



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA**



**INVENTÁRIO DOS DROSOFILÍDEOS (DIPTERA) ASSOCIADOS A FRUTOS,  
NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ, MELGAÇO, PARÁ, BRASIL**

**Catarina de Lurdes Bezerra Praxedes**

**Belém-Pará**

**2005**

**Catarina de Lurdes Bezerra Praxedes**

**INVENTÁRIO DOS DROSOFILÍDEOS (DIPTERA) ASSOCIADOS A FRUTOS  
NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ, MELGAÇO, PARÁ, BRASIL**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Curso de Mestrado, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do grau de mestre em Zoologia.**

**Orientadora: Dra Marlúcia B. Martins**

**Belém-Pará**

**2005**

---

**Catarina de Lurdes Bezerra Praxedes**

**INVENTÁRIO DOS DROSOFILÍDEOS (DIPTERA) ASSOCIADOS A FRUTOS,  
NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ, MELGAÇO, PARÁ, BRASIL**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, curso de Mestrado, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zoologia.**

**Dra Marlúcia B. Martins**

Orientadora

Coordenação de Zoologia – Museu Paraense Emílio Goeldi

**Dr. Carlos Ribeiro Vilela**

Titular

Departamento de Genética – IB – Universidade de São Paulo

**Dra Maria Cristina Espósito**

Titular

Departamento de Biologia – Universidade Federal do Pará

**Dr. Alexandre Bragio Bonaldo**

Titular

Coordenação de Zoologia – Museu Paraense Emílio Goeldi

**Dr. Orlando Tobias**

Suplente

Coordenação de Zoologia – Museu Paraense Emílio Goeldi

Apresentada e aprovada em Belém, 25 de Fevereiro de 2005.

*Aos meus pais e  
à minha filha Ana Paula,  
luz da minha vida!*

---

*“Não há existências findantes - apenas etapas de aprendizado que se completam, as quais podem ser aproveitadas integralmente, favorecendo o porvir. A vocação de hoje iniciou-se no aprendizado de ontem, tanto quanto o talento do futuro começa no esforço do presente. Aprender , a qualquer momento, é o caminho mágico de realizações gloriosas. Quem o faz com perseverança vai em frente, melhorando sempre, sem cansar nunca.”*

*(Gina)*

**AGRADECIMENTOS**

Os meus sinceros agradecimentos a Dra Marlúcia Martins, pela orientação, apoio, amizade, ensinamentos e enorme paciência, durante estes anos de convívio;

Ao Projeto “Inventário Multi-Taxonômico de Caxiuanã – IMC”, coordenado pela Dra Marlúcia Martins, pelo apoio financeiro nas coletas e ao Projeto TEAM pela autorização na utilização das parcelas delimitadas pelo Projeto;

Aos meus amigos de Laboratório de Ecologia de Insetos, Luzanira Seleiro, Ivaneide Furtado, Fabiola Azevedo, Ronildon Miranda, Carolina Rendeiro, Michele Azevedo, João Thiago, Thiago Novaes, Josinei Sifuentes, Joana Costa, Alessandra Rodrigues e José Pena, pela amizade, companheirismo e momentos felizes que nos tornaram, não apenas bons amigos, mas uma grande família;

Ao Colega Augusto Barreiros, pela ajuda em algumas das análises dos dados;

Ao técnico José Orlando e aos funcionários da ECFP, Renato e Pão, pela ajuda nas coletas de campo;

Ao Programa de Pós-graduação em zoologia do Convênio Universidade Federal do Pará/ Museu Paraense Emílio Goeldi, representado pela Dra Tereza Cristina Sauer de Ávila Pires, pelo incentivo durante o curso;

As funcionárias da pós-graduação Dorotéia e Anete, pela amizade e apoio durante o curso;

Aos demais pesquisadores do Museu Paraense Emílio Goeldi, pelo apoio e incentivo em meu ingresso ao Mestrado em zoologia;

A minha querida mãe Celeste, por todo apoio e amor dedicado a mim;

**Ao meu pai, por seu incentivo e pelas correções ortográficas;**

**A Anne, Ivaneide e Josinei pela revisão ortográfica e bibliográfica;**

**Aos amigos Darlan e Ivanei e Rodrigo pela ajuda na encadernação e pela companhia nos inúmeros finais de semana;**

**A todos que de alguma forma colaboraram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho, MUITÍSSIMO Obrigada!**

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo Geral.....	16
1.1.1. Objetivos Específicos.....	16
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
2.1. Descrição da Área de Estudo.....	17
2.2. Protocolo de Amostragem.....	23
2.3. Análise de Dados.....	29
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
3.1. Caracterização da Comunidade de Drosophilidae da Flona Caxiuanã.....	33
3.1.1. O Subgênero Sophophora.....	39
3.2. Análise do Inventário de Drosophilidae na Flona Caxiuanã.....	41
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>50</b>
4.1. Caracterização da Comunidade de Drosophilidae na Flona Caxiuanã.....	50
4.2. Inventário Drosophilidae na Flona Caxiuanã.....	53
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> A- Localização da FLONA Caxiuanã, no Estado do Pará. B – Localização dos limites da ECFP e dos sítios de coleta (plot 1- Curuá; plot 2- Puraquequara; plot 3- Tijucaquara; plot 4- Araruá; Plot 5 Retiro e plot 6- Curuazinho).....	19
<b>Figura 2:</b> Mata de terra firme, FLONA Caxiuanã.....	21
<b>Figura 3:</b> Mata de Igapó, FLONA Caxiuanã.....	22
<b>Figura 4:</b> Vegetação secundária (Capoeira antiga), FLONA Caxiuanã.....	22
<b>Figura 5:</b> Localização dos transectos nos sítios de coleta (em vermelho), FLONA Caxiuanã (plot 1- Curuá; plot 2- Puraquequara; plot 3- Tijucaquara; plot 4- Araruá; Plot 5 Retiro e plot 6- Curuazinho).....	25
<b>Figura 6:</b> Desenho esquemático da localização das armadilhas por transecto amostrado (os quadrados negros representam as armadilhas).....	25
<b>Figura 7:</b> Armadilha com isca de banana.....	26
<b>Figura 8:</b> Retirada dos drosofilídeos das armadilhas e triagem dos demais insetos no Laboratório da ECFP.....	27
<b>Figura 9:</b> Espécies de Drosophilidae com maior abundância relativa (%), para o total das amostras, na FLONA Caxiuanã.. ..	35
<b>Figura 10:</b> Estimativa da riqueza de espécies de Drosophilidae na FLONA Caxiuanã, para 315 amostras, com riqueza observada de 36 espécies e abundância de 4.320 indivíduos.....	42
<b>Figura 11:</b> Estimativa da riqueza de espécies de Drosophilidae na FLONA Caxiuanã, nos seis sítios de estudo.....	44
<b>Figura 12:</b> Curva acumulativa das espécies raras para o total das amostras.....	46
<b>Figura 13:</b> Estimativa da riqueza de espécies entre os sítios de coleta.....	47
<b>Figura 14:</b> Estimativa de riqueza de espécies entre os sítios de coleta.....	48
<b>Figura 15:</b> Análise de Agrupamento através da similaridade de Jaccard.....	50

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi descrever a diversidade de Drosophilidae (Diptera) frugívoros, da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil, através da implementação de um protocolo estruturado. Entre 2003 e 2004 foram realizadas duas expedições, onde procederam-se coletas com armadilhas contendo isca de banana fermentada, distribuídas em 12 transectos de 1 km, sendo dois deles em cada um dos seis interflúvios ao norte da baía de Caxiuanã, na Estação Científica Ferreira Pena, FLONA Caxiuanã. Foi obtido um total de 4.320 indivíduos, distribuídos em 35 táxons, pertencentes aos gêneros *Drosophila*, em sua maioria, e *Neotanygastrella*. A espécie dominante foi *D. willistoni* com 33,96% dos indivíduos coletados, seguido por *D. paulistorum* (21,94%), *D. sturtevanti* (18,73%), *D. tropicalis* (11,39%) e *D. equinoxialis* (37%). Cinco espécies cosmopolitas do grupo **melanogaster** ocorreram em Caxiuanã, porém a frequência do grupo foi apenas de 1,75%. As curvas de acumulação de espécies, com 315 amostras, aproximaram-se da assíntota, com estimativas que variaram entre 40 e 53 espécies para Caxiuanã. O estimador Chao2 produziu curvas que chegaram a estabilização, com estimativa de 50 espécies. As análises da matriz de incidência e abundância mostraram que os sítios são similares entre si, compartilhando entre 40% e 66% em composição (Jaccard), com distribuições de abundância praticamente iguais (Morisita entre 85% e 100%). O percentual de completitude do inventário (79%) indica que seriam necessárias somente 83 amostras adicionais (21% de incremento de esforço, sem adição de *singletons*), para acessar a diversidade total de Drosophilidae na FLONA Caxiuanã. Estes resultados refletem bem a eficiência do método utilizado para estimar diversidade de drosofilídeos de frutos. Das 23 espécies do subgênero *Sophophora*, identificadas nesse estudo, foram registradas 4 novas ocorrências para o Brasil (*D. dacunhai*, *D. milleri*, *D. saltans* e *D. septentriosaltans*) e 8 para Amazônia brasileira (*D. austrosaltans*, *D. dacunhai*, *D. magalhaesi*, *D. milleri*, *D. neocordata*, *D. neoelliptica*, *D. saltans* e *D. septentriosaltans*).

---

**Palavras-chave:** Inventário, protocolo estruturado, Drosophilidae frugívoros, Riqueza em espécies.

## ABSTRACT

The objective of this study was to describe the diversity of frugivorous Drosophilidae (Diptera) in Caxiuanã National Forest, Melgaço, Pará, Brazil, utilizing a structured protocol. Two collecting expeditions were carried out between 2003 and 2004. Traps baited with banana were distributed along 12 one km transects in each of 6 areas separating the parallel streams flowing from the north into Caxiuanã bay in the “Ferreira Pena” Scientific Station in Caxiuanã National Forest. A total of 4,320 individuals were collected, belonging to 36 taxons in two genera *Drosophila* (subgenus *Sophophora* and *Drosophila*) and *Neotanygastrella*. The dominant species collected was *D. willistoni*, comprising 33.96% of all individuals, followed by *D. paulistorum* (21.94%), *D. sturtevanti* (18.73%), *D. tropicalis* (11.39%) and *D. equinoxialis* (6.37%). Five cosmopolitan species of **melanogaster** group occur in Caxiuanã, but the frequency of the group was only 1.75%. Species accumulation curves, generated by EstimateS, approached an asymptote with 315 samples, resulting in estimates from 40 to 53 total species. The Chao2 estimator produced curves that approached stabilization with an estimate of 50 species. Analyses of the incidence and abundance matrix demonstrated that the collecting localities were similar, sharing from 40% to 66% in composition (Jaccard), with similar distributions of abundance (Morisita values between 85% and 100%). The percentage completeness of the inventory (79%) indicates that only 83 additional samples are necessary (21% increase in sampling effort, without addition singletons) in order to assess the total diversity of frugivorous Drosophilidae. These results demonstrate the efficiency of the methodology used for estimating the diversity of frugivorous drosophilids in Caxiuanã. Of the 23 subgenus *Sophophora* species collected, 4 were new records for Brazil (*D. dacunhai*, *D. milleri*, *D. saltans*, and *D. septentriosaltans*) and 8 were new records for Brazilian Amazonia (*D. austrosaltans*, *D. dacunhai*, *D. magalhaesi*, *D. milleri*, *D. neocordata*, *D. neoelliptica*, *D. saltans*, and *D. septentriosaltans*).

---

**Keywords:** inventory; structured protocol, frugivorous Drosophilidae, species richness.

---

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais da América do Sul são conhecidas por possuírem a maior diversidade de plantas e animais do mundo. Brasil, Colômbia, Equador e Peru são os países com maior número de espécies conhecidas, a maioria concentradas na Região Amazônica. Dois terços das espécies animais e vegetais, localizadas entre os trópicos, habitam as florestas desta zona (Bensusan, 2002).

Os insetos compreendem cerca de 59% de todos os animais do planeta com, aproximadamente, 750.000 espécies formalmente descritas (Wilson, 1994). Mesmo assim, estes animais têm sido pouco utilizados em estudos de conservação de áreas naturais (Brown, 1997). A utilidade dos insetos como indicadores ambientais é, no entanto, incontestável, uma vez que podem ser adequados para o uso em avaliações de impactos ambientais, efeitos de fragmentação florestal, perda e recuperação da diversidade biológica (Brown, 1991; Longino, 1994; Andersen, 1997). Os insetos são especialmente úteis no monitoramento ambiental, por possuírem elevadas densidades populacionais, grande diversidade em termos de habitat e microhabitat, e habilidades para dispersão e seleção de hospedeiros, em resposta à qualidade e quantidade de recursos disponíveis. Sua dinâmica populacional é altamente influenciada pela heterogeneidade dentro do mesmo habitat (Ehrlich et al., 1980; Perry, 1991; Souza & Brown, 1994; Schoereder, 1997).

Inventariar a fauna de insetos existentes 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 sustentado exige um mínimo de conhecimentos de ecologia e sistemática dos organismos e ecossistemas. Sem o conhecimento sobre

quais grupos taxonômicos ocorrem neste local e sobre quantas espécies podem ser encontradas nele, é impossível desenvolver qualquer projeto de preservação (Pearson, 1994; Santos, 2003).

O conhecimento atual sobre a diversidade de insetos é bastante escasso; estima-se que grande parte das espécies amazônicas ainda não foram descritas e, considerando o ritmo atual de trabalhos de levantamento e taxonomia, tal situação permanecerá por muito tempo, devido, em parte, a altíssima diversidade de organismos que habitam ambientes ainda não estudados (Perry, 1991).

Somado a esses fatores, o crescimento acelerado da população mundial e o atual sistema de apropriação de recursos naturais, sobretudo na Amazônia, desencadeiam um intenso impacto ambiental, o que restringe cada vez mais as áreas de floresta, com a destruição dos habitats e a introdução de espécies exóticas que, por serem muitas vezes mais tolerantes que as espécies nativas, adquirem vantagem competitiva nas relações interespecíficas em relação ao uso do habitat (Martins, 2001). Tais modificações intensificam a extinção das espécies nativas mais sensíveis a estas mudanças (Laurence & Birregaard, 1997). Estes fatos podem ser constatados em áreas modificadas pela atividade humana, como, por exemplo, a “Serra do Cipó”, localizada na “Cadeia do Espinhaço” (Estados de Minas Gerais e Bahia). Tidon-Sklorz et al. (1994) em levantamentos de dípteros da família Drosophilidae, encontraram 38 espécies, das quais 10 eram introduzidas na América do Sul e nenhuma endêmica da área. Posteriormente, Vilela e Mori (1999) identificaram 60 espécies de Drosophilidae ocorrendo naquela região com a descrição de uma nova espécie, *D. seriema*, endêmica da região.

Diante desta situação torna-se necessário desenvolver estratégias de inventário e monitoramento da diversidade biológica, com o intuito de mensurar e entender os processos que a mantêm (Coddington et al., 1991). No entanto, para acessar essa diversidade, é essencial realizar inventários biológicos padronizados, com registro rigoroso do esforço amostral, por meio do uso de protocolos capazes de acessar informações ecológicas sobre o habitat e 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 real, além de permitir a comparação entre áreas (Coddington et al., 1991).

Outro fator importante para inventariar e monitorar adequadamente a diversidade é 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, por exemplo, grupos indicadores de biodiversidade e de qualidade do ambiente que sejam diversos trófica, ecológica e taxonomicamente. Neste contexto, as espécies da família Drosophilidae apresentam-se como modelos adequados, dada sua megadiversidade taxonômica e diversidade de hábitos e habitats ocupados, sendo consideradas como um dos grupos de insetos mais interessantes para estudos de diversidade e de conservação (Parsons, 1991).

As espécies de drosofilídeos são conhecidas por se desenvolverem em diferentes tipos de habitats e explorarem uma grande variedade de substratos, que são utilizados como sítios de corte, alimentação, oviposição e desenvolvimento larval. Dentre os recursos utilizados, os mais importantes são aqueles representados por

matéria orgânica viva ou em decomposição, que incluem fungos basidiomicetos, raízes, caules, folhas, flores e frutos em decomposição, além de exudatos e excretas, como guano de morcegos hematófagos. Em alguns casos, podem apresentar inquilinismo (comensalismo) com outros animais, tais como caranguejos ou utilizarem posturas de libélulas como substrato de oviposição (Carson, 1971; Hunter, 1979; Tosi et al., 1990).

A grande capacidade de dispersão e o sentido de olfação desenvolvido fazem com que os drosofilídeos apresentem um comportamento oportunista na escolha dos sítios de alimentação (Carson, 1971). No entanto, existem espécies que exibem um determinado grau de especificidade. Tal generalidade ou especificidade é influenciada por fatores fenológicos e de distribuição geográfica dos substratos hospedeiros, além das condições climáticas (Shorrocks, 1982).

Segundo Okada (1975) e Hunter (1979), as espécies antofílicas de Drosophilidae (que se alimentam de flores), estão representadas por aquelas pertencentes aos gêneros *Cladochaeta*, *Diathoneura*, *Drosophila* (subgêneros *Phloridosa*, *Drosophila*, *Scaptodrosophila* e grupos **bromeliae**, **flavopilosa** e **onychophora**), *Zygothrica*, *Zapriothrica*, *Zapriomus*, *Scaptomyza* e *Laccodrosophila*. *D. (Phloridosa) floricola* foi a primeira espécie identificada, cujas larvas alimentam-se de flores. Além dessas, existem outras espécies de *Drosophila*, de outros subgêneros que ocasionalmente utilizam flores como sítios de alimentação e oviposição.

