Caxiuanã, 16 não puderam ser analisadas, por terem sido coletados apenas machos adultos ou fêmeas adultas em situação aparentemente não reprodutiva: *Diaemus youngii* (1 macho), *Eptesicus brasiliensis* (2 machos), *Glossophaga soricina* (2 machos, 3 fêmeas), *Lasiurus ega* (1 macho), *Lophostoma brasiliense* (1 macho), *Mesophylla macconnelli* (2 machos), *Micronycteris hirsuta* (1 macho), *Micronycteris megalotis* (5 machos), *Micronycteris minuta* (1 fêmea), *Mimon crenulatum* (2 machos, 6 fêmeas), *Noctilio albiventris* (1 macho, 1 fêmea), *Peropteryx macrotis* (4 fêmeas), *Phylloderma stenops* (2 machos), *Saccopteryx canescens* (1 macho), *Thyroptera tricolor* (1 macho) e *Trinycteris nicefori* (1 macho).

ESTROS PÓS-PARTO

Houve demonstração de poliestria em quatro espécies, através do diagnóstico de embrião em fêmea lactante: A. *lituratus*, C. *perspicillata*, D. *rotundus* e R. *naso*. Lactação e gravidez simultâneas demonstram que a fêmea pode ovular e copular logo após a parturição, enquanto ainda está amamentando (BONILLA; ROMERO,

1995). Tendo em vista que essas espécies são monótocas, como a maioria dos demais filostomídeos e embalonurídeos, a estratégia possibilita o nascimento de dois jovens em um mesmo período reprodutivo. Para todas existe registro prévio da condição (TAMSITT; VALDIVIESO, 1965; MARQUES, 1985; WILLIG, 1985b; REIS, 1989; PLUMPTON; JONES, 1992; SILVA, 2007).

É provável que o fim da estação seca e início da chuvosa constitua o ápice de nascimentos de A. *lituratus*, época em que se observaram os dois casos de estro pós-parto, prevendo-se o desmame para o primeiro semestre. Observou-se fêmea simultaneamente lactante e grávida de C. *perspicillata*, na coleta de dezembro de 1996, quando se detectou máxima atividade reprodutiva na espécie. Embora tida como bimodalmente poliestra, esta espécie parece exibir um longo período reprodutivo na Flona Caxiuanã, que compreenderia mais da metade do ano. Reprodução contínua tem sido um perfil geralmente aceito para D. *rotundus*, na maioria de sua ampla área de distribuição, incluindo o Brasil (GREENHALL et al., 1983; WILLIG, 1985b; GREENHALL; SCHMIDT, 1988; ALENCAR et al., 1994). O achado isolado, em agosto, de gravidez pós-parto, não permite generalizações, mas, ao lado da distribuição anual de indivíduos jovens e das outras fêmeas reprodutivamente ativas, sugere independência entre o evento poliéstrico e os ciclos climáticos da Flona, situação esperada em espécies que ocorrem em ambientes sazonais, mas cuja dieta se baseia em fontes alimentares sem variação temporal de disponibilidade (WIMSATT; TRAPIDO, 1952; WILSON, 1979). Apesar do caso isolado, ciclo poliéstrico bimodal típico foi sugerido para R. *naso*, pela captura de lactante grávida em mês de máxima pluviosidade na região estudada, em contraste com relatos de possível assincronia e assazonalidade (BRADBURY; VEHRENCAMP, 1977; PLUMPTON; JONES, 1992).

PRECIPITAÇÃO E ESTAÇÕES REPRODUTIVAS

A maioria dos morcegos tende a exibir sazonalidade em sua atividade reprodutiva – ou ao menos tendência a um padrão sazonal – e várias espécies procriam durante um intervalo relativamente restrito do ano (WILSON, 1979; RACEY, 1982; HEIDEMAN, 2000). Os meses de gravidez e lactação variam conforme a região, refletindo a oferta local de dieta, e os períodos de máxima disponibilidade alimentar parecem definir a periodicidade reprodutiva, sendo até mesmo referidos como o principal fator determinante (BRONSON, 1985; RACEY; ENTWISTLE, 2000). Algumas espécies são descritas como reprodutivamente assazonais, devido ao achado de grávidas e lactantes (e partições) em todos os meses do ano, mas, segundo Racey (1982), mesmo nesses casos, é possível haver duas (ou mais) janelas temporais, dentro das quais os nascimentos ocorreriam anualmente. A sazonalidade pode ser percebida a apenas 1° de latitude da linha do equador (HEIDEMAN, 2000) e é bem estabelecida em frugívoras (HEIDEMAN, 1995).

Nos ecossistemas tropicais, a correlação dos picos reprodutivos se dá com a maior ou menor pluviometria, menos pela intensidade das chuvas propriamente, do que pela interferência destas sobre a flutuação de abundância dos recursos alimentares dos morcegos (RACEY, 1982; HAPPOLD; HAPPOLD, 1990). No entanto, o simples aumento da oferta hídrica durante a época chuvosa pode também influir na fenologia reprodutiva da quiropterofauna, tendo-se documentado, nos Estados Unidos, que fêmeas em lactação de morcegos insetívoros visitam 13 vezes mais frequentemente as fontes de água do que as demais fêmeas (ADAMS; HAYES, 2008). Em Caxiuanã, houve evidente concentração de lactantes no fim da estação seca e durante a estação chuvosa (22%), comparativamente ao início da estação seca (5%). A proporção de lactantes foi também significativamente superior à de grávidas no primeiro semestre ($c^2 = 17{,}31$; $P < 0{,}0001$). Tais achados se encaixam na premissa de que o final da gestação, a lactação e o desmame constituem, juntos, o estágio

de maior demanda energética no ciclo reprodutivo dos morcegos (KURTA et al., 1989; STUDIER et al., 1972; WILDE et al., 1995), e a probabilidade de sobrevivência para a fêmea será maximizada, combinando-se estes três momentos, com condições ambientais ótimas (HEIDEMAN, 2000). A superposição tem importância também para o juvenil, cujo período de vida de maior demanda energética pode ser tanto quando ele ainda depende de sua mãe lactante, quanto imediatamente após o desmame, ocasião na qual terá de sobreviver por conta própria e adquirir habilidades e reserva adiposa para sobreviver na estação mais severa do ano (BRADBURY; VEHRENCAMP, 1977).

Em 17 espécies coletadas em Caxiuanã foi possível detectar atividade reprodutiva em pelo menos dois períodos do ano, mesmo sem achado de gravidez pós-parto (Tabela 3). Para 9 dessas espécies de reprodução provavelmente bimodal, observaram-se eventos reprodutivos apenas em época concordante com o padrão esperado para a correspondente guilda. Nas restantes – assim como em C. *minor*, com dados insuficientes quanto a picos reprodutivos – verificou-se algum evento isolado em período comprovada ou provavelmente não coincidente. Estes eventos, em época atípica, podem refletir uma capacidade de reprodução estendida no ano – ou prenunciar insucesso reprodutivo por perda fetal ou óbito da cria, devido à insuficiência ambiental para atender às demandas energéticas de fêmeas e juvenis (HEIDEMAN, 2000).