Silva (2003), em um estudo sobre a polinização de *Theobroma speciosum* (cacaú) em duas áreas - Floresta nacional de Caxiuanã e Coleção de "Addison O'neil" da EMBRAPA / CPATU-PA, verificou que as inflorescências desta planta são polinizadas por drosofilídeos. Vinte e três táxons de Drosophilidae foram relacionados visitando as flores de cacaú.

O grupo dos drosofilídeos cactofílicos está representado, em sua maioria, por espécies pertencentes ao grupo **repleta** do subgênero *Drosophila* (Vilela *et al.*, 1980; Moraes & Sene, 2003). Segundo Brazner *et al.* (1984) várias espécies têm sido encontradas utilizando partes de cactos em decomposição. *Drosophila mojavensis*, endêmica do deserto Sonora da América do Norte, vive nos tecidos necróticos de cactos. Na América do sul, existem regiões secas bastante similares tais como, as áreas de Chaco na Argentina e as Caatingas brasileiras. Várias espécies de cactos ocorrem em ambas áreas mas, somente algumas poucas espécies cactofílicas do subgrupo **mulleri** ocorrem tanto no Chaco e quanto na Caatinga. *Drosophila buzzatii*, é a espécie mais abundante no Chaco Argentino, estando freqüentemente associada a populações de *Opuntia* (Vilela *et al.*, 1980; Vilela, 1983).

A guilda de drosofilídeos de fungos é particularmente diversa, sendo considerado o tipo de recurso mais freqüentemente utilizado nas regiões de clima temperado. Nas ilhas britânicas, vinte das trinta e quatro espécies de *Drosophila* presentes na região são encontradas em fungos, sendo a maioria delas simpátricas. Conseqüentemente, ovos de várias espécies podem estar presentes em um único corpo de frutificação de fungo, resultando em competição interespecífica entre as larvas de drosofilídeos em desenvolvimento. Tal situação pode ser contornada pela utilização de diferentes partes do hospedeiro, o que reduz a competição interespecífica (Rouquette & Davis, 2003).

Martins (2001) ao realizar estudos em áreas de florestas fragmentadas na Amazônia, coletou drosofilídeos em três espécies de fungos: *Auricularia delicata*, *Pleurotus* sp. e *Scuteiger brasiliensis*. As moscas encontradas pertenciam ao gênero *Hirtodrosophila* e, predominantemente, ao gênero *Zygothrica*.



As florestas tropicais possuem grande diversidade vegetal, principalmente de fanerógamas, que produzem grandes quantidades de frutos carnosos, com certa regularidade temporal, os quais representam exemplos de recursos relativamente disponíveis no tempo e no espaço para os drosofilídeos, sendo considerados como um dos substratos mais atrativos para essas moscas (Carson, 1971; Shorrock, 1982; Lachaise & Tsacas, 1983). Miranda-Santos (2001) e Martins (2001) verificaram a ocorrência dos drosofilídeos em frutos nativos na Amazônia. O grupo **willistoni** do gênero *Drosophila* representou 64 % das coletas realizadas em frutos de Clusiaceae e Moraceae (*Ficus* sp.) no solo da floresta. Espécies deste grupo ocorreram em todos os tipos de frutas testados. O grupo **tripunctata** de *Drosophila* representou 18% dos indivíduos e ocorreu em seis dos dezenove tipos de frutos.

Nas regiões Neotropical e Afrotropical, já foram registradas doze espécies de palmeiras (Arecaceae) cujos frutos servem como sítio de criação para as moscas do gênero *Drosophila* (Lachaise e Tsacas, 1983; Sevenster 1992). Brncic & Valente (1978) identificaram, no Rio Grande do Sul, onze espécies de *Drosophila* criando-se em frutos da palmeira conhecida popularmente como “coquinho” (*Siagrus romanzoffiana*). Outras seis espécies de palmeira foram apontadas como criadouros naturais para essas moscas (Valente & Araújo, 1986). Quase a totalidade dos drosofilídeos encontrados pertencia ao subgênero *Sophophora*.

Quanto a sua abrangência geográfica, a família Drosophilidae apresenta ampla distribuição e está presente nas seis regiões zoogeográficas (Patterson & Stone, 1952). As espécies desta família são encontradas desde o nível do mar até grandes altitudes, de regiões temperadas até equatoriais (Throckmorton, 1975), porém seus maiores centros de riqueza são as florestas. A região Neotropical possui a maior

diversidade de espécies e o maior número de espécies endêmicas (Patterson & Stone, 1952).

Devido a grande versatilidade ecológica das espécies dessa família, que consiste na exploração eficiente de diferentes nichos alimentares, existe uma grande diferenciação na composição das espécies por regiões ou domínios morfoclimáticos classificados, principalmente, em ambientes dominados por florestas, como a Mata Atlântica e a Amazônia e por vegetações abertas que incluem a Caatinga e o Cerrado, além dos Campos inundados como o Pantanal, os Campos sulinos e o bioma Costeiro (Ab'Saber, 1974; Brasil, 2002). Sene *et al.* (1980) realizaram um estudo com drosofilídeos nesses diferentes biomas, demonstrando que a maioria das espécies tem seu limite geográfico definido, principalmente, pela estrutura da vegetação e por fatores climáticos.

Segundo Hennig (1958), a família Drosophilidae teve sua origem a partir do aglomerado de famílias dos Acalyptrata, os Drosophiloidea. Contudo, Grimaldi (1990), revisando os trabalhos de Hennig e de outros autores, incluiu os Drosophilidae na superfamília Ephydroidea.

Throckmorton (1975), baseado em achados fósseis e em fenômenos geológicos, propôs que os drosofilídeos têm sua origem em regiões tropicais, cerca de 54 milhões de anos, no Eoceno. Todavia, Berveley & Wilson (1984), baseados também em estimativas geológicas e em dados moleculares, sugerem que a família tenha se originado há pelo menos 80 milhões de anos.

Drosophilidae é composta por aproximadamente 3.792 espécies, incluídas em 67 gêneros, distribuídos em duas subfamílias Steganinae e Drosophilinae. Dentre esses, o gênero *Drosophila* é um dos mais especiosos com cerca de 1.700

espécies, representando 53% do total (Wheeler, 1981; Grimaldi, 1990, Tidon-Sklorz & Sene, 1999).

A criação de tribos para a família Drosophilidae foi proposta pela primeira vez por Okada (1989). Foram descritas sete tribos, duas para a subfamília Steganinae e cinco para a subfamília Drosophilinae. Com base em análise cladística, Grimaldi (1990) criou novas categorias formais e informais para a família Drosophilidae. A subfamília Steganinae foi dividida em duas tribos, quatro subtribos e três grupos (categoria informal) de gêneros. Drosophilinae passou a ser composta por duas tribos, duas subtribos, duas infratribos e dez grupos/complexos (categorias informais) de gêneros.

Na Região Neotropical ocorrem vinte e oito gêneros de Drosophilidae, com aproximadamente setecentos e quinze espécies descritas, das quais cerca de quatrocentos e cinquenta pertencem ao gênero *Drosophila* (Wheeler, 1981; suplemento Wheeler, 1986; TaxoDros\*, 04/01/2005). Estas espécies estão distribuídas em sete subgêneros: *Drosophila*, *Sophophora*, *Dorsilopha*, *Hirtodrosophila*, *Phloridosa*, *Chusqueophila* e *Siphlodora* (Wheeler, 1981, 1986; Val et al. 1981; Val & Kaneshiro, 1988; TaxoDros, 04/01/2005).

O subgênero *Sophophora* é constituído por quatro grupos de espécies, a saber: grupo **obscura**, grupo **melanogaster**, grupo **willistoni** e grupo **saltans**. O grupo **obscura**, de origem paleártica, está dividido em dois subgrupos: **obscura** (doze espécies) e **affinis** (oito espécies); sete das vinte espécies estão presentes na região Neotropical (Val et al., 1981, Huey et al., 2000, Lakovaadta & Saura, 1982).

---

\* Catálogo eletrônico [www.taxodros.unizh.ch](http://www.taxodros.unizh.ch)

O grupo **melanogaster** de origem asiática, apresenta cento e sessenta espécies descritas, incluídas em cinco subgrupos: **melanogaster**, **montium**, **takahashii**, **ananassae** e **suzukii** (Bock & Wheeler, 1972). Este grupo não é neotropical, mas inclui cinco espécies, cosmopolitas ou subcosmopolitas (*D. simulans*, *D. malerkotliana*, *D. ananassae*, *D. kikkawai* e *D. melanogaster*), que foram introduzidas em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil. Estas espécies ocorrem em ambientes alterados, porém *D. simulans* (subgrupo **melanogaster**) tem sido coletada, também em baixa abundância no interior de florestas. *D. malerkotliana* (subgrupo **ananassae**) é uma espécie recentemente introduzida no Brasil (Val e Sene, 1980), amplamente distribuída em áreas de vegetação aberta, não tendo sido, até o momento, encontrada no sul do Brasil (Tidon- Sklorz et al., 1994). Esta espécie tem sucesso em áreas de floresta secundária e em remanescentes de mata amazônica (Martins, 1989, 2001). A espécie *D. ananassae* (subgrupo **ananassae**) é coletada tanto em ambientes naturais como associada a habitações humanas (Pavan, 1959; Sene et. al, 1980). *D. kikkawai* (subgrupo **melanogaster**) tem sido coletada no Brasil desde a década de 50 (Freire-Maia, 1953), no entanto, tal espécie era confundida com *D. montium* (Freire-Maia, 1964), a qual ocorre somente em Java ao passo que *D. kikkawai* é uma espécie subtropical. *D. melanogaster* (subgrupo **melanogaster**) é uma espécie cosmopolita e doméstica, rara em ambientes naturais, estando quase que exclusivamente relacionada a ambientes urbanos (Parsons & Stanley a ,1981; Sene et al., 1980).

De acordo com Val et al. (1981) e TaxoDros (04/01/2005), o grupo **willistoni**, incluindo o complexo **alagitans-bocainenses** (Wheeler & Magalhães, 1962), é praticamente neotropical e está constituído por vinte e três espécies nominais, reunidas em três subgrupos **willistoni**, **bocainensis** e **alagitans**. O subgrupo **willistoni** é muito

homogêneo e inclui um complexo de seis espécies crípticas (com subespécies e semiespécies) de difícil identificação (Wheeler & Magalhães, 1962), constituído por *D. equinoxialis*, *D. insularis*, *D. paulistorum*, *D. pavlovskiana*, *D. tropicalis*, e *D. willistoni*. Com exceção de *D. insularis*, encontrada nas Antilhas e *D. pavlovskiana*, originalmente registrada na Guiana, todas as demais espécies deste subgrupo ocorrem no Brasil. O subgrupo **bocainensis** está constituído por doze espécies (*D. abregolineata*, *D. bocainensis*, *D. bocainoides*, *D. capricorni*, *D. changuinolae*, *D. fumipennis*, *D. mangabeirai*, *D. nebulosa*, *D. parabocainensis*, *D. pseudobocainensis*, *D. subinfumata* e *D. sucinea*). Destas, sete espécies estão registradas para o Brasil (*D. mangabeirai*, *D. bocainenses*, *D. bocainoides*, *D. parabocainensis*, *D. nebulosa*, *D. fumipennis* *D. capricorni*). O subgrupo **alagitans** inclui cinco espécies: *D. alagitans* (México), *D. capnoptera* (México, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicarágua e Panamá), *D. megalagitans* (Colômbia), *D. neoalagitans* (Haiti e República Dominicana) e *D. pittieri* (Venezuela). Nenhuma destas espécies foi registrada, até o momento para o Brasil (TaxoDros, 04/01/2005).

No Brasil, com exceção de *D. nebulosa*, as espécies do grupo **willistoni** são coletadas com maior abundância em florestas úmidas do que em outras áreas, não ocorrendo em condições extremamente secas, o que sugere que a umidade é o fator limitante para a distribuição das moscas deste grupo (Dobzhansky e Pavan, 1950; Sene *et al.*, 1980).

O grupo **saltans** está dividido em cinco subgrupos: **sturtevanti**, **saltans**, **cordata**, **elliptica** e **parasaltans** (Magalhães, 1962; Val *et al.*, 1981, TaxoDros, 04/01/2005) e inclui atualmente 21 espécies. O número de espécies, provavelmente, reduz-se de vinte e uma espécies para vinte, de acordo com a sugestão de Vilela &

Bächli (1990) devido a provável sinonimização de *D. pulchella* sob *D. sturtevanti*. Todas as espécies desse grupo ocorrem na região Neotropical e apresentam marcadas flutuações sazonais, sendo muito sensíveis a diferentes técnicas de coleta (Pavan, 1959; Sene *et al.*, 1981).

Segundo Mourão & Bicudo(1967) o subgrupo **sturtevanti** é constituído por cinco espécies: *D. sturtevanti*, *D. magalhaesi*, *D. milleri*, *D. dacunhai* e *D. retangularis*, das quais somente *D. sturtevanti* e *D. magalhaesi* estão, até o presente, registradas para o Brasil (Val *et al.*, 1981). Sene *et al.* (1980) em trabalhos realizados em vários domínios morfoclimáticos indicaram que as moscas pertencentes a este subgrupo são mais abundantes em formações abertas, como o Cerrado. O subgrupo **saltans** está constituído por sete espécies: *D. prosaltans*, *D. austrosaltans*, *D. pseudosaltans*, *D. lusaltans*, *D. nigrosaltans*, *D. saltans* e *D. septentriosaltans* (Magalhães, 1956, 1962; TaxoDros,04/01/2005). *D. prosaltans* é mais abundante no Cerrado (Sene *et al.*, 1980) seguida por *D. austrosaltans*. O subgrupo **cordata** está representado por duas espécies *D. cordata* e *D. neocordata*. Esta última é freqüentemente coletada em áreas de Cerrado e em áreas de Chaco, onde ocorre em baixa abundância (Sene *et al.*, 1980). O subgrupo **elliptica** apresenta-se constituído por quatro espécies: *D. neoelliptica*, *D. elliptica*, *D. emarginata* e *D. neosaltans*. Apenas *D. neoelliptica* e *D. neosaltans* foram, até o momento, coletadas no Brasil, somente em localidades de Mata Atlântica (Sene *et al.*,1980).

Apesar dos trabalhos realizados mostrarem marcante diferenciação na distribuição das espécies nos diferentes domínios morfoclimáticos, outras variáveis como as alterações do habitat devem ser levadas em conta para se estabelecer a distribuição das espécies. 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 *Drosophila malerkotliana*. Martins (1989) observou, em estudos com guildas de Drosophilidae, uma abundância relativa de 57 % de *D. malerkotliana* entre os drosofilídeos coletados em uma região de floresta alterada, após 3 anos de fragmentação, em comparação a 2% em florestas pristinas.

Os levantamentos de Drosophilidae no Brasil iniciaram-se na década de 40, quando André Dreyfus “pai da genética brasileira”, trouxe para o Brasil em 1943 o Prof. Theodosius Dobzhansky (Mourão et al., 1965), que juntamente com Crodowaldo Pavan, realizaram coletas de drosofilídeos em diferentes regiões do Brasil, objetivando principal identificar espécies nativas de *Drosophila* favoráveis à investigação genética. Foi utilizado apenas um método de coleta – coleta com rede sobre isca de banana exposta no solo e foram encontradas vinte e quatro espécies brasileiras, das quais dezesseis foram novas para a Ciência. Neste estudo foi proposta uma chave de classificação para trinta e seis espécies e todos os exemplares foram incorporados a coleção do Museu Paulista, São Paulo, Brasil. Pouco se conhecia sobre as espécies brasileiras de *Drosophila*, pois apenas 13 espécies eram de ocorrência referida no Brasil. Até então, os únicos trabalhos que incluíam descrições de drosófilas na América do sul eram os de Duda (1925) e de Hendel (1936) baseadas em um ou poucos espécimes depositados em museus do Estados Unidos e Europa e provenientes, principalmente, do Peru, Bolívia e Brasil (Petrópolis e Amazônia).

Pavan & da Cunha (1947) descreveram sete novas espécies, fornecendo uma chave de identificação para cinquenta e três espécies. Estes autores utilizaram várias iscas de frutas, o que aumentou o número de moscas coletadas por isca, em relação ao trabalho de Dobzhansky & Pavan (1943).

Dobzhansky & Pavan (1950) analisaram 156 coletas realizadas no período de 1948-1949, em trinta e cinco localidades e dezessete regiões bioclimáticas do Brasil, onde se verificou as preferências alimentares, diferenças sazonais, abundância e diversidade de espécies. Pavan (1950), descreveu oito novas espécies e redescreveu duas outras, além de propor uma chave de identificação para 61 espécies.

Nos anos 60, Mourão e de Campos (1965) realizaram um estudo sobre a sistemática de *Drosophila* no Brasil, com descrição de *D. mendeli*. No ano seguinte o mesmo autor realizou vinte e três coletas em áreas de mata, no município de Mirassol / SP, utilizando diferentes tipos de iscas: banana, tomate, melancia, laranja e mamão. No decorrer do estudo foram identificadas vinte e oito espécies, pertencentes ao subgênero *Sophophora*, grupos **willistoni**, **melanogaster** e **saltans**, e aos grupos do subgênero *Drosophila*: **tripunctata**, **cardini**, **repleta** e **guarani**.

Sene et al. (1980), em coletas realizadas no período de abril de 1976 a junho de 1978, em várias localidades de diferentes domínios morfoclimáticos (Mata Atlântica, Restinga, Pantanal, Chaco argentino, Cerrados, Caatingas e ambientes perturbados) identificaram quarenta espécies, com base em 105.191 indivíduos coletados. Tal estudo serviu de base para trabalhos posteriores de Vilela *et al.*(1983) e Vilela *et al.* (2002). Vilela *et al.*(1983) dando continuidade ao estudo da distribuição das espécies brasileiras de *Drosophila* em diferentes domínios morfoclimáticos, publicou dados sobre a distribuição geográfica de dezessete espécies das quais quatro não descritas do grupo **repleta** (subgênero *Drosophila*). Neste trabalho, *D. aldrichi* e *D. coroica* foram, pela primeira vez, registradas no Brasil. Tais resultados ampliaram as distribuições geográficas previamente conhecidas para os membros do grupo **repleta** no Brasil.



O último catálogo publicado sobre Drosophilidae é o de 1981 Wheeler (1981, 1986) com uma suplementação publicada em 1986. Nesse catálogo estão assinaladas 196 espécies de Drosophilidae que ocorrem no Brasil. Depois deste período foram acrescentadas cerca de 10 espécies, entre novas ocorrências e novas espécies, elevando o número para aproximadamente 206 espécies. A maioria dos novos registros e descrições de novas espécies surgiram, principalmente, através de revisão de material tipo e de material coletado em trabalhos anteriores (Pereira e Vilela, 1987; Vilela e Pereira, 1993; Val & Marques, 1996; Vilela et al., 2004; Vilela e Val, 2004; entre outros).

Todas as espécies catalogadas por Wheeler (1981, 1986) e as demais espécies registradas a posteriori, estão incluídas no Catálogo eletrônico TaxoDros, o qual é um projeto coordenado pelo Dr. Gerhard Bächli (Zoological Museum) em conjunto com o Center for Computing Services (U. Bernhard, Dr. A. J. Godknecht) da Universidade of Zürich. Este catálogo foi desenvolvido devido a necessidade de se criar uma nova plataforma para o banco de dados de taxonomia de *Drosophila* mantido pelo Dr. Gerhard Bächli desde 1975. Nesta plataforma estão disponíveis praticamente todas as informações sobre a taxonomia, classificação e distribuição de Drosophilidae, das quais são periodicamente atualizadas.

Estudos de drosofilídeos no território brasileiro, têm encontrado entre 20 e 40 espécies por sítio de coleta (Pavan, 1959; Tidon-Sklorz et al., 1994; Gladys e Valente, 1985 & Vilela e Mori, 1999). Medeiros & Klaczko (2004) estudaram a composição e a abundância de espécies de *Drosophila* encontradas em três remanescentes florestais no estado de São Paulo, utilizando amostragens padronizadas. Neste estudo foram detectadas 125 espécies, destas 72 (57,6%) foram determinadas,

sendo que treze ainda não haviam sido registradas em trabalhos anteriores no Estado de São Paulo. As outras 52 espécies não identificadas, provavelmente ainda não foram descritas.

Coletas esporádicas da fauna de Drosophilidae realizadas na área de Caxiuanã, englobando todas as guildas de drosofilídeos em vários tipos de recursos, já acumularam até o momento estimativas de até 316 espécies ocorrendo no local, muitas das quais provavelmente ainda não descritas na literatura (observação pessoal).

Apesar do grande volume de informações acumuladas para os diversos grupos da família Drosophilidae e dos importantes avanços obtidos na ecologia de drosofilídeos (Shorrocks & Charlesworth, 1980), nunca foi feito um inventário sistemático de espécies da Amazônia brasileira, para embasar estimativas consistentes da diversidade local e regional do grupo. Além disto, os inventários supracitados realizados no Brasil foram feitos, na sua maioria, em habitats extra-amazônicos sem o uso de uma padronização amostral, o que dificulta a comparação entre diferentes estudos. Outro grande problema está nos constantes erros de identificação, seja pela falta de revisões taxonômicas modernas, seja por não se examinar as características das terminálias de todos os indivíduos coletados (Vilela *et al.*, 2002).

O presente estudo pode ser considerado o primeiro trabalho de Inventário de drosofilídeos em uma região de floresta amazônica com baixo nível de alteração antrópica, com a utilização de um protocolo de coleta padronizado, de modo a subsidiar estimativas consistentes sobre a diversidade de drosofilídeos. Além disto, os resultados deste trabalho proporcionam base para o entendimento da estrutura da comunidade de drosofilídeos frugívoros em um ambiente pristino, resultando em dados comparáveis com os de outros estudos que utilizem protocolos semelhantes.

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

Realizar Inventário de drosofilídeos frugívoros, na Floresta Nacional de Caxiuanã, utilizando coletas padronizadas com armadilhas e isca de banana.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

Caracterizar a comunidade de Drosofilídeos frugívoros em uma área pristina de mata Amazônica;

Estimar a riqueza e diversidade de espécies de Drosophilidae em seis sítios da FLONA Caxiuanã;

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Descrição da área de estudo

A Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã foi escolhida como área de estudo, devido ao estado de conservação da biota, com baixo nível de alteração antrópica, proporcionado pela criação da FLONA Caxiuanã na década de 60, quando a política de conservação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal / IBDF (atual Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis / IBAMA) restringiu a permanência de populações humanas nas áreas protegidas, determinando que qualquer recurso natural não poderia ser comercializado. Tal decreto levou à remoção de 350 famílias de ribeirinhos dos 33.000 ha da Estação Científica Ferreira Penna (ECFP), que compõe parte da FLONA, restando apenas 30 famílias dispersas às margens da bacia Caxiuanã e do Igarapé Curuá (Smith, 2002).

A FLONA Caxiuanã, é uma das mais antigas UCs Federais existentes no Pará. Possui uma área de 330.000 ha e está situada na margem oeste da Baía Caxiuanã, alto rio Anapu, aproximadamente 30 km ao sul do rio Amazonas, nos municípios de Melgaço e Portel, centro do Estado do Pará, na Amazônia Oriental (51°20'52"00"W e 01°36'02"08"S). Nesta FLONA está localizada a ECFP, cuja base física foi construída às margens do rio Curuá no interflúvio que este rio forma com o rio Puraquequara (Lisboa, 1997) para abrigar as atividades de pesquisa e outras atividades correlatas (figura 1).

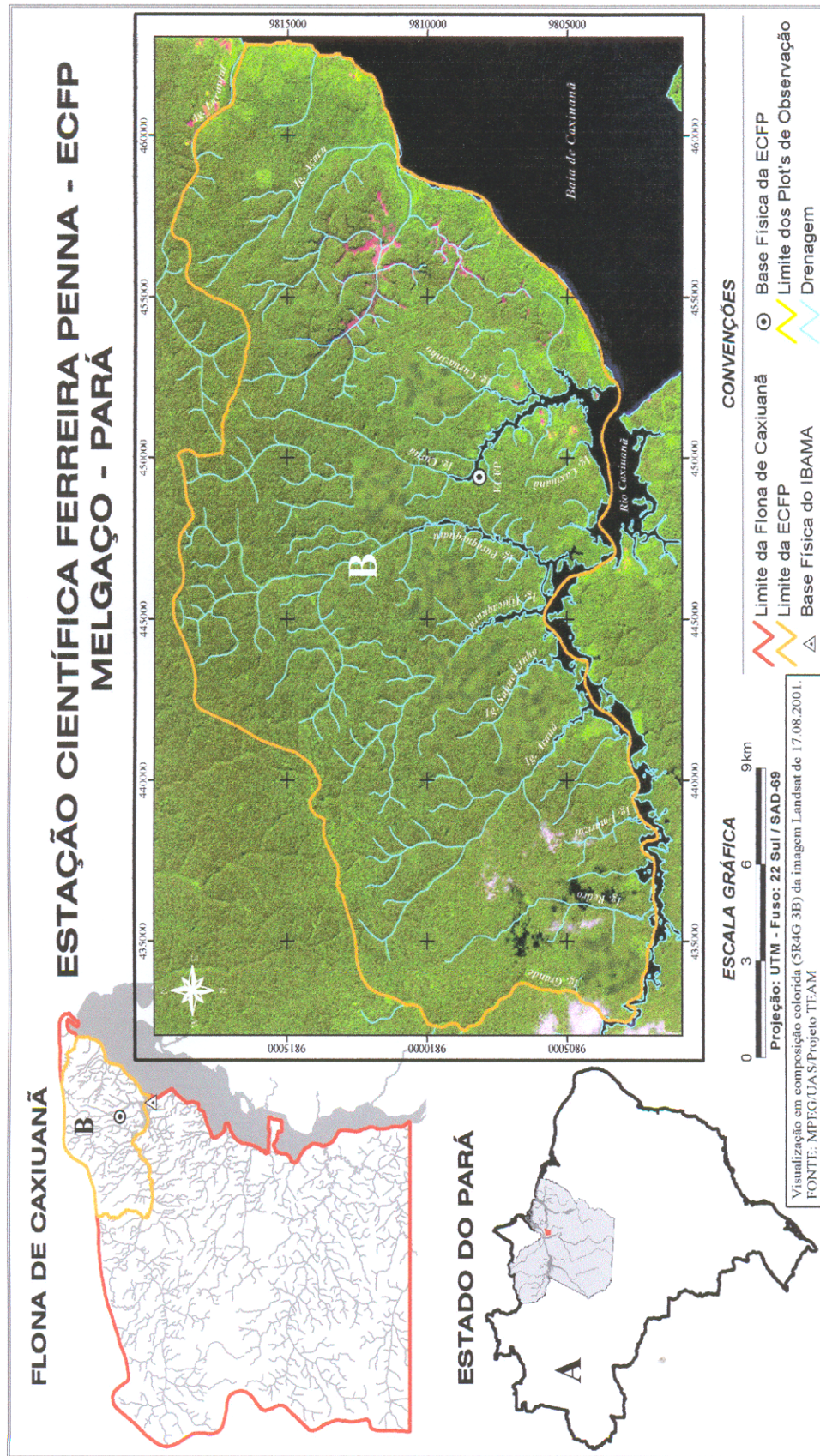


Figura 1. A- Localização da FLONA Caxiuaná, no Estado do Pará. B – Localização dos limites da ECFP e dos sítios de coleta

Segundo Classificação de Köppen, a FLONA Caxiuanã apresenta clima do tipo **Am**, ou seja, clima tropical úmido com precipitação pluviométrica mais intensa em alguns meses do ano (Fevereiro e Abril) e em um período mais curto, com pluviosidade menor inferior a 60 mm (Outubro e Novembro) (SUDAM, 1973). O total pluviométrico registrado na Estação de Porto de Móz, a mais próxima da ECFP, varia entre 2.000 e 2.500 mm anuais. Segundo Lisboa (1997), há na região um déficit hídrico no período compreendido entre o final de junho e meados de novembro (período mais seco), com um excedente entre janeiro e junho. Contudo, nos meses de Abril e Maio ocorre o maior acúmulo deste excedente. A temperatura média anual é de aproximadamente 26°C, com valores de temperatura mínima e máxima entre 22 e 32°C. A umidade relativa de ar média, fica em torno de 85% (Lisboa & Ferraz, 1997).

A paisagem formada pela cobertura vegetal em Caxiuanã é bem diversificada. Os ecossistemas mais típicos desta floresta estão representados por áreas de terra firme e alagadas, além de manchas de vegetação secundária. Ocorrem também florestas de inundação (Várzea e Igapó) e vegetação residual em sítios de pomares. Segundo Lisboa et al. (1997) 80% da FLONA Caxiuanã, corresponde à floresta de terra firme, aproximadamente 17% é ocupada por floresta de várzea e igapó e menos de 3% por mata secundária com capoeiras de até 50 anos de regeneração.

A floresta de terra firme é do tipo densa semidecídua, a qual cresce sobre latossolos amarelos de origem terciária, com textura argilo-arenosa, ácidos profundos e oligotróficos (Almeida et al., 1993) (figura 2). O solo apresenta grande variação nas proporções de areia e argila. A espessura da liteira pode variar de 0,1 a 2,0 cm e a umidade varia em função do tipo de solo. A umidade no solo, com maior quantidade de

argila, pode chegar a 90%. O relevo apresenta, algumas vezes, variações de declive, principalmente nas proximidades dos igapós, formando áreas de baixio ou “grotões”.



**Figura 2. Mata de terra firme, FLONA Caxiuanã**

A cobertura vegetal na terra firme é bem diversificada, apresentando vegetação composta predominantemente por espécies das famílias Sapotaceae, Chrysobalanaceae, Lauraceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Violaceae, Lecythidaceae e Burseraceae, entre outras (Lisboa et al., 1997). O sub-bosque tem composição muito variada, apresentando-se ora aberto, ora denso, às vezes com presença significativa de cipós das famílias Araceae, Caesalpiniaceae, Moraceae, Fabaceae e Dilleniaceae.

Dentre as espécies de sub-bosque, destacam-se as famílias Melastomataceae, Rubiaceae e Polypodiaceae. As espécies de palmeiras da família Arecaceae (inajá, curuá, mucajá, tucumã-açu, tucumã comum e bacaba), têm seus frutos indicados como as principais fontes de alimento dos animais silvestres (Lisboa & Ferraz, 1999).

As áreas de inundação apresentam características bem peculiares, porque a drenagem da região é essencialmente feita por rios de águas negras. Nessas áreas se encontram as florestas de várzea, pobres em sedimentos. Nos rios mais internos quase não há flutuação do nível, ficando a vegetação exposta a uma alagação mais permanente, formando os igapós (figura 3). A vegetação de igapó é relativamente baixa e de menor estrutura, em comparação com a mata de terra firme. Cresce sobre solos hidromórficos ácidos e pobres em nutrientes, devido a ausência de sedimentos em suas águas. A luminosidade nessa área é mais intensa, dado o maior espaçamento entre as árvores. Contudo, a liteira é sempre mais úmida em relação a mata de terra firme. No período das chuvas, as águas dos igapós atingem seu nível mais alto e avançam para dentro da floresta. No período da seca, os igapós que se localizam mais distantes dos igarapés secam completamente (Lisboa & Ferraz, 1999).



**Figura 3. Mata de Igapó, FLONA Caxiuanã**



As áreas de vegetação secundária (capoeira) estão dispersas por toda a FLONA, em pequenas manchas com até 5 hectares (figura 4). Tais áreas, localizadas dentro da mata e às margens de quase todos os rios e igarapés, foram produzidas por ação antrópica a partir de interferências para construção de um heliponto às margens do rio Curuá ou por pequenos cultivos agrícolas de antigos moradores, especialmente de mandioca (*Manihot esculenta*) e de espécies nativas como as palmeiras de açaí (*Euterpe oleracea*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*), que eram manejadas para melhorar a densidade, além de espécies introduzidas como o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), cacau (*T. cacao*), muruci (*Byrsonima crassifolia*) e bacuri (*Platonia insignis*) e espécies exóticas como a mangueira (*Mangifera indica*), limão (*Citrus* sp) e goiaba (*Psidium guajava*). Atualmente, esses resíduos e sítios de pomares estão em declínio por causa da concorrência dessas espécies com a regeneração das espécies da vegetação secundária e da floresta de terra firme (Lisboa & Ferraz, 1997).



**Figura 4. Vegetação secundária (Capoeira antiga), FLONA Caxiuanã**

O presente estudo foi desenvolvido em seis sítios (Retiro, Araruá, Tijucaquara, Puraquequara, Curuá e Curuazinho) com 2 transectos de 1000 metros cada,

distribuídos ao longo da Estação Científica Ferreira Pena, localizados em seis interflúvios dos igarapés formadores da Bacia de Caxiuanã: Igarapés Retiro, Araruá, Tijucaquara, Puraquequara, Curuá e Curuazinho (figura 5). Estes sítios são constituídos por floresta densa de terra firme, com manchas de igapó. Próximo a esses sítios, às margens dos igarapés que dão acesso a eles, existem resíduos de pomares em áreas de vegetação secundária. Um dos sítios (Curuá) está localizado próximo à Base física da Estação Científica e próximo à habitações de ribeirinhos (Silveira et al., 2002), podendo ser acessado por meio de trilhas. Os demais sítios têm seu acesso dificultado devido a distância, sendo necessária a utilização de barcos.

## **2. 2 Protocolo de amostragem**

Na expedição de 12 a 28 de Novembro de 2003 foram coletadas 120 amostras correspondentes a 120 armadilhas com isca de banana, expostas por três dias. Nesta ocasião foram amostradas somente 20 armadilhas por sítio / 10 por transecto (figura 6). No período de 13 de Abril a 02 de maio de 2004, foram coletadas 240 amostras, onde foram amostradas 40 armadilhas por transecto, totalizando nas duas expedições 360 amostras, as quais foram obtidas em doze transectos, dois em cada sítio de coleta. Os transectos estenderam-se por 1.000 metros, dispostos paralelamente e distanciados 1.000 metros entre si (figura 6).

Em cada transecto foram utilizados 10 pontos de coleta, distanciados em 100 metros. Em cada ponto foram colocadas 2 armadilhas, distanciadas em 30 metros, transversalmente em relação ao transecto. Uma das armadilhas foi localizada sempre no transecto e a outra em um transecto perpendicular ao primeiro, alternadamente à direita e à esquerda em cada ponto (figura 6).