De S*accopteryx leptura*, cujo período gestacional pode atingir cinco meses (BRADBURY; VEHRENCAMP, 1977), uma fêmea grávida foi coletada em maio na Flona, esperando-se parição e lactação próximas ao declínio das chuvas. Admite-se que a espécie apresente poliestria, com nascimentos em sucessão, embora também se defenda que, acompanhando a tendência na família Emballonuridae, seria monoestra em certas áreas e poliestra em outras (BRADBURY; EMMONS, 1974; NOWAK, 1994; KRUTZSCH, 2000). Jovem de T. *saurophila* em dezembro indicou nascimento em meados do ano, somando-se este caso a relatos prévios de lactantes também em estação seca, na Amazônia (BERNARD, 2002; JAFFERALLY, 2005). A espécie, com poucas informações de cronologia reprodutiva, é predominantemente insetívora, mas eventualmente alimenta-se de frutos (BONACCORSO, 1979; GIANNINI; KALKO, 2004) e, segundo indicação de Hice et al. (2004), de néctar. Para M. *nigricans*, cujos dados na Flona Caxiuanã concordam com o ciclo conhecido de poliestria sazonal, gravidez em março pode significar desmame fora de período ótimo, situação não esperada, mas já registrada (WILSON; LAVAL, 1974). Uma lactante de L. *silvicolum* foi coletada em agosto. Observou-se atividade reprodutiva desta espécie, tida por poliestra, em estação seca, no Peru (GRAHAM, 1987), e também na região de Manaus (BERNARD, 2002). Como T. *saurophila*, pode também enfrentar o estresse da redução da população de insetos, mediante consumo de itens vegetais. Deve-se mencionar que nem sempre precipitação e reprodução são sincronizadas entre insetívoros (GRAHAM, 1987), servindo de exemplo o caso de M*olossus rufus* (MARQUES, 1986).

Para dois frugívoros da subfamília Stenodermatinae: A. *obscurus* e P. *fusciventris*, registrou-se fêmea pós-lactante em dezembro, indicando também reprodução em época teoricamente menos favorável. Há relato de fêmea grávida de A. *obscurus* em abril, na Amazônia central (BERNARD, 2002), assim como lactantes em meses secos, na Guiana (JAFFERALLY, 2005) e no Peru (HICE et al., 2004), mas poucos dados estão disponíveis sobre a reprodução de P. *fusciventris*.

L*onchophylla thomasi*, além de fêmea lactante em maio, apresentou evidência de parição entre o fim do segundo semestre e início do primeiro; ou durante este último, como também os outros dois nectarívoros coletados: C. *minor* e L. *spurrelli*. Apesar de informações insuficientes sobre a cronologia e a sazonalidade de reprodução destes filostomídeos (WILSON, 1979; GRIFFITHS; GARDNER, 2007; SOLMSEN; SCHLIEMANN, 2008), há dados que excluem restrição de episódios reprodutivos ao período seco (TUTTLE, 1970; MARQUES, 1985; GRAHAM, 1987; BERNARD, 2002; GRIFFITHS; GARDNER, 2007).

Tabela 3. Ocorrência de estro pós-parto, evidência de mais de um pico de nascimento ao longo do ano, concordância de eventos reprodutivos com a sazonalidade esperada para a dieta predominante e ocorrência de episódio reprodutivo em período atípico (considerando-se a guilda) em 30 espécies de morcegos na área de estudo. Guildas (dieta predominante): C = carnívora; F = frugívora; H = hematófaga; I = insetívora; NP = nectarívora-polinívora; O = onívora.

Táxon	Guilda alimentar	Estro pós-parto	Mais de um pico anual	Concordância sazonal	Episódio em período atípico
EMBALLONURIDAE					
Rhynchonycteris naso	I	+	+	+	
Saccopteryx bilineata	I			+	
Saccopteryx leptura	I		+	+	+
PHYLLOSTOMIDAE					
Artibeus gnomus	F		+	+	
Artibeus lituratus	F	+	+	+	
Artibeus obscurus	F		+	+	+
Artibeus planirostris	F		+	+	
Carollia brevicauda	F			+	
Carollia perspicillata	O	+	+	+	
Choeroniscus minor	NP				+
Chrotopterus auritus	C			+	
Desmodus rotundus	H	+	+	+	
Glyphonycteris daviesi	I			+	
Glyphonycteris sylvestris	I			+	
Lionycteris spurrelli	NP		+		+
Lonchophylla thomasi	NP		+	+	+
Lophostoma silvicolum	I		+	+	+
Phyllostomus elongatus	O		+	+	
Phyllostomus hastatus	O			+	
Platyrrhinus fusciventris	F		+	+	+
Rhinophylla fischerae	F		+	+	
Rhinophylla pumilio	F		+	+	
Sturnira lilium	F		+	+	
Sturnira tildae	F		+	+	
Tonatia saurophila	I		+	+	+
Trachops cirrhosus	C			+	
Uroderma bilobatum	F		+	+	
Vampyriscus bidens	F		+	+	
THYROPTERIDAE					
Thyroptera lavali	I			+	
VESPERTILIONIDAE					
Myotis nigricans	I		+	+	+

Verificou-se, em outras espécies de nectarívoros (G. *soricina* e L*onchophylla mordax*), concentração de grávidas em meses secos e lactantes nos chuvosos, no nordeste brasileiro (WILLIG, 1985a, 1985b; SILVA, 2007). O ajuste temporal observado pode decorrer de uma dieta ampliada ao consumo de frutos e insetos (GARDNER, 1977; AGUIAR et al., 1995; SAMPAIO et al., 2008) ou de adaptações reprodutivas nas plantas que não restrinjam a disponibilidade de itens florais durante o ano, possibilitando a fenofase de floração durante as chuvas, como já relatado em espécies de certas áreas tropicais (HEPBURN; RADLOFF, 1995; RACEY; ENTWISTLE, 2000), inclusive na Amazônia Oriental (MUNIZ, 2008).

Atividade reprodutiva de morcegos dos neotrópicos em época não prevista, ocorrendo de maneira episódica, foi anotada em muitos estudos, inclusive quando configurada poliestria sazonal, apesar de os picos de proporção de fêmeas reprodutivamente ativas ocorrerem nos meses esperados (FLEMING et al., 1972; ASCORRA et al., 1993; HICE et al., 2004). Tais exceções são geralmente atribuídas à estabilidade do ambiente nas florestas tropicais, onde a provisão de alimentos é mais constante e mostra menor flutuação de disponibilidade (HAPPOLD; HAPPOLD, 1990). Há, além disso, certa variação na determinação do tempo de reprodução, com respeito à pluviosidade, entre diferentes espécies, possivelmente decorrente de especialização de dieta ou padrões sazonais de emergência de diferentes grupos de insetos (WILLIG, 1985a,b; HAPPOLD; HAPPOLD, 1990; RACEY; ENTWISTLE, 2000). Em áreas florestais da Amazônia maranhense observou-se pico de intensidade de floração em março (estação chuvosa) e de frutificação em outubro/novembro (fim da estação seca), entre plantas zoocóricas, apesar da relativamente pequena variabilidade mensal das duas fases, e apenas um mês de baixa taxa, tanto de espécies, quanto de indivíduos frutificando nesta síndrome de dispersão (MUNIZ, 2008).

Em 9 espécies, os dados foram insuficientes para indicar mais de um período reprodutivo anual na região da Flona Caxiuanã: C. *brevicauda*, C. *minor*, C. *auritus*, G. *daviesi*, G. *sylvestris*, P. *hastatus*, S. *bilineata*, T. *lavali* e T. *cirrhosus*. À exceção de C. *minor*, todas tiveram eventos reprodutivos prováveis, segundo o padrão temporal esperado para a guilda (Tabela 3). Em outras áreas de coleta, já se relatou ciclo poliéstrico para C. *brevicauda* (WILSON, 1979; PINE, 1972) e T. *cirrhosus* (IBAÑEZ, 1981; TRAJANO, 1984; CRAMER et al., 2001), havendo indicações isoladas de mais de uma estação reprodutiva em G. *daviesi* (SOLARI et al., 1999). Para C. *auritus*, apesar de documentação de ciclo poliéstrico em cativeiro (ESBÉRARD et al., 2007), admite-se como amplamente aceita a cronologia de monoestria variável geograficamente (MEDELLÍN, 1989; SMITH, 2008). Informações sobre a reprodução de G. *sylvestris* e T. *lavali* permanecem escassas. Quanto a P. *hastatus* e S. *bilineata*, apesar da insuficiência de dados, exibem variação geográfica de cronologia, com monoestria sazonal ou poliestria dependendo da região (WILSON, 1973; BRADBURY; EMMONS, 1974; BRADBURY; VEHRENCAMP, 1976, 1977; WILSON, 1979; JAFFERALLY, 2005), ressalvando-se o achado de poliestria por estro pós-parto em fêmea de P. *hastatus* coletada na Amazônia (MARQUES, 1985).

CONCLUSÃO

Das 46 espécies identificadas na Estação Científica Ferreira Penna, 30 pertencentes a todas as famílias e subfamílias de registro (exceto Noctilionidae), puderam ser avaliadas quanto à ocorrência e distribuição temporal de eventos reprodutivos, com base no achado de fêmeas grávidas/lactantes e de indivíduos jovens, em quatro períodos do ano (março, maio, agosto e dezembro). Os dados mostraram evidência de gravidez e de lactação em fêmeas de 50% e 63% das espécies, respectivamente. Comprovou-se poliestria com estro pós-parto em A*rtibeus lituratus*, C*arollia perspicillata*, D*esmodus rotundus* e R*hynchonycteris naso*. Reprodução de frequência anual, pelo menos bimodal, foi sugerida para outras 17 espécies: A*rtibeus gnomus*, A*rtibeus obscurus*,

Artibeus planirostris, *Lionycteris spurrelli*, *Lonchophylla thomasi*, *Lophostoma silvicolum*, *Myotis nigricans*, *Phyllostomus elongatus*, *Platyrrhinus fusciventris*, *Rhinophylla fischerae*, *Rhinophylla pumilio*, *Saccopteryx leptura*, *Sturnira lilium*, *Sturnira tildae*, *Tonatia saurophila*, *Uroderma bilobatum* e *Vampyriscus bidens*.

Observou-se correspondência entre os eventos reprodutivos e a época esperada para as respectivas guildas tróficas, com concentração geral de fêmeas lactantes em estação chuvosa, e de grávidas em época seca. Esta correspondência reflete a associação entre a atividade reprodutiva anual dos morcegos tropicais e os picos de disponibilidade alimentar, beneficiando sobretudo lactantes e jovens em fase de desmame. Casos de eventos reprodutivos em estação teoricamente menos favorável também foram observados (p.ex. nectarívoros com parição em época chuvosa), o que tanto pode refletir a plasticidade ecológica pelo oportunismo de dieta das espécies, quanto a estabilidade ambiental dos ecossistemas florestais, onde o suprimento de fontes alimentares é mais constante e exibe menor flutuação de disponibilidade do que em outras áreas.

AGRADECIMENTOS

Ao organizador do volume, Pedro Luiz Braga Lisboa, pelo apoio na realização dos trabalhos na Estação Científica Ferreira Penna, além do estímulo e incentivo que destinou à preparação deste capítulo. A Samuel Soares de Almeida, amigo subtraído de nosso convívio, pessoa referencial, que ofereceu à primeira autora a oportunidade de conhecer a magnífica biodiversidade de Caxiuanã, lançando a semente para que este estudo pudesse ser realizado.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. A.; HAYES, M. A. Water availability and successful lactation by bats as related to climate change in arid regions of western North America. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 77, n. 6, p. 1-7, 2008.

AGUIAR, L. M. S.; ZORTÉA, M.; TADDEI, V. A. New records of bats for the Brazilian Atlantic Forest. **Mammalia**, Paris, v. 59, n. 4, p. 667-671, 1995.

ALBUJA, V. L. **Murciélagos del Ecuador**. 2. ed. Quito: Cicetrónica, 1999. 288 p.

ALENCAR, A. O.; SILVA, G. A. P.; ARRUDA M. M.; SOARES, A. J.; GUERRA, D. Q. Aspectos biológicos e ecológicos de *Desmodus rotundus* (Chiroptera) no nordeste do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 95-103, 1994.

ALENCAR, J.C.; ALMEIDA, R.A.; FERNANDES, N.P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 163-198, 1979.

ANDERSON, S. Mammals of Bolivia, taxonomy and distribution. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v. 231, p. 1-652, 1997.

ARAÚJO, V. C. Fenologia de essências florestais amazônicas. **Boletim do INPA**, Manaus, n. 4, p. 1-25, 1970.

ASCORRA, C. F.; GORCHOV, D. L.; CORNEJO, F. The bats from Jenaro Herrera, Loreto, Peru. **Mammalia**, Paris, v. 57, p. 533-552, 1993.