**Figura 5.** Localização dos transectos nos sítios de coleta (em vermelho), FLONA Caxiuanã (sítio 1- Curuá; sítio 2- Puraquequara; sítio 3- Tijucaquara; sítio 4- Araruá; sítio 5 - Retiro e sítio 6- Curuazinho)

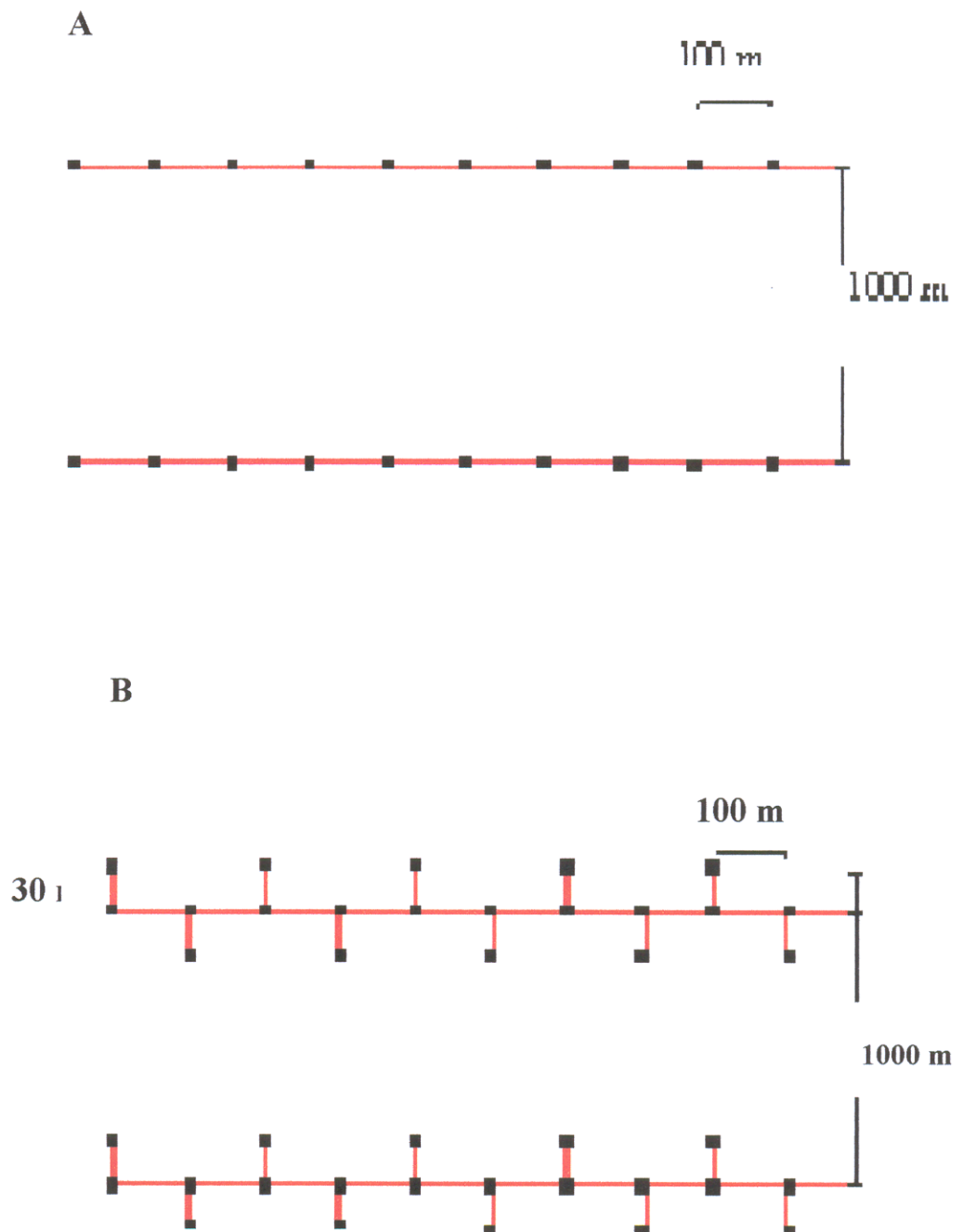
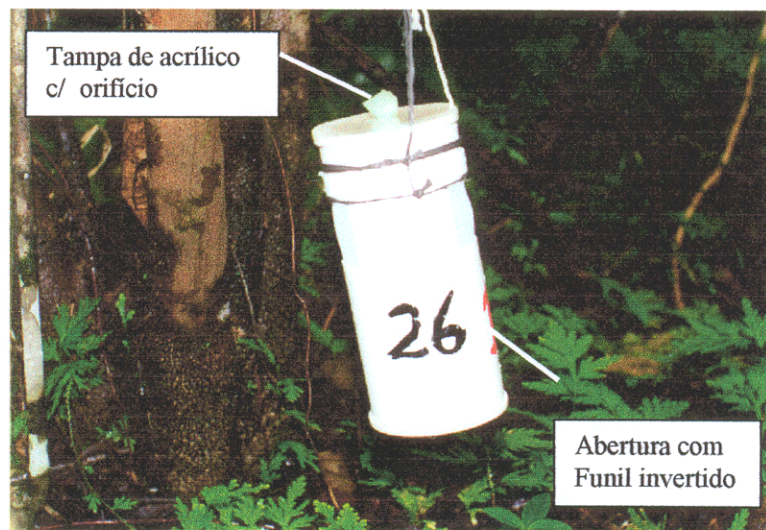


Figura 6. Desenho esquemático da localização das armadilhas por transecto amostrado: A - Primeira expedição; B - Segunda expedição (os quadrados negros representam as armadilhas)

As armadilhas, utilizadas neste estudo, consistem de um tubo de PVC (10 cm de diâmetro e 25 cm de altura) onde a parte superior é fechada por uma tampa de acrílico removível com uma abertura circular no centro, a qual é fechada com uma rolha de esponja. Esta abertura é utilizada para remoção dos insetos com o auxílio de um aspirador. A parte inferior da armadilha apresenta um funil invertido, por onde os insetos entram, ficando retidos na parte superior. No interior da armadilha há uma placa de acrílico, encaixada no funil, sobre a qual é colocada a isca. A isca de banana, foi utilizada após 2 dias do início do processo de fermentação. As armadilhas possuem janelas na parte lateral superior, revestidas com organza para dispersão do aroma (figura 7). Cada armadilha ficou exposta por 3 dias, a uma distância de 1,30 m do solo em cada um dos pontos amostrados. Em seguida, foram levadas ao laboratório da Estação Científica para triagem dos insetos.



**Figura 7. Armadilha com isca de banana**

Após a chegada do material vivo ao laboratório realizou-se a primeira triagem manual do material, com o auxílio de um aspirador à pilha, com o objetivo de

separar os indivíduos da família Drosophilidae dos outros insetos (figura 8). Todos os drosofilídeos e demais táxons foram colocados separadamente em tubos de vidro etiquetados contendo etanol a 70%. Em seguida, os tubos de vidro, tampados com algodão, contendo drosofilídeos foram guardados submersos em álcool na mesma concentração, para posterior identificação em laboratório.



**Figura 8. Retirada dos drosofilídeos das armadilhas e triagem dos demais insetos no Laboratório da ECFP, com aspirador à pilha**

As amostras foram triadas em laboratório com auxílio de um estereomicroscópio e um Microscópio. Este último foi utilizado, na identificação das espécies de drosophilidae. Foram observadas as características morfológicas externas e dissecadas as genitálias de machos e as das fêmeas de todos os 4.320 indivíduos coletados (aedeagus e espermatecas). Os animais de outras famílias e ordens foram separados e acondicionados de forma a manter as informações de esforço amostral, para estudos posteriores.

Segundo Vilela (1992), a análise da genitália do macho é o método mais confiável para o reconhecimento de muitos drosofilídeos neotropicais. A preparação da genitália do macho e espermateca da fêmea seguiu a metodologia proposta por Wheeler & Kambysellis (1966) e Kaneshiro (1969). Foram feitas lâminas provisórias com glicerina de todos os aedeagus dos machos, com exceção do subgrupo *willistoni*, bem como das espermatecas das fêmeas, os quais foram observados em um microscópio. Tal procedimento facilitou a identificação das espécies, a qual foi baseada em figuras das genitálias do machos e das espermatecas (Anexo 1) disponíveis na literatura taxonômica (Sturtevant, 1942; Malogolowkin, 1948; Salles, 1948; Burla et al., 1949; Frota-Pessoa & Wheeler, 1951; Malogolowkin, 1952, 1953; Frota-Pessoa, 1954; Cunha, 1955; Magalhães, 1956; Magalhães & Björnberg, 1957; Spassky, 1957; Magalhães, 1962; Mourão & Bicudo, 1967; Bock & Wheeler, 1972; Tsacas, 1980; Val, 1982; Vilela, 1983; Vilela & Bächli, 1990, Vilela, 1992; Vilela et al. 2002). Contudo, em alguns casos como do subgrupo *willistoni*, não foi necessária a remoção da genitália do macho, as quais foram analisadas sob um Estereomicroscópio, como proposto por Spassky (1957). Neste caso, os machos desse subgrupo foram examinados quanto a forma e estrutura das placas do epândrio, forma do aedeagus, margens da placa genital e clássper, tamanho dos “dentes” do hipândrio (Anexo 2). Quando a identificação específica não foi alcançada, os espécimes foram registrados como morfoespécies, ou seja, unidades taxonômicas cujas características morfológicas são hipotetizadas como diagnósticas de espécies, para posterior reconhecimento, se necessário, descrição de novas espécies (Anexo 3). Os drosofilídeos e demais insetos foram depositados na coleção entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). As genitálias dos drosofilídeos, foram acondicionadas em microtubos com glicerina, os quais foram

colocados em tubos de vidro contendo etanol a 70 % juntamente com o espécime identificado.

### 2.3 Análise dos dados

Todo material coletado serviu de base para as estimativas de riqueza e diversidade. Foram tratadas em conjunto e separadamente as amostras provenientes dos seis sítios de coleta. As curvas de acumulação de espécies e dos estimadores de riqueza total foram construídas com o auxílio do programa “EstimateS” ver. 7.0 (Colwell, 2004). Este programa traça as mudanças nos resultados de cada um dos estimadores de riqueza a medida em que as amostras se acumulam. A partir de uma matriz de abundância de espécies por amostra, o programa seleciona uma amostra, calcula a riqueza estimada com base nesta amostra, seleciona uma segunda amostra, re-calcula as estimativas usando dados de ambas as amostras, e assim sucessivamente até que todas as amostras sejam incluídas (Toti *et al.*, 2000). Para evitar a influência da seqüência de amostras, a ordem de adição de amostras foi randomizada 100 vezes em todas as curvas produzidas. Foram utilizados os seguintes estimadores de riqueza total: Chao1, Chao2, Jackknife de primeira ordem (Jack1), Jackknife de segunda ordem (Jack2), “Incidence-based coverage estimator” (ICE), “abundance-based coverage estimator” (ACE) e Bootstrap. Tais estimadores são algoritmos não-paramétricos que estimam o número de espécies ainda por serem coletadas, baseados numa quantificação de raridade (Toti *et al.*, 2000). Descrições detalhadas destes algoritmos podem ser encontradas em Colwell & Coddington (1996). Os seis primeiros estimadores utilizam dados de incidência ou abundância de espécies raras (“únicos”, “duplos”, etc., para abundância; *unicata* e



duplicata, etc., para incidência). O estimador Bootstrap difere dos demais por calcular a estimativa de riqueza total através de dados de todas as espécies coletadas, somando a riqueza observada ao somatório do inverso da proporção de amostras em que ocorre cada espécie (Colwell & Coddington, 1996; Santos, 2003).

A partir do programa EstimateS foram obtidas, ainda, as proporções das espécies chamadas raras que são nomeadas como: únicas – “singletons”, (espécies representadas somente por um indivíduo), duplas – “doubletons” (espécies representadas por dois indivíduos, podendo ser em uma ou duas amostras), unicata – “uniques”, (espécies que aparecem em apenas uma amostra, independente da quantidade de indivíduos) e duplicata – “duplicates” (aquelas encontradas em duas amostras).

O método de Rarefação foi utilizado para comparar a riqueza de espécies entre os sítios de coleta. Este método estatístico é utilizado na comparação de comunidades de diferentes tamanhos e estima o número de espécies esperado em uma amostra aleatória de  $n$  indivíduos. Existem importantes restrições ecológicas no uso do método de rarefação: As amostras têm que ser taxonomicamente similares, ou seja, apresentar o mesmo nível taxonômico; Os métodos de amostragem e os tipos de habitat também devem ser similares.

A completude do inventário, porcentagem de espécies que não são singletons, foi calculada para o total de amostras e para cada um dos sítios, (Coddington, *et al.*, 1996; Toti, *et al.*, 2000).

Os dados de abundância e incidência das espécies foram dispostos em uma matriz com a finalidade de se analisar a diversidade faunística para o total das amostras e para cada um dos sítios. As análises de diversidade foram feitas através de diferentes índices, devido às diferenças quanto às informações fornecidas por cada um

deles, utilizando-se o Programa Biodiversity pro versão 1.0. Os índices utilizados foram: índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) no Log Base 10, dado pela fórmula:  $H' = - \sum p_i \log p_i$ , onde:  $p_i$  é a proporção de indivíduos da espécie  $i$ . Este índice combina dois componentes da diversidade que são o número de espécies e a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies. O índice de Simpson ( $D$ ), dá uma importância relativamente pequena as espécies raras e uma maior importância às espécies comuns. Este mede a probabilidade de que dois indivíduos tomados ao acaso pertençam a mesma espécie (Pielou, 1975), sendo dado pela equação:  $D = \sum n_i(n_i-1) / N(N-1)$ , onde  $D$  = índice de Simpson,  $n_i$  = número de indivíduos na  $i$ -ésima espécie e  $N$  = número total de indivíduos. Finalmente, o último Índice de diversidade utilizado foi o de alpha ( $\alpha$ ), que é um índice de diversidade da série logarítmica muito utilizado em estudos entomológicos. Este índice é dado pela fórmula:  $\alpha = N(1-x)/x$ , onde  $N$  é o número total de indivíduos na amostra e  $x$  é o parâmetro da série logarítmica (Krebs, 1989).

As abundâncias das espécies na comunidade de drosofilídeos foram plotadas em um gráfico, em ordem decrescente da espécie mais comum para a mais rara em escala log base 10. Os procedimentos para os ajustes das curvas ao modelo de espécie-abundância em série-logarítmica foram realizados através do programa Biodiversity pro versão 1.0. Estes ajustes foram testados comparando-se os valores observados e esperados para o modelo de distribuição através do Qui-quadrado ( $X^2$ ). A série-logarítmica para um determinado conjunto de dados é fixada por duas variáveis, o número total de espécies ( $S$ ) e o número de indivíduos ( $N$ ) da amostra. Este modelo é

descrito para comunidades com altos valores de riqueza. É representado por um número pequeno de espécies abundantes e um grande número de espécies raras (Krebs, 1989)

A similaridade e a complementaridade entre os sítios de coleta, foram calculadas a partir dos dados resultantes do programa EstimateS, que compara pares de amostras, listando o número de espécimes em cada amostra e o número de espécimes em comum em ambas amostras. A similaridade foi analisada através dos índices de Jaccard, para dados de incidência (Magurran, 1988) dada pela fórmula:  $J = j / (a + b - j)$ , e Morisita, para dados de abundância (Krebs, 1989). A complementaridade na composição faunística, entre os sítios, foi dada pela fórmula:  $C = U/S$ , onde  $U = 1 + 2 - 2 \times 3$  e  $S = 1 + 2 + 3$ , onde 1= número de espécies no sítio 1; 2= número de espécies no sítio 2 e 3= número de espécies compartilhadas. A complementaridade varia de 0 a 100 %. Quanto mais alto for o valor, mais distintas em composição faunística serão as comunidades comparadas. A similaridade é o inverso da complementaridade, ou seja, quanto mais alto for o valor resultante mais similar é a fauna das comunidades.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Caracterização da Comunidade de Drosophilidae da FLONA Caxiuanã

O esforço amostral empreendido na FLONA Caxiuanã, através do protocolo adotado, utilizando isca de banana fermentada, resultou na coleta de 4.320 indivíduos de Drosophilidae, pertencentes a trinta e cinco táxons, distribuídos em trinta e uma espécies e três morfoespécies, pertencentes a sete grupos de dois subgêneros de *Drosophila*: *Sophophora* e *Drosophila* e uma morfoespécie representante do gênero *Neotanygastrella* (Tabela 1).