BADWAIK, N. K.; RASWEILER, J. J. IV Pregnancy. In: CRICHTON, E. G.; KRUTZSCH, P. H. (Eds.). **Reproductive biology of bats**. London; San Diego: Academic Press, 2000. p. 221-293.

BARCLAY, R. M. R.; HARDER, L. D. Life histories of bats: life in the slow lane. In: KUNZ, T.H.; FENTON, M.B. (eds.). **Bat Ecology**. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2003. p. 209-253.

BARQUEZ, R.; PEREZ, S.; MILLER, B.; DIAZ, M. 2008. S*turnira lilium*. In: **IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species**. Gland, Switzerland: IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources), 2008. Version 2010.4. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 24 mar. 2011.

BERNARD, E. Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia, Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 173-188, 2002.

BERNARD, E.; SAMPAIO, E. M. Morcegos da Amazônia brasileira. In: PACHECO, S. M.; MARQUES, R. V.; ESBÉRARD, C. E. L. (eds). **Morcegos no Brasil**: biologia, sistemática, ecologia e conservação. Porto Alegre: Armazém Digital, 2008. p. 243-252.

BERNARD, E.; TAVARES, V. C.; SAMPAIO, E. M. Compilação atualizada das espécies de morcegos (Chiroptera) para a Amazônia Brasileira. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2011. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?articlebn00611012011>

BONACCORSO, F. J. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. **Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences**, Gainesville, v. 24, p. 359-408, 1979.

BONATO, V.; FACURE, K.G.; UIEDA, W. Food habits of bats of subfamily Vampyrinae in Brazil. **Journal of Mammalogy**, Cambridge, v. 85, p. 708-713, 2004.

BRADBURY, J. W.; EMMONS, L. H. Social organization of some Trinidad bats. I. Emballonuridae. **Zeitschrift für Tierpsychologie**, Berlin, v. 36, p. 137-183, 1974.

BRADBURY, J. W.; VEHRENCAMP, S. L. Social organization and foraging in emballonurid bats. I. Field studies. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Heidelberg, v. 1, p. 337-381, 1976.

BRADBURY, J. W.; VEHRENCAMP, S. L. Social organization and foraging in emballunorid bats. IV. Parental investment patterns. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Heidelberg, v. 2, p. 1-17, 1977.

BREDT, A. F. A.; ARAÚJO, F. A. A.; CAETANO-JR., J.; RODRIGUES, M. G. R.; YOSHIZAWA, M.; SILVA, M. M. S.; HARMANI, N. M. S.; MASSUNAGA, P. N. T.; BÜRER, S. P.; PORTO, V. A. R.; UIEDA, W. **Morcegos em áreas urbanas e rurais**: manual de manejo e Controle. Brasília: Ministério da Saúde; Fundação Nacional de Saúde, 1996. 117 p.

BREDT, A. F. A.; UIEDA, W.; MAGALHÃES, E. D. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro-Oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 3, p. 731-770, 1999.

BRONSON, F. H. Mammalian reproduction: an ecological perspective. **Biology of Reproduction**, Madison, v. 32, p. 1- 26, 1985.

BROSSET, A.; CHARLES-DOMINIQUE, P. The bats from French Guiana: a taxonomic, faunistic and ecological approach. **Mammalia**, Paris, v. 54, n. 4, p. 509-560, 1990.

BURT, W. H.; STIRTON, R. A. The mammals of El Salvador. **Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan**, Ann Arbor, n. 117, p. 1-69, 1961.

CARTER, D. C. A new species of R*hinophylla* (Mammalia; Chiroptera; Phyllostomatidae) from South America. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, Washington, v. 79, p. 235-238, 1966.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat C*arollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 7, p. 243-256, 1991.

CLOUTIER, D.; THOMAS, D. W. C*arollia perspicillata*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 417, p. 1-9, 1992.

COSTA, C. P. W.; MOTA, G. V.; GOMES, N. V. Distribuição espacial e temporal da precipitação na Amazônia oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais**... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2006.

CRAMER, M. J.; WILLIG, M. R.; JONES, C. T*rachops cirrhosus*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 656, p. 1-6, 2001.

DAVIS, W. B. A review of the genus U*roderma* (Chiroptera). **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 49, p. 676- 98, 1968.

DAVIS, W. B. Individual and sexual variation in V*ampyressa bidens*. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 56, p. 262-65, 1975.

DAVIS, W. B.; DIXON, J. R. Activity of bats in a small village clearing near Iquitos, Peru. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 57, p. 747-749, 1976.

DECHMANN, D. K. N.; KALKO, E. K. V.; KÖNIG, B.; KERTH, G. Mating system of a neotropical roost making bat: the white-throated, round-eared bat, L*ophostoma silvicolum* (Chiroptera: Phyllostomidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Heidelberg, v. 58, p. 316-325, 2005.

DINERSTEIN, E. Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican cloud forest. **Biotropica**, Washington, v. 18, n. 4, p. 307-318, 1986.

EISENBERG, J. F. **Mammals of the neotropics**: the northern neotropics. Vol. 1. Panama, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guyana. Chicago; London: The University of Chicago Press, 1989. 449 p.

ESBÉRARD, C. E. L.; MOTTA, A. G.; ALMEIDA, J. C.; FERREIRA, L. C. S.; COSTA, L. M. Reproduction of C*hrotopterus auritus* (Peters) in captivity (Chiroptera, Phyllostomidae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 3, p. 955-956, 2007.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Species composition and reproductive phenology of bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 17, p. 627-646, 2001.

FELTEN, H. Eine neue Unterart von T*rachops cirrhosus* (Mammalia, Chiroptera) aus Brasilien. **Senckenbergiana Biologica**, Frankfurt am Main, v. 37, p. 369-70, 1956.

FERRELL, C. S.; WILSON, D. E. P*latyrrhinus helleri*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 373, p. 1-5, 1991.

FIGUEROA, S. N.; NOBRE, C. A. Precipitation distribution over central and western tropical South America. **Climanálise**, São José dos Campos, v. 5, n. 6, p. 36-44, 1990.

FLEMING, T. H. The reproductive cycles of three species of opossum and other mammals in the Panama Canal Zone. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 54, p. 439-55, 1973.

FLEMING, T. H. **The short-tailed fruit bat**: A study in plant-animal interactions. Chicago: The University of Chicago Press, 1988. 380 p.

FLEMING, T. H.; HOOPER, E. T.; WILSON, D. E. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. **Ecology**, Washington, v. 53, p. 555-569, 1972.

GANNON, M. R.; WILLIG, M. R. Bat reproduction in the Luquillo experimental forest of Puerto Rico. **The Southwestern Naturalist**, v. 37, n. 4, 1992.

GANNON, M. R.; WILLIG, M. R.; JONES JR, J. K. S*turnira lilium*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 333, p. 1-5, 1989.

GARDNER, A.L. The distributional status of some Peruvian mammals. **Occasional Papers of the Museum of Zoology**, Louisiana State University, n. 48, p. 1-18, 1976.

GARDNER, A. L. Feeding habits. In: BAKER, R. J.; JONES JR., J. K.; CARTER, D. C. (Eds.). **Biology of bats of the new world. Family Phyllostomatidae. Part II**. Special Publications of the Museum, v. 13. Lubbock: Texas Tech University, 1977. p. 293-350.

GARDNER, A. L. (Ed.). **Mammals of South America**. Vol. 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2007a. 669 p.

GARDNER, A. L. Tribe Sturnirini. In: GARDNER, A. L. (Ed.). **Mammals of South America**. Vol. 1: Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2007b. p. 363-376 (669 p.).

GENOWAYS, H. H.; WILLIAMS, S. L. Records of bats (Mammalia: Chiroptera) from Suriname. **Annals of the Carnegie Museum of Natural History**, Pittsburgh, v. 48, p. 323-35, 1979.

GIANNINI, N. P.; KALKO, E. K. V. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. **Oikos**, Lund, v. 105, p. 209-220, 2004.

GOMES, M. N.; UIEDA, W. Diurnal roosts, colony composition, sexual size dimorphism and reproduction of the common vampire bat D*esmodus rotundus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) from State of São Paulo, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 3, p. 38-43, 2004.

GOODWIN, G. G.; GREENHALL, A. M. A review of the bats of Trinidad and Tobago. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v. 122, p. 191-341, 1961.

GRAHAM, G. L. Seasonality of reproduction in Peruvian bats. In: PATTERSON, B.D.; TIMM, R.M. (Eds.). Studies in Neotropical Mammalogy, Essays in Honor of Philip Herskovitz. **Fieldiana Zoology**, New Series, Chicago, v. 39, p. 1- 506, 1987.

GREENHALL, A. M.; JOERMANN, G.; SCHMIDT, U.; SEIDEL, M. R. D*esmodus rotundus*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 202, p. 1-6, 1983.

GREENHALL, A. M.; SCHMIDT, U. **Natural history of vampire bats**. Boca Raton: CRC Press, 1988. 246 p.

GRIFFITHS, T. A.; GARDNER, A. L. Subfamily Glossophaginae Bonaparte, 1845. In: GARDNER, A. L. (Ed.). **Mammals of South America**. v. 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2007. p. 224-244 (669 p.).

HAPPOLD, D. C. D.; HAPPOLD, M. Reproductive strategies of bats in Africa. **Journal of Zoology**, London, n. 222, p. 557-583, 1990.

HAYNES, M. A.; LEE, T. E., JR. A*rtibeus obscurus*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 752, p. 1-5, 2004.

HEIDEMAN, P. D. Timing of reproduction in the fruit bat H*aplonycteris fischeri* (Pteropodidae): geographic variation and delayed development. **Journal of Zoology**, London, v. 215, p. 577-595, 1989.

HEIDEMAN, P. D. Synchrony and seasonality of reproduction in tropical bats. **Symposia of the Zoological Society of London**, London, n. 67, p. 151-165, 1995.

HEIDEMAN, P. D. Environmental regulation of reproduction. In: CRICHTON, E.G.; KRUTZSCH, P.H. (Eds.). **Reproductive Biology of Bats**. London; San Diego: Academic Press, 2000. p. 469-499.

HEIDEMAN, P. D.; DEORAJ, P.; BRONSON, F. H. Seasonal reproduction of a tropical bat, A*noura geoffroyi*, in relation to photoperiod. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v. 96, p. 765-773, 1992.

HEITHAUS, E. R. Coevolution between bats and plants. In: KUNZ, T.H. (Ed.). **Ecology of bats**. New York: Plenum Press, 1982. p. 327-367.

HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T. H.; OPLER, P. A. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. **Ecology**, Washington, v. 56, p. 841-854, 1975.

HEPBURN, H. R.; RADLOFF, S. E. First approximation to a phenology of the honeybees (A*pis mellifera*) and flora of Africa. **Oecologia**, v. 101, p. 265-273, 1995.

HICE, C. L.; VELAZCO, P. M.; WILLIG, M. R. Bats of the Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, northeastern Peru, with notes on community structure. **Acta Chiropterologica**, Varsóvia, v. 6, n. 2, p. 319-334, 2004.

HOLLIS, L. A*rtibeus planirostris*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 775, p. 1-6, 2005.

HOOD, C.; GARDNER, A. L. Family Emballonuridae Gervais, 1856. In: GARDNER, A. L. (Ed.). **Mammals of South America**. v. 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2007. p. 188-207.

HOOFER, S. R.; SOLARI, S.; LARSEN, P. A.; BRADLEY, R. D.; BAKER, R. J. Phylogenetics of the fruit-eating bats (Phyllostomidae: Artibeina) inferred from mitochondrial DNA sequences. **Occasional Papers, Museum of Texas Tech University**, Lubbock, n. 227, p. 1-15, 2008.

HUSSON, A. M. The bats of Suriname. **Zoologische Verhandelingen**, Leiden, v. 58, p. 1-282, 1962.

HUTCHINS, M.; KLEIMAN, D. G.; GEIST, V.; MCDADE, M. C. **Grzimek's Animal Life Encyclopedia**. Volume 13, Mammals II. 2. ed. Farmington Hills: Gale Group, 2003. 580 p.

IBAÑEZ, I. C. J. Biologia y ecologia de murciélagos del Hato "El Frio" Apure, Venezuela. **Doñana Acta Vertebrata**, Sevilla, n. 844, p. 1-271, 1981.

IUCN (INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES). **IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species**. Gland, Switzerland. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 24 mar. 2011.

JAFFERALLY, D. Reproductive patterns of insectivorous and frugivorous bats at CEIBA Biological Station and Iwokrama Forest. In: **Biodiversity and conservation studies in Guyana**, v. 2. Contributions to the study of biological diversity, 2. Georgetown: Centre for the Study of Biological Diversity, 2005. p. 19-52.

JONES, J. K., JR. Bats from Guatemala. **University of Kansas Publications, Museum of Natural History**, Lawrence, n. 16, p. 439-72, 1966.

JONES, J. K., JR.; SMITH, J. D.; GENOWAYS, H. H. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. I. Chiroptera. **Occasional Papers, Museum of Texas Tech University**, Lubbock, n. 13, p. 1-31, 1973.

KALKO, E. K. V. Organisation and diversity of tropical bat communities through space and time. **Zoological Analysis of Complex Systems**, Jena, v. 101, p. 281-297, 1998.