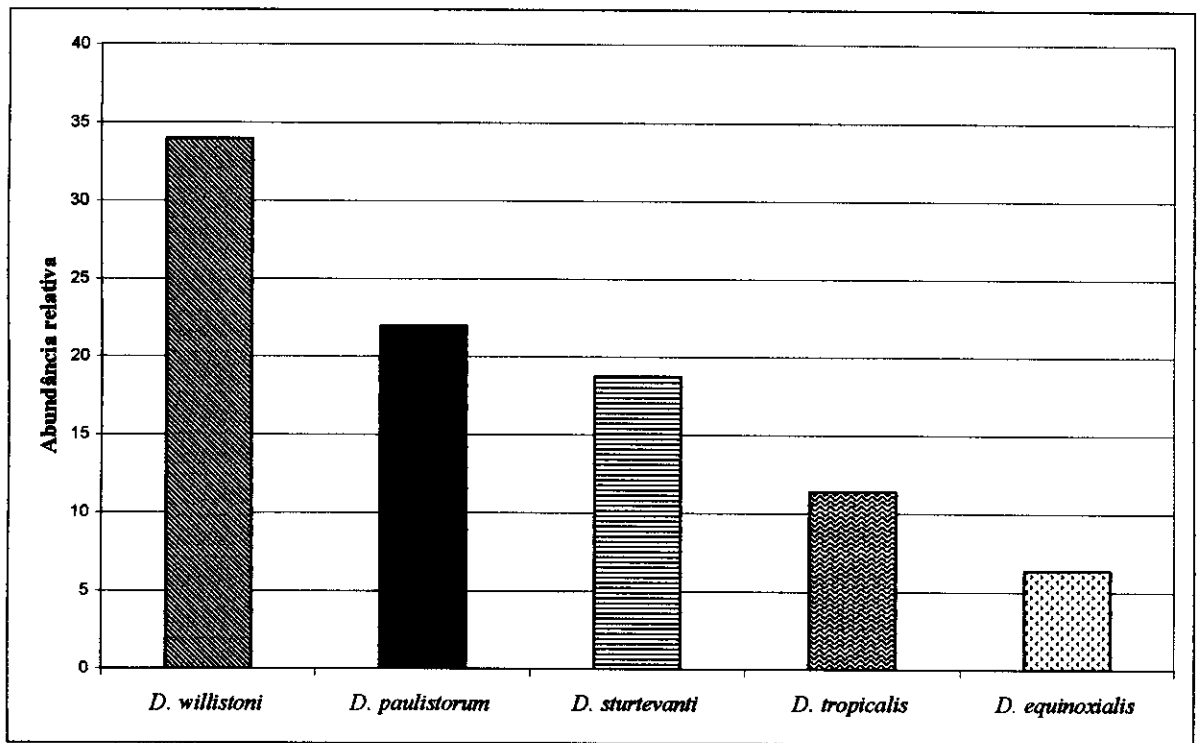
O subgênero *Sophophora* foi representado pelos grupos: grupo **willistoni**, grupo **saltans** e grupo **melanogaster**. Os demais grupos coletados, representantes do subgênero *Drosophila*, foram: grupo **repleta**, grupo **canalineae**, grupo **tripunctata** e grupo **cardini**.

O grupo **willistoni** apresentou as espécies crípticas *Drosophila willistoni*, *D. paulistorum*, *D. tropicalis* e *D. equinoxialis*, pertencentes ao subgrupo **willistoni** e duas espécies pertencentes ao subgrupo **bocainensis**, *D. fumipennis* e *D. nebulosa*.

O grupo **saltans** foi representado por 13 espécies: *Drosophila sturtevanti*, *D. dacunhai*, *D. milleri*, *D. magalhaesi*, pertencentes ao subgrupo **sturtevanti**, *D. pseudosaltans*, *D. prosaltans*, *D. septentriosaltans*, *D. saltans*, *D. austrosaltans*, todas pertencentes ao subgrupo **saltans**, *D. parasaltans*, *D. subsaltans*, ambas do subgrupo **parasaltans**, *D. neocordata* (subgrupo **cordata**) e *D. neoelliptica* (subgrupo **elliptica**).

As espécies *Drosophila ananassae*, *D. malerkotliana* (subgrupo **ananassae**), *D. melanogaster*, *D. simulans* e *D. kikkawai* (subgrupo **melanogaster**), pertencentes ao grupo **melanogaster**, também foram coletadas na FLONA Caxiuanã. As demais espécies encontradas nos sítios de coleta foram: *D. neomorpha*, *D. parthenogenetica*, ambas do grupo **cardini**, *D. fulvamacula* (grupo **repleta**), *D. mediocris*, *D. medioimpressa*, *D. mediopicta*, pertencentes ao grupo **tripunctata** e *Drosophila* undet. sp. d, Vilela & Bächli, 1990 (grupo **canalineae**). Outros três espécimes do subgênero *Drosophila* e um espécime do gênero *Neotanygastrella* foram morfotipados, para posterior identificação: C04017, C04021 (ambas fêmeas do grupo **repleta**), C04020, fêmea do grupo **cardini** e C04023 (*Neotanygastrella*).

As espécies com maior abundância relativa, para o total das amostras, foram: *Drosophila willistoni*, com 33,96 % do total de indivíduos, seguido por *D. paulistorum* com 21,94%, *D. sturtevanti* com 18,73%, *D. tropicalis* com abundância relativa de 11,39% e *D. equinoxialis* com 6,37% do total das amostras (figura 9). As demais espécies estiveram representadas, cada uma, por menos de 2% do total de indivíduos coletados. O mesmo foi observado para os sítios individualmente, sendo as espécies do subgênero *Sophophora* mais abundantes em todos os sítios amostrados e, *Drosophila willistoni* sempre a espécie dominante (Tabela 2).



**Figura 9. Espécies de Drosophilidae com maior abundância relativa (%), para o total das amostras, na FLONA Caxiuanã**

**Tabela 1. Lista das espécies e morfoespécies encontradas na FLONA Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil. O número seguinte às espécies corresponde à referência usada na identificação**

gênero	subgênero	grupo	espécies
<i>Drosophila</i>	<i>Sophophora</i>	grupo <b>willistoni</b>	<i>D. willistoni</i> Sturtevant, 1916 (11); (9)
			<i>D. paulistorum</i> Dobzhansky & Pavan, em Burla et al., 1949 (11); (9)
			<i>D. tropicalis</i> Burla & Cunha, 1949 (11); (9)
			<i>D. equinoxialis</i> Dobzhansky, 1946 (11); (9)
			<i>D. fumipennis</i> Duda, 1925 (9)
		<i>D. nebulosa</i> Sturtevant, 1916 (9)	
		grupo <b>melanogaster</b>	<i>D. melanogaster</i> Meigen, 1830 (1); (3)
			<i>D. kikkawai</i> Burla, 1954 (1)
			<i>D. ananassae</i> Doleschall, 1858 (1); (8)
			<i>D. malerkotliana</i> Parshad and Paika, 1964 (1)
<i>D. simulans</i> Sturtevant, 1919 (1); (3)			
grupo <b>saltans</b>	<i>D. sturtevanti</i> Duda, 1927 (5); (7)		
	<i>D. dacunhai</i> Mourão & Bicudo, 1967 (10)		
	<i>D. milleri</i> Magalhães, 1962(5)		
	<i>D. pseudosaltans</i> Magalhães, 1956 (6);(5); (7)		
	<i>D. prosaltans</i> Duda, 1927 (5); (7)		
	<i>D. neocordata</i> Magalhães, 1956 (5);(6);(7)		
	<i>D. saltans</i> Sturtevant, 1916 (5)		
	<i>D. austrosaltans</i> Spassky, 1957 (5); (7)		
	<i>D. subsaltans</i> Magalhães, 1956 (5);(6)		
	<i>D. parasaltans</i> Magalhães, 1956 (5);(6)		
	<i>D. neoelliptica</i> Pavan & Magalhães em Pavan, 1950 (5); (7)		
	<i>D. magalhaesi</i> Mourão & Bicudo, 1967 (10)		
	<i>D. septentriosaltans</i> Magalhães & Buck, em Magalhães, 1962 (5)		
<i>Drosophila</i>		grupo <b>cardini</b>	<i>D. parthenogenetica</i> Stalker, 1953 (4)
			<i>D. neomorpha</i> Heed & Wheeler, 1957 (4) C04020
		grupo <b>repleta</b>	<i>D. fulvimacula</i> Patterson & Mainland, 1944 (12) C04017 C04021
			grupo <b>tripunctata</b>
		grupo <b>canalineae</b>	<i>D. indet. sp. d</i> Vilela & Bächli, 1990 (13)
<i>Neotanygastrella</i> (15)			

(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

Tabela 2. Número de espécimes por espécies ou morfospécies de *Drosophilidae* coletados em armadilhas com isca de banana, nos seis sítios da FLONA Caxiuanã, Município de Melgaço, Estado do Pará, Brasil, arroladas em ordem decrescente de abundância total.

Espécies	Araruá		Curuá		Curuzinho		Puraquequara		Retiro		Tijucaguara		Todos os sítios	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	Total	%
<i>D. willistoni</i>	375	42,37	285	29,84	183	30,91	230	31,34	174	38,67	220	31,25	1467	33,96
<i>D. paulistorum</i>	205	23,16	234	24,50	109	18,41	179	24,39	109	24,22	112	15,91	948	21,94
<i>D. sturtevanti</i>	93	10,51	194	20,31	147	24,83	95	12,94	49	10,89	231	32,81	809	18,73
<i>D. tropicalis</i>	94	10,62	104	10,89	71	11,99	107	14,58	54	12,00	62	8,81	492	11,39
<i>D. equinoxialis</i>	70	7,91	61	6,39	19	3,21	68	9,26	31	6,89	26	3,69	275	6,37
<i>D. neomorpha</i>	7	0,79	10	1,05	13	2,20	*	*	3	0,67	21	2,98	54	1,25
<i>D. dacunhai</i>	11	1,24	4	0,42	5	0,84	16	2,18	3	0,67	5	0,71	44	1,02
<i>D. milleri</i>	8	0,90	7	0,73	4	0,68	7	0,95	3	0,67	5	0,71	34	0,79
<i>D. ananassae</i>	2	0,23	8	0,84	9	1,52	4	0,54	2	0,44	4	0,57	29	0,67
<i>D. magalhaesi</i>	4	0,45	2	0,21	7	1,18	7	0,95	1	0,22	1	0,14	22	0,51
<i>D. kikawai</i>	*	*	7	0,73	4	0,68	1	0,14	*	*	4	0,57	16	0,37
<i>D. materkottiana</i>	2	0,23	9	0,94	4	0,68	1	0,14	*	*	*	*	16	0,37
<i>D. pseudosaltans</i>	1	0,11	6	0,63	2	0,34	*	*	3	0,67	4	0,57	16	0,37
<i>D. melanogaster</i>	*	*	2	0,21	2	0,34	9	1,23	1	0,22	*	*	14	0,32
<i>D. prosaltans</i>	4	0,45	2	0,21	*	*	4	0,54	1	0,22	1	0,14	12	0,28
<i>D. neocordata</i>	*	*	1	0,10	1	0,17	*	*	6	1,33	1	0,14	9	0,21
<i>D. parthenogenetica</i>	*	*	6	0,63	*	*	2	0,27	*	*	*	*	8	0,19
<i>D. septentrionsaltans</i>	2	0,23	3	0,31	*	*	1	0,14	2	0,44	*	*	8	0,19
<i>D. saltans</i>	*	*	2	0,21	4	0,68	1	0,14	*	*	*	*	7	0,16
<i>D. austrosaltans</i>	*	*	1	0,10	*	*	*	*	2	0,44	3	0,43	6	0,14
<i>D. subsaltans</i>	*	*	2	0,21	2	0,34	*	*	*	*	1	0,14	5	0,12
gr. <i>repleta</i> - C04021	1	0,11	*	*	*	*	*	*	2	0,44	1	0,14	4	0,09
<i>D. fuvimacula</i>	4	0,45	2	0,21	3	0,51	*	*	*	*	1	0,14	10	0,23
gr. <i>cardini</i> - C04020	*	*	*	*	2	0,34	*	*	*	*	*	*	2	0,05
<i>D. medicris</i>	1	0,11	*	*	*	*	*	*	1	0,22	*	*	2	0,05
<i>D. parasaltans</i>	*	*	2	0,21	*	*	*	*	*	*	*	*	2	0,05
gr. <i>repleta</i> - C04017	*	*	*	*	*	*	1	0,14	*	*	*	*	1	0,02



Tabela 2. Continuação

Espécies	Araruá		Curuá		Curuzinho		Puraquequara		Retiro		Tijucacaquara		Todos os sítios	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	Total	%
<i>Neotanygastella - C04023</i>	1	0,11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	0,02
<i>D. fumipennis</i>	*	*	*	*	1	0,17	*	*	*	*	*	*	1	0,02
<i>D. medioimpressa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	1	0,22	*	*	1	0,02
<i>D. mediotpicta</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	1	0,22	*	*	1	0,02
<i>D. nebulosa</i>	*	*	1	0,10	*	*	*	*	*	*	*	*	1	0,02
<i>D. neoelliptica</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	1	0,22	*	*	1	0,02
<i>D. simulans</i>	*	*	*	*	*	*	1	0,14	*	*	*	*	1	0,02
<i>D. indet. sp d, Vilela, 1990</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	0,14	0,02
<b>Total</b>	<b>885</b>		<b>955</b>		<b>592</b>		<b>734</b>		<b>450</b>		<b>704</b>		<b>4320</b>	

### 3.1.1 O subgênero *Sophophora*

Neste estudo foram registradas vinte e quatro espécies pertencentes ao subgênero *Sophophora* do gênero *Drosophila* na FLONA Caxiuanã.

#### Grupo *melanogaster*

Foram amostradas cinco espécies deste grupo – *D. ananassae*, *D. malerkotliana*, *D. kikkawai*, *D. melanogaster* e *D. simulans*. Na FLONA Caxiuanã, estas espécies foram encontradas em baixa abundância, com todo o grupo não atingindo 2% dos espécimes amostrados. A maior abundância do grupo ocorreu nas áreas mais próximas à Estação e a habitações de ribeirinhos. No Brasil todas estas espécies já haviam sido coletadas, quase sempre associadas a áreas antropizadas.

#### Grupo *saltans*

Neste estudo foram coletadas treze das vinte e uma espécies pertencentes a este grupo: *Drosophila austrosaltans*, *D. dacunhai*, *D. magalhaesi*, *D. milleri*, *D. neocordata*, *D. neoelliptica*, *D. parasaltans*, *D. pseudosaltans*, *D. prosaltans*, *D. saltans*, *D. septentriosaltans*, *D. sturtevanti* e *D. subsaltans*. Foram registradas 4 novas ocorrências para o Brasil, (*D. dacunhai*, *D. milleri*, *D. saltans* e *D. septentriosaltans*) e 8 para a Amazônia brasileira (*D. austrosaltans*, *D. dacunhai*, *D. magalhaesi*, *D. milleri*, *D. neocordata*, *D. neoelliptica*, *D. saltans* e *D. septentriosaltans*).

#### Grupo *willistoni*

O grupo *willistoni* foi o mais representativo dos grupos nativos da região Neotropical, principalmente pela grande representatividade do subgrupo *willistoni*, o qual possui espécies crípticas de difícil identificação, que foi representado pelas

espécies *D. willistoni*, *D. paulistorum*, *D. tropicalis* e *D. equinoxialis*. As demais espécies do grupo foram *D. fumipennis* e *D. nebulosa*. Todas estas espécies já haviam sido registradas anteriormente para o Brasil e Amazônia.

A figura 10 mostra a curva de abundância de espécies de drosofilídeos capturados na FLONA Caxiuanã, para o total das amostras. O padrão geral de abundância das espécies segue a distribuição série - logarítmica, uma vez que o  $\chi^2 = 3,36$  foi menor que o  $\chi^2_{0,05; 2 \text{ gl}} = 5,99$ , concluindo-se que não há diferença significativa entre os valores observados e os esperados. O mesmo foi observado para os sítios separadamente, com exceção de apenas um sítio o Araruá ( $\chi^2 = 11,15$ ;  $\chi^2_{0,05; 2 \text{ gl}} = 5,99$ ). Desta forma a Comunidade de Drosophilidae na FLONA Caxiuanã, é caracterizada por conter poucas espécies muito abundantes e muitas espécies raras.

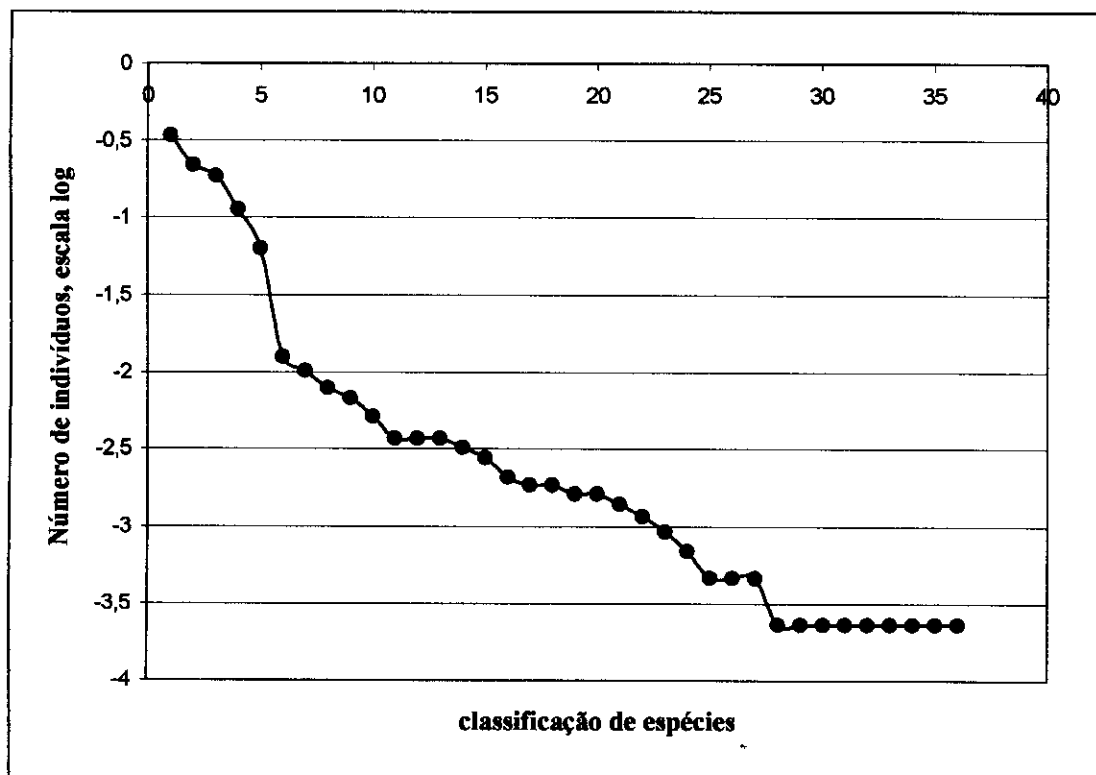


Figura 10. Padrão de distribuição das abundâncias das espécies - série logarítmica, para todas as amostras.