KLEIMAN, D. G.; DAVIS, T. M. Ontogeny and maternal care. In: BAKER, R. J.; JONES, J. K., JR.; CARTER, D. C. (Eds.). **Biology of bats of the new world**. Family Phyllostomatidae. Part. III. Lubbock: Texas Tech University, 1979. p. 387-402. (Special Publications of the Museum, v. 16).

KLINGBEIL, B. T.; WILLIG, M. R. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 46, p. 203-213, 2009.

KRUTZSCH, P. H. Anatomy, physiology and cyclicity of the male reproductive tract. In: CRICHTON, E.G.; KRUTZSCH, P.H. (Eds.). **Reproductive Biology of Bats**. London; San Diego: Academic Press, 2000. p. 91-155.

KUNZ, T. H.; PIERSON, E. D. Bats of the world: an introduction. In: NOWAK, R. M. (Ed.). **Walker's bats of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1994. p. 1-29 (288 p.).

KUNZ, T. H.; RACEY, P. **Bat biology and conservation**. Washington: Smithsonian Institute Press, 1998.

KURTA, A.; BELL, G. P.; NAGY, K. A.; KUNZ,T. H. Energetics of pregnancy and lactation in freeranging little brown bats (M*yotis lucifugus*). **Physiological Zoology**, Chicago, v. 62, p. 804-818, 1989.

LAVAL, R. K.; FITCH, H. S. Structure, movements and reproduction in three Costa Rican bat communities. **Occasional Papers, Museum of Natural History, University of Kansas**, Lawrence, n. 69, p. 1-28, 1977.

LAVAL, R. K.; RODRÍGUEZ-HERRERA, B. **Murciélagos de Costa Rica; Costa Rica Bats**. Santo Domingo de Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad, 2002. 320 p.

LEE JR., T. E., ; SCOTT, J. B.; MARCUM, M. M. *Vampyressa bidens*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 684, p. 1-3, 2001.

LIM, B. K.; ENGSTROM, M. D.; GENOWAYS, H. H.; CATZEFLIS, F. M.; FITZGERALD, K. A.; PETERS, S. L.; DJOSETRO, M.; BRANDON, S.; MITRO, S. Results of the Alcoa Foundation - Suriname Expeditions. XIV. Mammals of Brownsberg Nature Park, Suriname. **Annals of the Carnegie Museum of Natural History**, Pittsburgh, v. 74, n. 4, p. 225-274, 2005.

LIMA, I. P. **A disponibilidade de Piperaceae e a procura deste recurso por C*arollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Mammalia, Chiroptera) no Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2003.

LISBOA, P. L. B. A Estação Científica Ferreira Penna/ECFPn. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 23-49.

LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. 734 p.

LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. 672 p.

LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S. S. Florística e estrutura dos ambientes. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 163-193.

MARINHO-FILHO, J. Notes on the reproduction of six phyllostomid bat species in southeastern Brazil. **Chiroptera Neotropical**, Brasília, v. 9, p. 173-175, 2003.

MARQUES, S. A. Espécies associadas e algumas características físicas influindo na presença de C*arollia perspicillata* em bueiros na região de Manaus (AM) (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 15, n. 1-2, p. 243-248, 1985.

MARQUES, S. A. Activity Cycle, Feeding and Reproduction of M*olossus ater* (Chiroptera: Molossidae) in Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Zoologia, Belém, v. 2, n.2, p. 159-179, 1986.

MARQUES-AGUIAR, S. A. A systematic review of the large species of A*rtibeus* Leach, 1821 (Mammalia; Chiroptera), with some phylogenetic inferences. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Zoologia, Belém, v. 10, n. 1, p. 1-83, 1994.

MARQUES-AGUIAR, S. A. Genus A*rtibeus* Leach, 1821. In: GARDNER, A. L. (Ed.). **Mammals of South America**. v. 1. marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2007. p. 301-321.

MARQUES-AGUIAR, S. A.; AGUIAR, G. F. S. Interações de quirópteros em ecossistemas tropicais: perspectivas de estudo para Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (org.). **Caxiuanã**: populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002. p. 651-668.

MARQUES-AGUIAR, S. A.; AGUILA, M. V.; AGUIAR, G. F. S. Quiropterofauna da Estação Científica Ferreira Penna (Caxiuanã), Melgaço, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MASTOZOOLOGIA, 2. **Resumos**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 72.

MARQUES-AGUIAR, S. A.; AGUILA, M. V.; AGUIAR, G. F. S.; SALDANHA, L. N.; ROCHA, M. M. B.; SILVA JÚNIOR, J. S. Morcegos (Mammalia: Chiroptera) da Estação Científica Ferreira Penna. In: LISBOA, P. L. B. (org.) **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009, p. 649-671.

MCCRACKEN, G. F.; BRADBURY, J. W. Social organization and kinship in the polygynous bat, P*hyllostomus hastatus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Heidelberg, v. 8, p. 11-34, 1981.

MEDELLÍN, R.A. C*hrotopterus auritus*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 343, p. 1-5, 1989.

MEDELLÍN, R.A.; ARITA, H.T. T*onatia evotis* and T*onatia silvicola*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 334, p. 1-5, 1989.

MELLO, M. A. R. **Interações entre o morcego S*turnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas da familia Solanaceae**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, 2006 apud BARQUEZ, R.; PEREZ, S.; MILLER, B.; DIAZ, M. 2008. S*turnira lilium*. In: **IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species**. Gland, Switzerland: IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources), 2008. Version 2010.4. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 24 mar. 2011.

MELLO, M. A. R.; FERNANDEZ, F. A. S. Reproductive ecology of the bats C*arollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a fragment of the Brazilian Atlantic coastal forest. **Zeitschrift für Säugetierkund**, Berlin, v. 65, p. 340-349, 2000.

MELLO, M. A. R.; SCHITTINI, G. M.; SELIG, P.; BERGALLO, H. G. Seasonal variation in the diet of the bat C*arollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an Atlantic forest area in southeastern Brazil. **Mammalia**, Paris, v. 68, n. 1, p. 49-55, 2004.

MILLER, B.; REID, F.; ARROYO-CABRALES, J.; CUARÓN, A. D.; DE GRAMMONT, P. C. P*latyrrhinus helleri*. In: **IUCN 2010. IUCN Red list of threatened species**. Gland, Switzerland: IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources), 2008. Version 2010.4. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 24 mar. 2011.

MORAES, B. C.; SILVA, R. M.; RIBEIRO, J. B. M.; RUIVO, M. L. P. Variabilidade da precipitação na floresta de Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.) **Caxiuanã**: desafios para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 91-97.

MUMFORD, R. E.; KNUDSON, D. M. Ecology of bats at Viçosa, Brazil. In: OLEMBO, R. J.; CASTELINO, J. B.; MUTERE, F. A. (Eds.). **Proceedings of the Fourth International Bat Research Conference, Nairobi**. Nairobi: Literature Bureau, 1978. p. 287-295.