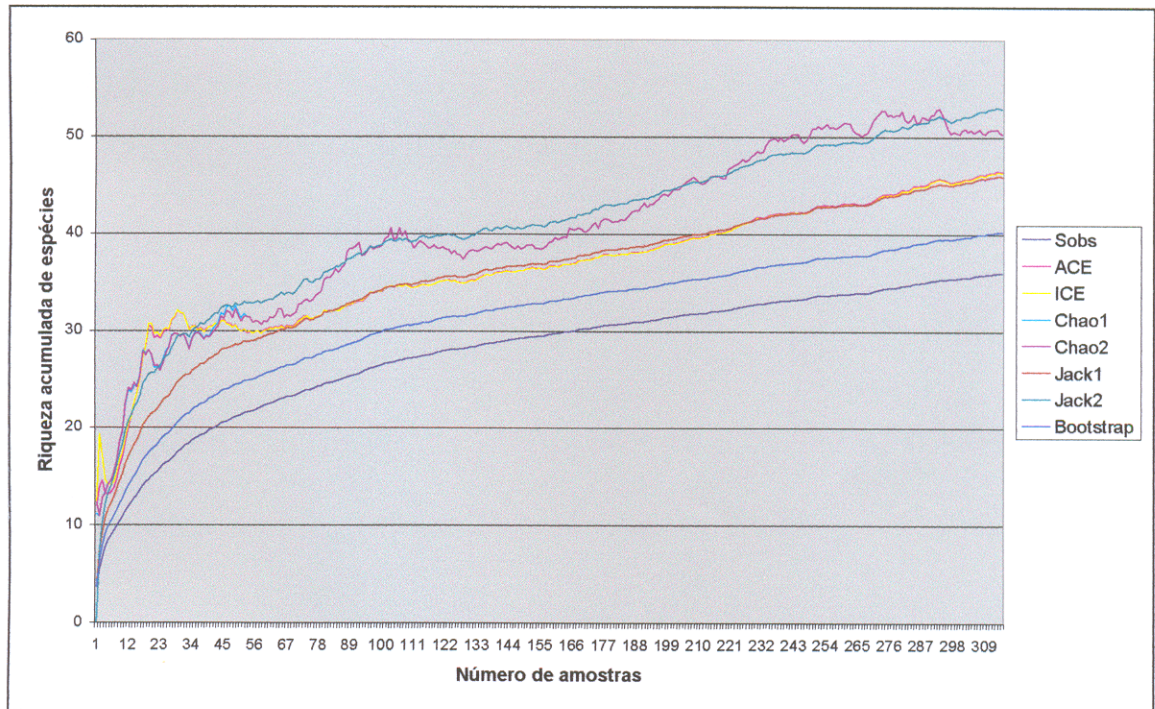
Observou-se que na comunidade de drosofilídeos frugívoros da FLONA Caxiuanã, a proporção total das espécies se manteve constante, entre os sítios de coleta, com muitas espécies representadas por poucos indivíduos e poucas por muitos. No entanto, O sítio Curuá, apresentou maior riqueza observada com 24 espécies, das 36 espécies coletadas, seguido pelos sítios Curuazinho e Retiro, com 21 espécies cada. No Sítio Retiro houve um incremento de mais 3 espécies, *D. medioimpressa*, *D. mediopicta* e *D. neoelliptica*, as quais apareceram somente neste sítio. O sítio Araruá apresentou 18 espécies, dos quais apenas um indivíduo do gênero *Neotanygastrella* (C04023) ocorreu. Este apresentou maior número de espécies compartilhadas com o sítio Retiro, 15 espécies.

No sítio Tijucaquara ocorreram 18 espécies, com perda de 17 e incremento de uma espécie, a qual só foi encontrada neste sítio. O sítio Puraquequara apresentou uma riqueza observada de 18 espécies, com um incremento de uma espécie *D. simulans* (grupo **melanogaster**) e uma morfoespécie C04017 (grupo **repleta**), as quais ocorreram somente neste sítio.

### 3.2 Análise do Inventário de Drosophilidae na FLONA Caxiuanã

A análise dos padrões de incidência e abundância de espécies para o total das amostras, com riqueza observada de 36 espécies e abundância de 4.320 indivíduos indicou estimativas de riqueza entre 40 a 53 espécies de Drosophilidae. Tais resultados, produziram curvas de acumulação de espécies, onde somente o estimador Chao2 chegou à assíntota. Os demais estimadores não demonstraram sinais de estabilização ao término do esforço amostral empregado (figura 11). Os resultados das estimativas de riqueza em

espécies e o desempenho dos estimadores de riqueza total e dos estimadores por sítio amostrado, bem como o percentual de completude do inventário para o total das amostras e para as amostras dos seis sítios de coleta, estão sumarizados na tabela 3.

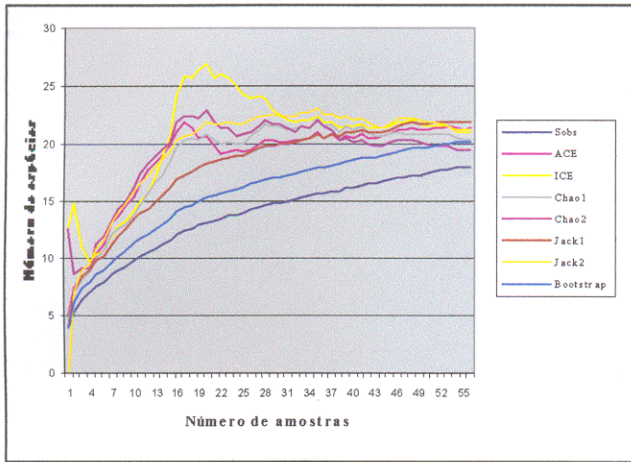


**Figura 11.** Estimativa da riqueza de espécies de *Drosophilidae* na FLONA Caxiuanã, para 315 amostras, com riqueza observada de 36 espécies e abundância de 4.320 indivíduos.

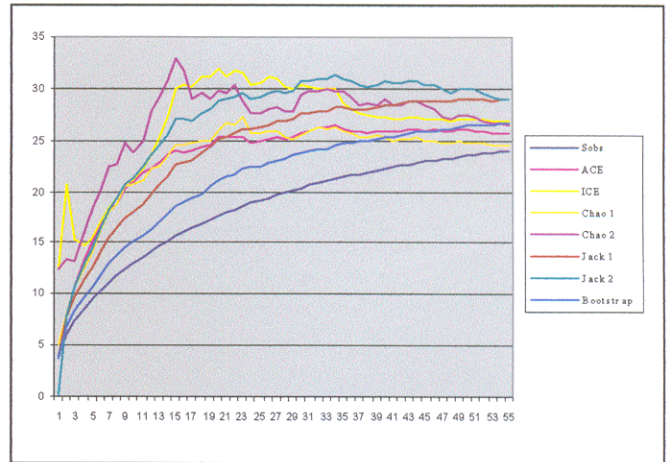
A análise visual dos estimadores nos sítios Araruá, Curuá, Curuazinho e Retiro, demonstra uma tendência geral à estabilização das curvas ao final da adição das amostras (Figuras. 12. A-D). Todos os estimadores geraram estimativas de riqueza que agruparam-se dentro de um limite razoável, com estimativas que variaram de 19 a 22 espécies para o Araruá, 24 a 29 espécies para o sítio Curuá, para uma riqueza observada de 18 e 24 espécies, respectivamente (Figuras 12. A e B ). Nos sítios curuazinho e Retiro, as estimativas variaram de 22 a 31 espécies ( riqueza observada de 22 espécies) e 25 a 38 espécies, respectivamente, as quais estão modelados graficamente nas Figuras 12.C e D.

A matriz de incidência-abundância para as amostras do sítio Tijucaquara, produziu estimativas que diferiram quanto ao comportamento das curvas, com algumas curvas de acumulação de espécies apresentando assíntota, e outras não chegando a estabilização. Neste sítio, quase todas as curvas de acumulação de espécies se aproximaram da assíntota, exceção foi observada para o estimador Chao1, o qual estimou 43 espécies, para uma riqueza observada de 19 espécies (Figura 12.E).

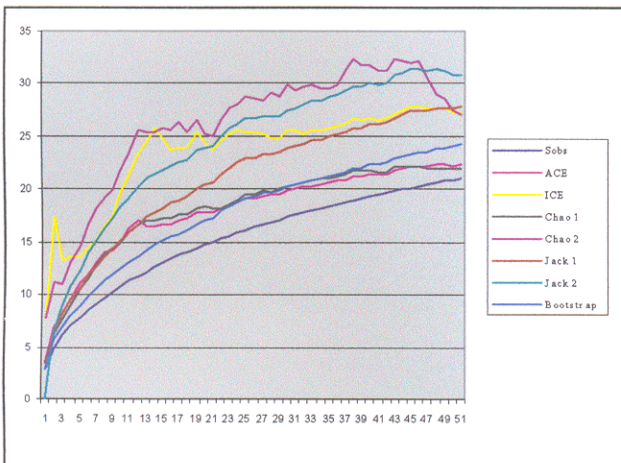
As estimativas de riqueza em espécies no sítio Puraquequara, para um total de 18 espécies observadas, alcançaram valores que variaram de 21 a 42 espécies. Ao contrário das estimativas para os outros sítios, nenhum dos estimadores apresentou sinal de estabilização ao final da adição das amostras, como está demonstrado nas curvas da figura 12.F.



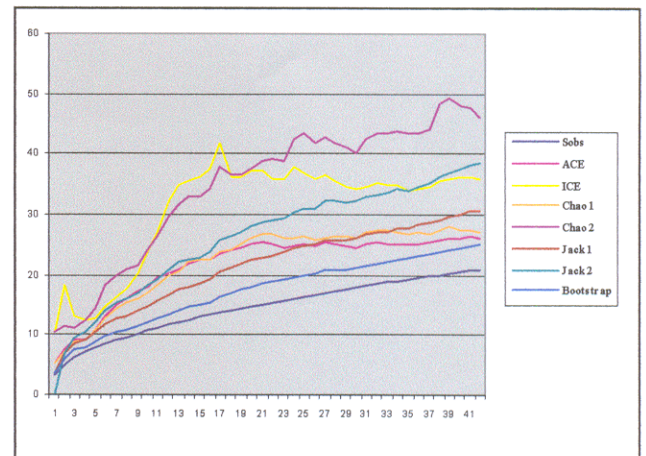
A. Sítio Araruá



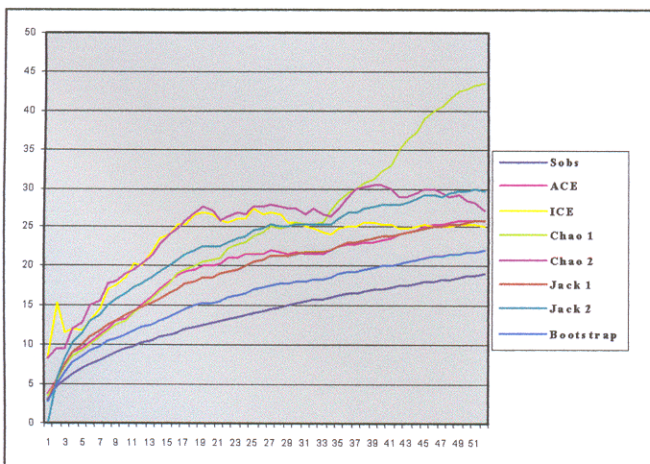
B. Sítio Curuá



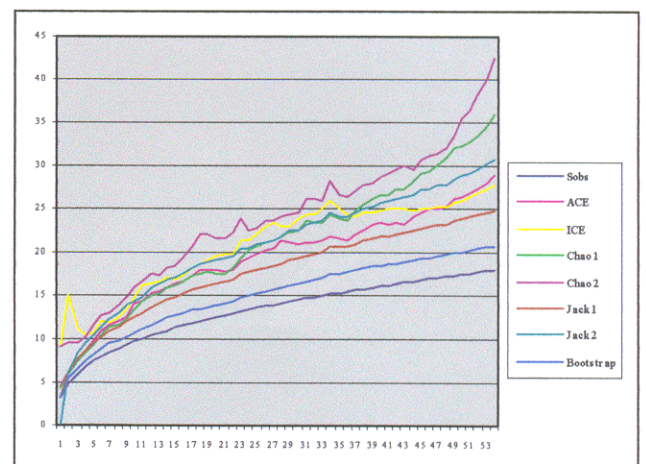
C. Sítio Curuazinho



D. Sítio Retiro



E. Sítio Tijucaquara



F. Sítio Puraquequara

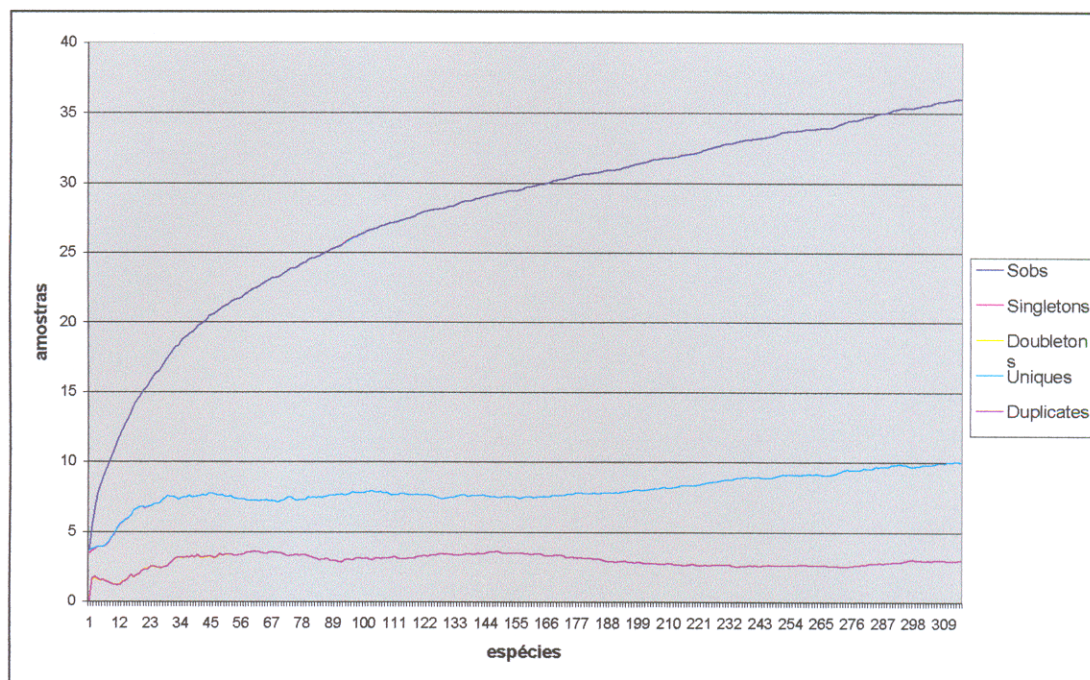
Figura 12. Estimativa da riqueza de espécies de Drosophilidae na FLONA Caxiuanã, nos seis sítios de estudo.

**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.**

	Araruá	Curuá	Curuzinho	Puraquequara	Retiro	Tijucaquara	total
<b>Riqueza observada</b>							
Número de amostras	56	55	51	54	47	52	315
Número de espécies	18	23	20	18	21	18	36
Número de singletons	4	3	3	6	7	7	10
Número de doubletons	3	7	5	1	4	0	3
Número de únicos	0	5	7	7	10	7	10
Número de duplicatas	5	5	4	1	2	3	3
Completitude do inventário	77%	87%	85%	75%	67%	63%	79%
<b>Riqueza estimada</b>							
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

Do total de espécies coletadas, incluindo todos os sítios, dez espécies foram representados por somente um indivíduo (singletons) e três espécies tiveram somente dois indivíduos (doubletons). 10 espécies foram encontradas em somente uma amostra (uniques) e 3 espécies foram encontradas em 2 amostras (duplicates). A curva aleatorizada de únicos mostrou uma tendência à estabilidade do número de espécies raras a partir de 300 amostras (figura 13).





**Figura 13.** Curva acumulativa das espécies raras para o total das amostras (Sobs: Observado), os *doubletons* e *duplicates* estão sobrepostos assim como os *singletons* e *uniques*

A figura 14 apresenta a comparação da estimativa de riqueza de espécies, entre os diferentes sítios para um total de 441 indivíduos, limite utilizado pelo programa estatístico, com base no método de rarefação. As curvas indicam claramente dois agrupamentos distintos. Os sítios Retiro, Curuá e Curuazinho, demonstraram estimativas que não variaram grandemente entre si, com 21 espécies estimadas para o Retiro e 20 espécies para os dois outros sítios. Os demais sítios (Tijucaquara, Puraquequara e Araruá) apresentaram estimativas de riqueza em torno de 15 a 16 espécies.