MUNIZ, F. H. Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia maranhense. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 617-626, 2008.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI (MPEG). **Estação Científica Ferreira Penna**. Boletim Climatológico, 1996. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI (MPEG). **Estação Científica Ferreira Penna**. Boletim Climatológico, 1997. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998.

MYERS, P. Patterns of reproduction of four species of vespertilionid bats in Paraguay. **University of California, Publications in Zoology**, Berkeley, v. 107, p. 1-41, 1977.

NOGUEIRA, M. R.; PERACCHI, A. L.; MORATELLI, R. Subfamília Phyllostominae. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Eds.) **Morcegos do Brasil**. Londrina: Nelio R. dos Reis, 2007. p. 61-97.

NOGUEIRA, M. R.; POL, A. Observações sobre os hábitos de R*hynchonycteris naso* (Wied-Neuwied, 1820) e N*octilio albiventris* (Desmarest 1818) (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 58, n. 3, p. 473-480, 1998.

NOWAK, R. M. **Walker's Bats of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1994. 288 p.

NOWAK, R. M.; PARADISO, J. L. **Walker's mammals of the world**. 4. ed. v. 1. Baltimore; London: The Johns Hopkins University Press, 1983. 568 p.

OLIVEIRA, N. Y. K. **Estrutura de comunidade, reprodução e dinâmica populacional de morcegos (Mammalia, Chiroptera) na Reserva Natural do Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

PEDRO, W. A.; TADDEI, V. A. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão** (Nova série), Santa Teresa, v. 6., n. 1, p. 3-21, 1997.

PERACCHI, A. L.; ALBUQUERQUE, S. T. Lista provisória dos quirópteros dos Estados do Rio de Janeiro e Guanabara, Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 31, p. 405-413, 1971.

PERACCHI, A. L.; ALBUQUERQUE, S. T. Quirópteros do município de Linhares, estado do Espírito Santo, Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 53, p. 575-581, 1993.

PERACCHI, A. L.; GALLO, P. H.; DIAS, D.; LIMA, I. P.; REIS, N. R. Ordem Chiroptera. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; FREGONEZI, M. N.; ROSSANEIS, B. K. (Orgs.). **Mamíferos do Brasil**: guia de identificação. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 293-461.

PERACCHI, A. L.; LIMA, I. P.; REIS, N. R.; NOGUEIRA, M. R.; ORTÊNCIO-FILHO, H. Ordem Chiroptera. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. L. (Eds.). **Mamíferos do Brasil**. 2. Ed. Londrina: Nélio R. dos Reis, 2011. p. 155-234.

PINE, R. H. The bats of the genus *Carollia*. **Texas Agricultural Experiment Station, Texas A&M University, Technical Monograph**, College Station, v. 8, p. 1-125, 1972.

PINE, R. H.; LAVAL, R. K.; CARTER, D. C.; MOK, W. Y. Notes on the graybeard bat, *Micronycteris daviesi* (Hill) (Mammalia: Chiroptera: Phyllostomidae), with the first records from Ecuador and Brazil. In: GENOWAYS, H. H.; BAKER, R. J. (Eds.). **Contributions in Mammalogy**: a memorial volume honoring Dr. J. Knox Jones Jr. Lubbock: Museum of Texas Tech University, 1996. p. 183-190.

PLUMPTON, D. L.; JONES JR., J. K. *Rhynchonycteris naso*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 413, p. 1-5, 1992.

RACEY, P. A. Ecology of bat reproduction. In: KUNZ, T. H. (Ed.). **Ecology of bats**. New York: Plenum Press, 1982. p. 57-104.

RACEY, P. A.; ENTWISTLE, A. C. Life-history and reproductive strategies of bats. In: CRICHTON, E. G.; KRUTZSCH, P. H. (Eds.). **Reproductive biology of bats**. London; San Diego: Academic Press, 2000. p. 363-414.

RACEY, P. A.; SWIFT, S. M. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging behaviour. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 54, p. 205-215, 1985.

REDONDO, R. A. F.; BRINA, L. P. S.; SILVA, R. F.; DITCHFIELD, A. D.; SANTOS, F. R. Molecular systematics of the genus *Artibeus* (Chiroptera: Phyllostomidae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, San Diego, v. 49, p. 44-58, 2008.

REID, F. **A field guide to the mammals of central America and southeast Mexico**. New York: Oxford University Press, 1997.

REID, F. A.; ENGSTROM, M. D.; LIM, B. K Noteworthy records of bats from Ecuador. **Acta Chiropterologica**, Varsóvia, v. 2, n. 1, p. 37-51, 2000.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L. Quirópteros da região de Manaus, Amazonas, Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Zoologia, Belém, v. 3, n. 2, p. 161-182, 1987.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; SEKIAMA, M. L. Morcegos da fazenda Monte Alegre, Telêmaco Borba, Paraná (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 501-505, 1999.

REIS, S. F. Biologia reprodutiva de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Chiroptera: Phyllostomidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 2, p. 369-372, 1989.

RINEHART, J. B.; KUNZ, T. H. *Rhinophylla pumilio*. **Mammalian species**, Lawrence, n. 791, p. 1-5, 2006.

SAMPAIO, E.; LIM, B.; PETERS, S. 2008. *Lonchophylla thomasi*. In: **IUCN 2010. IUCN red list of threatened species**. Gland, Switzerland, IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources), 2008. Version 2010.4. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 23 mar. 2011.

SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido à formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí, PA. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 1, p. 41-50, 2005.

SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, C.; ROMERO-ALMARAZ, M. Murciélagos de Tabasco y Campeche: una propuesta para su conservación. **Cuadernos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México**, Ciudad de Mexico, n. 24, p. 1-215, 1995.

SCHMIDT, C. Reproduction. In: GREENHALL, A. M.; SCHMIDT, U. (Eds). **Natural history of vampire bats**. Boca Raton: CRC Press, 1988. p. 99-110.

SILVA, L. A. M. **Comunidades de morcegos na Caatinga e brejo de altitude, no agreste de Pernambuco**. 2007. 161 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVA, M. N. F.; RYLANDS, A. B.; PATTON, J. L. Biogeografia e conservação da mastofauna na floresta amazônica Brasileira. In: CAPOBIANCO, J. P. R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A.; SAWYER, D.; SANTOS, I.; PINTO, L. P. (Eds.). **Biodiversidade na Amazônia Brasileira**. São Paulo: Estação Liberdade; Instituto Socioambiental, 2001. p. 110-131.

SMITH, P. Woolly False Vampire *Chrotopterus auritus*. **FAUNA Paraguay, Handbook of the Mammals of Paraguay**, n. 24, p. 1-9, 2008. Disponível em: <www.faunaparaguay.com/chrotopterusauritus.html>. Acesso em: 31 maio 2011.