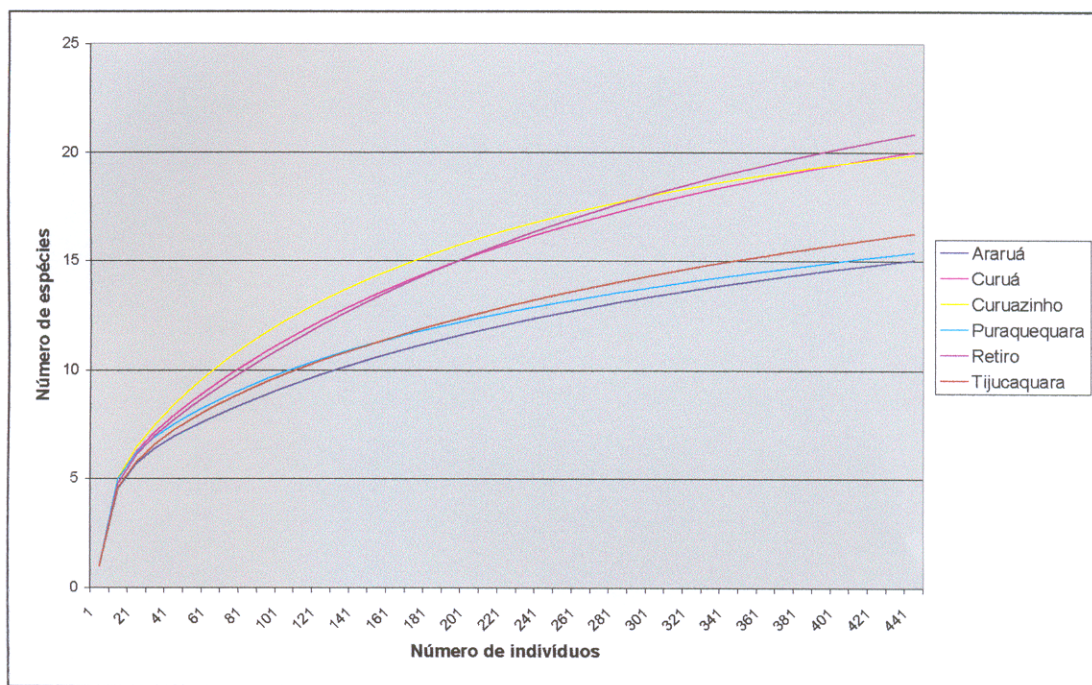


Figura 14. Estimativa da riqueza de espécies entre os sítios de coleta

O percentual de completitude do Inventário foi 79% para todas as 315 amostras. Isto indica que seriam necessárias 84 amostras adicionais (21% de incremento de esforço), para acessar a diversidade total aproximada de drosofilídeos da FLONA Caxiuana capturados pelo método adotado, sem adição de novos singletons. Separando-se as amostras por sítios de coleta, pôde-se observar que os valores de completitude do Inventário variaram entre 63% (Tijucaquara) a 87% (Curuá) (Tabela 3).

As análises das matrizes de complementaridade percentual entre as amostras dos sítios Tijucaquara e Puraquequara (58%), apresentaram os maiores valores, indicando que as suas composições faunísticas são pouco compartilhadas. Os menores valores foram os observados entre os sítios Curuá e Curuazinho (33%), indicando maior número de espécies compartilhadas.

Os coeficientes de similaridade faunística seguem o mesmo padrão observado para a complementaridade. Segundo os valores para o coeficiente de Jaccard, os sítios que apresentam uma maior semelhança em composição de espécies são os sítios Retiro e Araruá (63%) e os sítios Curuá e Curuazinho (67%). Tais resultados estão modelados no cluster da Figura 15. Segundo os coeficientes de similaridade de Morisita-Horn, os sítios Curuá e Curuazinho apresentam também alta similaridade em composição faunística e no padrão de abundância de espécies. Esta mesma similaridade foi encontrada entre os sítios Curuá/Puraquequara, Curuazinho/Tijucaquara e Puraquequara/ Retiro (Tabela 4).

**Tabela 4. Cálculo da complementaridade percentual(em azul) e índices de similaridade de Jaccard (em preto) e Morisita-Horn (em vermelho) entre os seis sítios de coleta**

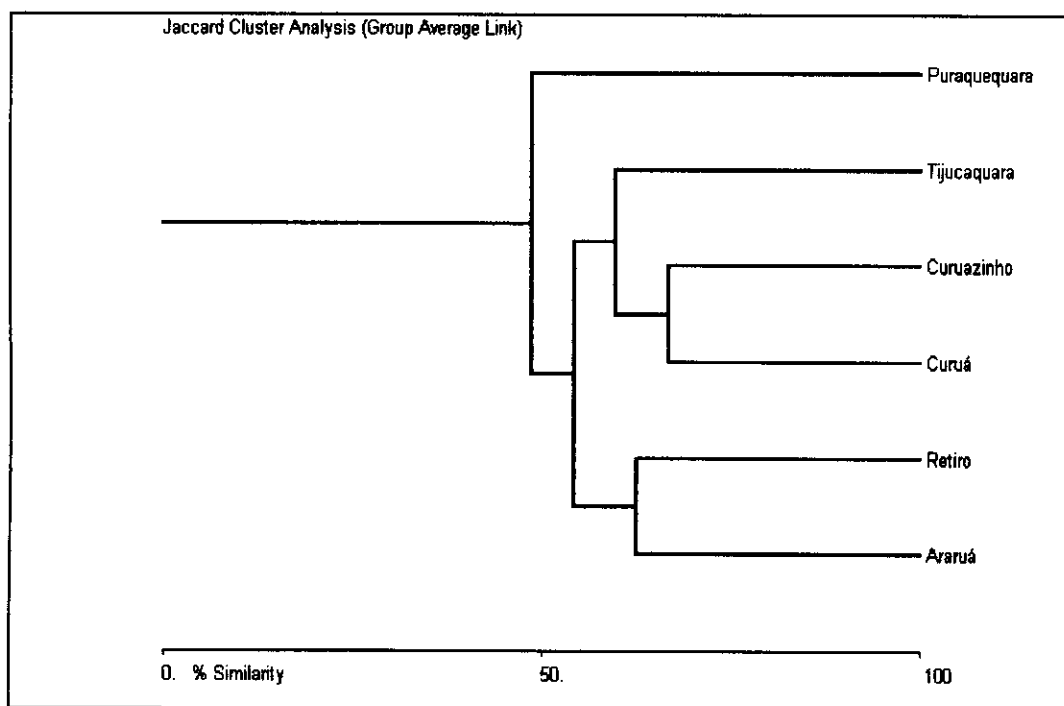
	Araruá	Curuá	Curuazinho	Puraquequara	Retiro	Tijucaquara
Araruá	*	0,55 (0,94)	0,5 (0,92)	0,5 (0,97)	0,63 (1)	0,54 (0,86)
Curuá	44%	*	0,66 (0,98)	0,62 (0,98)	0,55 (0,96)	0,59 (0,94)
Curuazinho	50%	33%	*	0,5 (0,94)	0,45 (0,93)	0,6 (0,98)
Puraquequara	50%	39%	50%	*	0,44 (0,98)	0,42 (0,88)
Retiro	38%	45%	55%	56%	*	0,6 (0,87)
Tijucaquara	46%	41%	40%	58%	40%	*

A diversidade de Shannon – Wiener ( $H'$ ) para o total das amostras foi de 2,34 e a diversidade de Simpson ( $1/D$ ) foi de 6,93. A tabela 5 apresenta a riqueza de espécies ( $S$ ) e as estimativas dos índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e a diversidade de Simpson ( $D$ ) e alpha para cada sítio estudado da FLONA Caxiuanã. Observa-se que

a diversidade de espécies de drosophilidae, entre os sítios não variou grandemente (tabela 5).

**Tabela 5. Valores dos Índices de diversidade entre os sítios de estudo, e para o total das amostras**

Índices de Diversidade	Araruá	Curuá	Curuzinho	Puraquequara	Retiro	Tijucaquara
Alpha	3.204	4.476	4.251	3.337	4.567	3.601
Shannon H' Log Base 10,	0.72	0.811	0.82	0.793	0.77	0.742
Shannon Hmax Log Base 10	1.255	1.38	1.322	1.255	1.322	1.279
Simpsons Diversity (1/D)	3.827	4.855	4.846	4.901	4.202	4.17



**Figura 15. Agrupamento dos sítios de coleta pelo índice de similaridade de Jaccard**

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização da Comunidade de Drosophilidae da FLONA Caxiuanã

A comunidade de drosofilídeos associados a frutos na FLONA Caxiuanã, apresentou em maioria, espécies do subgênero *Sophophora*. O padrão de abundância da guilda segue a série-logarítmica, com poucas espécies muito abundantes, representadas pelas espécies crípticas do subgrupo *willistoni* e por *Drosophila sturtevanti* (grupo *saltans*), todas pertencentes ao subgênero *Sophophora*, e por muitas espécies raras, representadas em sua maioria pelas espécies do subgênero *Drosophila*. Tal padrão foi observado em todos os sítios amostrados, com a proporção de abundância relativa entre as espécies mantendo-se semelhante.

A predominância do subgênero *Sophophora* dentre os drosofilídeos coletados em Caxiuanã reflete, principalmente dois fatores: 1) o tipo de recurso utilizado como isca e, 2) o tipo de habitat estudado.

O primeiro fator pode ser explicado pelo fato das espécies desse subgênero serem consideradas pertencentes a guilda de drosofilídeos associados a frutos, sendo conseqüentemente, mais atraídos pela banana. Inúmeros trabalhos demonstram tal afirmativa. Armadilhas contendo iscas de frutas tem sido constantemente utilizadas em levantamentos de drosofilídeos na América do Sul (Dobzhansky e Pavan (1943, 1950); Freire-Maia e Pavan, (1950), Pavan, Dobzhansky *et al.*, 1950; Peterson, (1960); Sene *et al.* (1980); Valente & Araújo (1986). Dentre os drosofilídeos coletados nestes trabalhos, um grande número destes estavam associados a guilda de frugívoros. Mais recentemente, Martins (2001) em coletas realizadas em

ambientes de floresta, constatou que as espécies pertencentes ao grupo *willistoni* de *Sophophora*, estiveram presentes em alta abundância em todos os tipos de frutos presentes no solo. Medeiros & Klaczko (2004), em fragmentos florestais no Estado de São Paulo, coletaram 16 espécies pertencentes ao subgênero *Sophophora*, onde a maior abundância, para três dos quatro sítios coletados, foi de *D. willistoni*, do subgrupo **willistoni** de *Sophophora*.

Os poucos trabalhos que tratam das guildas de drosofilídeos em áreas bem preservadas demonstram que as espécies do grupo **willistoni**, com exceção de *D. nebulosa* são coletadas em maior abundância em florestas úmidas do que em outras áreas (Dobzhansky & Pavan, 1950; Sene *et al.*, 1980). O sucesso deste grupo em áreas de mata bem preservada é relatado nos trabalhos de Martins (1989) que, ao comparar áreas de mata contínua e mata fragmentada, encontrou uma maior abundância das espécies pertencentes a esse grupo nas áreas de mata bem preservada. O mesmo padrão foi encontrado por outros autores (Dobzhansky e Pavan, 1950; Sene *et al.*, 1980; Val & Kaneshiro, 1988).

O grupo **saltans** foi o mais bem representado em termos de número de espécies, treze das trinta e seis espécies coletadas. Foram registradas quatro novas ocorrências para o Brasil e oito para a Amazônia. As espécies *D. prosaltans* e *D. sturtevantii*, até então, eram consideradas mais abundantes em formações abertas, como o Cerrado (Sene *et al.*, 1980; Bizzo & Sene, 1982; Val e Kaneshiro, 1988). Segundo Sene *et al.* (1980), *D. neoelliptica* não havia sido registrada fora Estado de São Paulo, onde foi considerada rara, com apenas 5 indivíduos; *D. milleri* só havia sido registrada para Porto Rico e *D. dacunhai* somente tinha como localidade de registro a Jamaica. *D. saltans* e *D. septentrionsaltans*, até então só eram conhecidas para Porto Rico, Cuba,

México e Costa Rica. Assim, o Inventário de drosofilídeos em Caxiuanã, ampliou a distribuição geográfica do grupo para o Brasil e para a Região Amazônica. A distribuição ecológica de algumas das espécies do grupo **saltans**, somente conhecidas para o Cerrado foi ampliada para a floresta de terra firme, o que demonstra o potencial da contribuição de inventários sistemáticos de drosofilídeos na Amazônia Brasileira para embasar estimativas mais consistentes da diversidade local e regional do grupo.

Um dois espécimes coletados, pertencente ao grupo **saltans**, foi identificado como *D. pulchella*. Todavia, como sugerido por Vilela & Bächli (1990) esta espécie é provavelmente sinônimo de *Drosophila 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. Desta forma, a única maneira de solucionar o problema seria obter linhagens isofêmeas a partir de topotipos das duas espécies e tentar cruzá-las para estudar um eventual isolamento reprodutivo. Por outro lado, há um outro agravante, pois existem vários outros sinônimos *juniores* para *D. sturtevanti* (Magalhães, 1962).

As espécies cosmopolitas do grupo **melanogaster**, apesar de presentes no local de estudo, apresentaram abundâncias baixas, com apenas de 1,75% de frequência somada entre os indivíduos capturados, refletindo a integridade dos habitats da Flona Caxiuanã, uma vez que estas são notoriamente espécies sinantrópicas. A baixa abundância destas espécies em estudos realizados em florestas contínuas tem sido observada em outras regiões da Amazônia, Martins (1989) observou que espécies do grupo **melanogaster**, como *D. malerkotliana*, apresentam baixas frequências nesses ambientes, não superando a 2% de abundância relativa em florestas bem preservadas na região de Manaus, por se tratar de espécies domésticas.

A baixa abundância das espécies do subgênero *Drosophila*, pode estar associada ao tipo de recurso utilizado por estas moscas e à localização das armadilhas utilizadas. Coletas esporádicas em Caxiuanã, demonstram que as espécies do grupo *tripunctata* são comumente encontradas em flores de Lecythidaceae em decomposição. As demais espécies, pertencentes aos grupos *canalineae*, *cardini* e *repleta*, têm sido coletadas em maior número nos estratos arbóreos superiores (observação pessoal), o que pode explicar a menor abundância das espécies neste estudo, uma vez que as armadilhas utilizadas foram colocadas a um metro e meio do solo, acessando em maior número as espécies do sub-bosque.

#### 4.2 Análise do Inventário de Drosophilidae na Flona Caxiuanã

A riqueza em espécies de Drosophilidae da FLONA Caxiuanã é comparável a outros locais já estudados no Brasil e Amazônia. No entanto, a diversidade alfa é a maior encontrada até o presente. Efetivamente, listas com cerca de 20 a 40 espécies por localidade são frequentes na literatura (Dobzhansky, 1943, 1950; Sene et al., 1980). Estudos semelhantes utilizando apenas o método de isca, realizados na Amazônia oriental, em áreas impactadas por projetos agrícolas, estimam uma riqueza em torno 40 de espécies para a localidade de Igarapé-Açu, nordeste do Pará (Miranda-Santos 2001). Exceção pode ser feita a Medeiros & Klaczko 2004, que apresentam resultados de inventários padronizados para remanescentes florestais de mata atlântica, atingindo até 90 espécies coletadas em uma mesma localidade, utilizando armadilhas contendo banana.



O uso de Estimadores baseados no conceito estatístico de cobertura de amostra são relativamente novos no campo de estimativas de riqueza e ainda estão em um período de experiência (Longino et al., 2002). Em quase todos os casos presentes na literatura, as estimativas apresentaram comportamento variável, com a curva de acumulação de espécies estabilizando em alguns casos e não em outros. Colwell e Coddington (1994) enfatizaram a natureza não testada destes estimadores.

No presente trabalho, quase todas as estimativas de riqueza utilizadas tenderam a estabilidade, o que demonstra a eficiência do protocolo de coleta utilizado. Entretanto, a curva do estimador Chao2, produzida a partir da matriz espécie-abundância, tendeu a estabilidade mais rapidamente que as demais curvas, incluindo a curva de acumulação de espécies observadas. Nos demais estimadores, a estabilização das curvas acompanhou a curva de acumulação de espécies observadas. A curva do estimador ICE apresentou um acentuado crescimento inicial, seguido de uma queda. Este comportamento faz com que o estimador seja pouco confiável quando o número de amostras é baixo, uma vez que ele pode superestimar o número de espécies.

Segundo Toti et al (2000), considera-se que um bom estimador: 1) deva alcançar (ou pelo menos chegar perto) à estabilidade com menos amostras do que são necessárias para a estabilidade da curva de acumulação de espécies observadas; 2) não deve apresentar estimativas que difiram amplamente dos outros estimadores e, 3) deve apresentar estimativas próximas as extrapolações visuais razoáveis da estabilização da curva de acumulação de espécies observadas. Segundo este parâmetro todas as estimativas utilizadas no presente estudo especialmente as produzidas pelo estimador Chao2 apresentaram um bom desempenho. As estimativas de riqueza de espécies e os valores de completitude do Inventário refletem bem a eficiência do método empregado e

da utilização de um protocolo estruturado, uma vez que as curvas de riqueza ficaram próximas às extrapolações visuais da riqueza observada. Isso demonstra que a guilda de drosofilídeos associadas a frutos foi eficientemente acessada. Apesar do uso de apenas um tipo de isca limitar o número de espécies detectadas para uma área, excluindo aquelas que ocorrem em outros tipos de recursos, tal protocolo permite uma melhor padronização, possibilitando o acesso a informações sobre o padrão de distribuição da comunidade. Sem um protocolo estruturado, não se pode inferir exatamente sobre quantas espécies ocorrem e onde elas exatamente habitam, não havendo a possibilidade de reconstruir e refinar a informação ecológica sobre as espécies a posteriori.