SOLARI, S.; HOOFER, S. R.; LARSEN, P. A.; BROWN, A. D.; BULL, R. J.; GUERRERO, J. A.; ORTEGA, J.; CARRERA, J. P.; BRADLEY, R. D.; BAKER, R. J. Operational criteria for genetically defined species: analysis of the diversification of the small fruit-eating bats, *Dermanura* (Phyllostomidae: Stenodermatinae). **Acta Chiropterologica**, Varsóvia, v. 11, p. 279-288, 2009.

SOLARI, S.; PACHECO, V.; VIVAR, E. New distribution records of Peruvian bats. **Revista Peruana de Biología**, Lima, v. 6, p. 152-59, 1999.

SOLARI, S.; VAN DEN BUSSCHE, R. A.; HOOFER, S. R.; PATTERSON, B. D. Geographic distribution, ecology, and phylogenetic affinities of *Thyroptera lavali* Pine 1993. **Acta Chiropterologica**, Varsóvia, v. 6, n. 2, p. 293-302, 2004.

SOLMSEN, E. H.; SCHLIEMANN, H. *Choeroniscus minor*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 822, 1-6, 2008.

STUDIER, E. H.; LYSENGEN, V. L.; O'FARRELL, M. J. Biology of *Myotis thysanodes* and M. *lucifugus* (Chiroptera:Vespertilionidae) – II. Bioenergetics of pregnancy and lactation. **Physiological Zoology**, Chicago, v. 57, p. 457-467, 1972.

SUDAM (SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA). **Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira**. Belém: SUDAM, 1984. 125 p. (Publicação 39).

TADDEI, V. A. The reproduction of some Phyllostomidae (Chiroptera) from the northwestern region of the State of São Paulo. **Boletim de Zoologia, Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 1, p. 313-330, 1976.

TADDEI, V. A.; VICENTE-TRANJAN, E. C. Biological and distributional notes on *Platyrrhinus helleri* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Brazil. **Mammalia**, Paris, v. 62, p. 112-117, 1998.

TAMSITT, J. R.; VALDIVIESO, D. Reproductive cycle of the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* Olfers. **Nature**, London, v. 198, p. 104, 1963.

TAMSITT, J. R.; VALDIVIESO, D. Reproduction of the female big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus palmarum*, in Colombia. **Caribbean Journal of Science**, Mayagüez, v. 5, p. 157-166, 1965.

TAMSITT, J. R.; VALDIVIESO, D.; HERNANDEZ-CAMACHO, J. Additional records of *Choeroniscus* in Colombia. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 46, n. 4, p. 704, 1965.

THIES, W.; KALKO, E. K. V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and C. *castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, London, n. 104, p. 362-376, 2004.

TRAJANO, E. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 2, n. 5, p. 255-320, 1984.

TRAJANO, E.; GIMENEZ, E. A. Bat community in a cave from eastern Brazil, including a new record of *Lionycteris* (Phyllostomidae, Glossophaginae). **Studies on the Neotropical Fauna and Environment**, Lisse, v. 33, n. 2-3, p. 69-75, 1998.

TUTTLE, M. D. Distribution and zoogeography of Peruvian bats, with comments on natural history. **The University of Kansas Science Bulletin**, Lawrence, v. 49, n. 2, p. 45-86, 1970.

TUTTLE, M. D.; STEVENSON, D. Growth and survival of bats. In: KUNZ, T.H. (ed.). **Ecology of bats**. New York: Plenum Press, 1982. p. 105-150 (425 p.).

VELAZCO, P. M.; GARDNER, A. L.; PATTERSON, B. D. Systematics of the P*latyrrhinus helleri* species complex (Chiroptera: Phyllostomidae), with descriptions of two new species. **Zoological Journal of the Linnean Society**, London, v. 159, p. 785-812, 2010.

WEBSTER, W. D.; JONES-JR., J. K. Notes on a collection of bats from Amazonian Ecuador. **Mammalia**, Paris, v. 48, p. 247-252, 1984.

WILDE, C. J.; KERR, M. A.; KNIGHT, C. H.; RACEY, P. A. Lactation in vespertilionid bats. **Symposia of the Zoological Society of London**, London, n. 67, p. 139-149, 1995.

WILLIAMS, S. L.; PHILLIPS, C. J. ; PUMO, D.E . New records of bats from French Guiana. **Texas Journal of Science**, Austin, v. 42, p. 204-206, 1990.

WILLIG, M. R. Reproductive activity of female bats from northeast Brazil. **Bat Research News**, Bloomington, v. 26, p. 17-20, 1985a.

WILLIG, M. R. Reproductive patterns of bats from caatingas and cerrado biomes of northeast Brazil. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 66, p. 668-681, 1985b.

WILSON, D. E. Ecology of M*yotis nigricans* (Mammalia: Chiroptera) on Barro Colorado Island, Panama Canal Zone. **Journal of Zoology**, London, v. 163, n. 1, p. 1-13, 1971.

WILSON, D. E. Bat faunas: trophic comparison. **Systematic Zoology**, London, v. 22, p. 14-29. 1973.

WILSON, D. E. Reproductive patterns. In: BAKER, R. J.; JONES, J. K., JR.; D. C. CARTER (Eds.). **Biology of Bats of the New World**. Family Phyllostomatidae. Part. III. Lubbock: Texas Tech University, 1979. p. 317-378. (Special Publications of the Museum, v. 16).

WILSON, D. E.; FINDLEY, J. S. Reproductive cycle of a neotropical insectivorous bat, M*yotis nigricans*. **Nature**, London, v. 225, p. 1155, 1970.

WILSON, D. E.; LAVAL, R. K. M*yotis nigricans*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 39, p. 1-3, 1974.

WIMSATT, W. A.; TRAPIDO, H. Reproduction and the female reproductive cycle in the tropical American vampire bat, D*esmodus rotundus murinus*. **American Journal of Anatomy**, Philadelphia, v. 91, p. 415-46, 1952.

WOLDA, H. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 47, p. 369-381, 1978.

YANCEY, D., II; GOETZE, J. R.; JONES, C. S*accopteryx bilineata*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 581, p. 1-5, 1998a.

YANCEY, D., II; GOETZE, J. R.; JONES, C. S*accopteryx leptura*. **Mammalian Species**, Lawrence, n. 582, p. 1-3, 1998b.

ZORTÉA, M. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. **Brazilian Journal of Biology, São Carlos, v. 63, n. 1, p. 159-168, 2003.**

Publicação impressa na GTR Gráfica e Editora para o Museu Paraense Emílio Goeldi. Miolo na fonte Novarese Bk BT (textos e títulos). Miolo em papel couchê fosco 115g/m^2 e capa revestida em papel couchê fosco 150g/m^2.





Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