Todos os estimadores de riqueza utilizados neste trabalho são baseados na quantificação de raridade para determinar a riqueza real (Toti et al. 2000). Portanto, a análise das espécies raras é de fundamental importância para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos. A comparação entre os sítios demonstrou que os sítios Tijucaquara e Retiro apresentaram maior número de espécies raras. Tal resultado pode ser explicado por diferentes fatores 1) As espécies singletons (únicas) podem ter sido capturadas ocasionalmente, por não pertencerem aos substratos mais inferiores da floresta ou, no caso das espécies cosmopolitas, por não pertencerem ao tipo de habitat estudado, uma vez que estas são mais comuns em ambientes alterados; 2) a baixa abundância das espécies pode refletir não só o método de coleta, mas o tempo de exposição da armadilha em campo (Dobzhansky & Pavan, 1950; Brncic, 1957). 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. Segundo Martins (1986) as espécies de *Drosophila* apresentam diferenças em atratividade por frutos com tempos variados de exposição ao solo, *D.malerkotliana*

é atraída aos frutos com 1 e 2 dias de exposição, em média um dia antes das demais espécies. As espécies do subgrupo *willistoni* predominam em frutos entre 2 e 4 dias e *D. sturtevanti* e as demais espécies tenderam a serem atraídas por frutos mais velhos.

Foi demonstrado que os sítios Retiro, Curuá e Curuazinho e os sítios Tijucaquara, Puraquequara e Araruá apresentaram claramente dois agrupamentos distintos. Tais resultados por um lado refletem a proximidade entre os sítios e por outro a proximidade destes com as áreas habitadas da Flona Caxiuanã.

A riqueza de espécies é apenas um dos componentes da diversidade biológica e deve ser utilizada em conjunto com índices de diversidade (Moreno, 2001). Os índices de diversidade alfa, Shannon e Simpson mostraram alta diversidade tanto para a região de caxiuanã como um todo, quanto para os sítios analisados individualmente. Tal resultado deve-se ao fato de que o índice de diversidade de Shannon 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 riqueza em espécies. O mesmo ocorreu para o índice de Simpson o qual é influenciado pelas espécies mais comuns, cujas abundâncias não estariam distribuídas uniformemente, indicando a ocorrência de espécies dominantes nestas áreas, como *Drosophila willistoni*.

Os valores de complementaridade e similaridade, também mostraram pouca diferença entre os sítios em termos de composição e abundância das espécies, tornando a similaridade mais notória quando a análise levou em consideração, além da composição, também o padrão de abundância das espécies. Os valores resultantes indicam que a comunidade de drosofilídeos, não muda dentro do mesmo tipo de habitat,

mas mesmo assim pode-se esperar uma adição de pelo menos 40% de espécies inéditas de um sítio para outro.

Os resultados deste inventário servem de referência para trabalhos em outros locais, que utilizem protocolos estruturados semelhantes, uma vez que é o primeiro inventário estruturado em uma floresta bem preservada. Tal trabalho elevou o conteúdo informativo sobre a distribuição das espécies, ou seja, exatamente em que unidade de habitat elas verdadeiramente ocorrem, principalmente em relação as espécies do grupo *saltans*, as quais têm sua ecologia desconhecida. Desta forma, os resultados deste trabalho potencializam as informações a respeito das espécies coletadas.

Apesar da carência de revisões taxonômicas mais modernas para boa parte das espécies e suas respectivas distribuições, praticamente 99% da fauna coletada foi identificada em nível específico. Tal refinamento no resultado das identificações, foi devido, principalmente, ao número limitado de espécimes coletados, quando comparados a trabalhos em outras regiões que ao utilizarem vários métodos de coleta, acumulam um grande número de indivíduos, dificultando a triagem em um espaço de tempo relativamente curto.

Estudos prévios na FLONA Caxiuanã, em diferentes tipos de recursos, estimaram até 316 espécies de Drosophilidae (observação pessoal). Portanto, o número de espécies para a Amazônia deve ser bem superior ao número observado de espécies já que o método empregado acessou somente parte da guilda de drosofilídeos frugívoros. Somente com estudos abrangendo os diferentes tipos de recursos será possível estimar com mais exatidão o número de espécies para a região.

## 5. CONCLUSÃO

A comunidade de drosofilídeos associados a frutos na FLONA de Caxiuanã apresentou, em maioria, espécies do subgênero *Sophophora*. O padrão de abundância da guilda segue a série logarítmica, com poucas espécies muito abundantes e muitas espécies raras. Este mesmo padrão foi observado em todos os sítios amostrados, com a proporção de abundância similar entre as espécies;

As espécies de Drosophilidae mais abundantemente coletadas neste estudo pertencem ao subgrupo **willistoni** do gênero de *Drosophila* (*Sophophora*), composto por quatro espécies crípticas, todas estritamente associadas a florestas;

O grupo **saltans** (*Sophophora*) foi o mais bem representado em número de espécies. Este inventário ampliou a distribuição geográfica do grupo para o Brasil e para a Região Amazônica. A distribuição ecológica de algumas espécies do grupo **saltans**, conhecidas somente para áreas de cerrado, foi ampliada para floresta de terra firme;

As espécies cosmopolitas do grupo **melanogaster**, apesar de presentes no local de estudo apresentaram-se com frequências insignificantes, o que reflete a integridade dos habitats da FLONA de Caxiuanã;

A riqueza de espécies de Caxiuanã é comparável a outros locais já estudados na Amazônia, no entanto a diversidade alfa é a maior encontrada até o presente;

A diversidade não variou amplamente entre os sítios estudados na Flona de Caxiuanã e as análises de similaridade e complementaridade também indicam pouca variação entre sítios, demonstrando que as espécies coletadas nos diversos sítios pertencem a mesma Comunidade;

O protocolo de amostragem utilizado, apesar de limitar o número de espécies coletadas, acessou de forma eficiente a diversidade dos drosofilídeos associados a frutos na Flona Caxiuanã, como demonstrado pelos índices de completitude do inventário e pelas curvas de acumulação de espécies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. 1974. O domínio semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**. Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia. São Paulo, 1: 34 -39 p.
- ALMEIDA, S. S. DE, P. L. B. LISBOA, E A. S. L. DA SILVA. 1993. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na Estação Científica “Ferreira Penna”, em Caxiuana (Pará). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica**, Belém 9: 93 – 128.
- ANDERSEN, A. N. 1997. Ants as indicators of ecosystem restoration following mining: a functional group approach, p.319-325. In: P. HALE & D. LAMB (Eds.) **Conservation Outside Nature Reserves**. Center for Conservation Biology, University of Queensland.
- BELO, M. 1979. Espécies domésticas de “*Drosophila*” III. Diversidade de espécies atraídas para isca de banana fermentada naturalmente. **Científica**, 7: 245-253.
- BENSUSAN, N. 2002. A impossibilidade de ganhar a aposta e a destruição da natureza, p.13-27. In: N, BENSUNSAN (Org.). **Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade: Como, por que e para que?**. Ed. UNB: Instituto Socioambiental. Brasília, 125 p.
- BERVELEY, S. M. & WILSON, A. C. 1984. Molecular evolution in *Drosophila* and the higher Diptera. II. A time scale for fly evolution. **Journal of Molecular Evolution**, New York, 21:1-13.
- BIZZO, N. M. V. & SENE, F. M. 1982. Studies on the natural populations of *Drosophila* from Peruibe (SP) Brazil (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 42:539-544.
- BOCK, I. R. & WHEELER, M. R. 1972. The *Drosophila melanogaster* Species Group. **Studies in Genetics**, Austin, University of Texas Publications, 7213:1-102.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2002. **Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. MMA/SBF, Brasília / DF, 5: 21-29.

- BRAZNER, J.; ABERDEEN, V. & STARMER, W. T. 1984. Host-plant shifts and adult survival in the cactus breeding *Drosophila mojavensis*. **Ecological Entomology**, New York, **9**(4):375-381.
- BRNCIC, D. 1957. Las especies Chilenas de Drosophilidae. **Colección de Monografías Biológicas de la Universidad de Chile**, Santiago do Chile, **8**:1-136.
- BRNCIC, D. 1978. A note on the flavopilosa group of species of *Drosophila* in Rio Grande do Sul, Brazil, with the description of two new species (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **38**:647-651.
- BRNCIC, D. & VALENTE, V.L.S. 1978. Dinâmica das comunidades de *Drosophila* que se estabelecem em frutos silvestres no Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **30**:1104-111
- BROWN, K. S. J. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators., p. 349-404 In: COLLINS, N. M. & THOMAS, J. A. (Eds). **The conservation of insects and their habitats**. Royal Entomological Society Symposium XV, London, Academic Press, 609 p.
- BROWN, K. S. J. 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of Neotropical forest: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, London, Kluwer Academic Publishers, **1**(18):25-42.
- BURLA, H., DA CUNHA, A.B., CORDEIRO, A.R., DOBZHANSKY, T., MALOGOLOWKIN, C., & PAVAN, C. 1949. The *willistoni* group of sibling species of *Drosophila*. **Evolution**, Lancaster, PA, **3**:300-314.
- CARSON, M. 1971. The ecology of *Drosophila* breeding sites. In: **Harold L. Lyon Arboretum Lecture**. Honolulu, University of Hawaii, **2**:1-27.
- CODDINGTON, J. A.; GRISWOLD, C; SILVA, D. PEÑARANDA, E.; LARCHER, S. F. 1991. Designing e testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems, p. 40-60. In: E. C. Dudley (Ed.). **The Unity of Evolutionary Biology: Proceedings of the International Congress of Systematics e Evolutionary Biology**, Dioscorides Press, Portland, Dudley, **1**.
- CODDINGTON, J. A.; YOUNG, L. H. & COYLE, F. A. 1996. Estimating spider species richness in a southern appalachian cove hardwood forest. **Journal of Arachnology**, USA, **24**: 111-128.



- COLWELL, R.K. & CODDINGTON, J.A. 1996. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation, p 101-118. In: D.L. HAWKSWORTH (Ed.). **Biodiversity: Measurement and estimation**. London, Chapman & Hall in association with The Royal Society, 132 p.
- COLWELL, R.K. 2004. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.0 Persistent, URL <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>.
- CUNHA, A. B. 1955. Sobre duas raças de *Drosophila neocardini* Streisinger (Drosophilidae, Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 15:117-125.
- DI CASTRI, F., ROBERTSON, J.; VERNHES, E.; YOUNÈS, T. 1992. Inventoring e monitoring biodiversity: a proposal for an international network. **Biology International**, special issue, 27: 1-28.
- DOBZHANSKY, TH. & PAVAN, C. 1943. Studies on Brazilian species of *Drosophila*. **Faculdade de Filosofia Ciências e Letras. Série Biologia**, São Paulo, 36: 7-72.
- DOBZHANSKY, T. & PAVAN, C. 1950. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, 19:1-14
- DUDA, O. 1925. Die costaricanischen Drosophiliden des Ungarischen National-Museums zu Budapest. **Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici [Termesztudományi Múzeum evkonyve]**, Budapest, 22:149-229.
- EHRlich, P. R.; MURPHY, D. D.; SINGER, M. C.; SHERWOOD, C. B.; WHITE, R. R. & BROWN, I. L. 1980. Extinction, reduction, stability and increase: the response of checkerspot butterflies to the California drought. **Oecologia**. Berlin, 46:101-105.
- FREIRE-MAIA, N. & PAVAN, C. 1950. Introdução ao estudo da Drosófila. **Cultus**, São Paulo, 1(5): 1-71.
- FREIRE-MAIA, N. 1953. Frequencies of the two color forms of the brazilian *D. montium* in natural populations. **Drosophila Information Service**, 27:90-91.
- FREIRE-MAIA, N. 1964. Segregational load in *Drosophila kikkawai*. I. Crossing experiments. **Genetics**, Austin, Texas, 50:211-219.
- FROTA-PESSOA, O. & WHEELER, M.R. 1951. A revision of the genus *Neotanygastrella* Duda (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 11: 145-151.

- FROTA-PESSOA, O. 1954. Revision of the *tripunctata* group of *Drosophila* with description of fifteen new species (Drosophilidae, Diptera). **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, **15**: 253-330.
- GALLO, A. J. 1973. Morphological distinction between female *Drosophila melanogaster* and female *D. simulans*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **25**: 341-345.
- GLADYS, F. & VALENTE, V.L.S. 1985. Study on the fluctuation in *Drosophila* populations of Bento Gonçalves, RS. Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **45**:133-141.
- GOTTSCHALK, M. S. 2004. **Influência da urbanização sobre as assembléias de Drosophilidae na cidade de Florianópolis, SC, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 111 p.
- GRIMALDI, D. A. 1990. A phylogenetic, revised classification of genera in the Drosophilidae (Diptera). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, **197**:1-139.
- HENDEL, F. 1936. Ergebnisse einer zoologischen Sammelreise nach Brasilien, insbesondere in das Amazonasgebiet, ausgeführt von Dr. H. Zerny. X. Teil. Diptera. Muscidae acalyptratae (excl. Chloropidae). **Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien**, Wien, **47**:61-106.
- HENNIG, W. 1958. Die Familien der Diptera Schizophora und ihre phylogenetischen Verwandtschaftsbeziehungen. **Beitrage zur Entomologie**, Berlin, **8**:505-688.
- HSU, T. C. 1949. The external genital apparatus of male Drosophilidae in relation to systematics. **University of Texas Publications**, **4920**:80-142.
- HUEY, R.B.; GILCHRIST, G.W.; CARLSON, M.L.; BERRIGAN, D. & SERRA. 2000. Rapid Evolution of a Geographic Cline in Size in an Introduced Fly. **Science**, Washington, DC, **287**:308-309.
- HUNTER. 1979. New anthophilic *Drosophila* of Colombia. **Annals of entomology, Society of American**, Washington, DC, **72**:372-383.
- KANESHIRO, K.Y. 1969. A study of the relationships of Hawaiian *Drosophila* species based on the external male genitalia. **University of Texas Publication**, Austin, **6918**: 55-70.
- KREBS, C.J. 1989. **Ecological Methodology**. New York, Harper Collins Publishers, 350p.

- LAKOVAADRA, S. & SAURA, A. 1982. Evolution and Speciation in The *Drosophila obscura* group, p. 2-13. In: M. Ashburner, H. L. Carson, J. M. Thompson (Eds.), **The Genetics Biology of Drosophila**, V. 3b. New York, Academic Press, 472 p.
- LACHAISE, D. & TSACAS, L. 1983. Breeding-Sites in Tropical African Drosophilids, p. 221-332. In: M. Ashburner, H.L Carson,, and J. N. Thompson, (Eds.), **The Genetics and Biology of Drosophila**, v. 3d. New York, Academic Press.
- LAURENCE, W. F.; BIRREGAARD, R.O. 1997. Tropical forest fragmentation: synthesis of a diversity and dynamic discipline, p.502-514 In: W.F. Laurence & R.O. Birregaard (eds.). **Tropical Forest Fragmentation**. Chicago, University of Chicago Press.
- LISBOA, P. L. B. 1997. Estação Científica Ferreira Penna / ECFP, p. 23-49. In: P.L.B. LISBOA (Org.). **Caxiuanã**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 469p.
- LISBOA, P. L. B. & FERRAZ, M. 1997. **Estação Científica Ferreira Penna / ECFPn. Ciência e Desenvolvimento Sustentável na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 151 p.
- LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L. & S. S. ALMEIDA. 1997. Florística e estrutura dos ambientes, p. 23-49. In: P.L.B. LISBOA (Org.). **Caxiuanã**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 469 p.
- LISBOA, P. L. & FERRAZ, M. das G. 1999. **Estação Científica Ferreira Penna. Ciência e Desenvolvimento Sustentável na Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 151p.
- LONGINO, J. T. 1994. How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest. **Biology International**, 28: 3-13.
- LONGINO, J. T.; CODDINGTON, J.A. & COLWELL, R.K. 2002. The ant fauna of tropical rainforest: estimating species richness in three different ways. **Ecological Society of America**, 83(3): 689-702.
- MAGALHÃES, L. E. 1956. Description of four new species of the "saltans" group of "Drosophila" (Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 16:273-280.
- MAGALHÃES, L.E. & BJORNBERG, A.J.S. 1957. Estudo da genitália masculina de "Drosophila" do grupo "saltans" (Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 17:435-450.

- MAGALHÃES, L.E. 1962. Notes on the taxonomy, morphology, and distribution of the *saltans* group of *Drosophila*, with descriptions of four new species. **The University of Texas Publication**, Austin, **6205**: 134-154.
- MAGURRAN, A.E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. New Jersey, Princeton University Press. 192p.
- MALOGOLOWKIN, C. 1948. Sobre a genitália dos Drosophilídeos (Diptera): II. *Drosophila ananassae*. **Summa brasiliensis biologiae**, Rio de Janeiro, **1**:429-457.
- MALOGOLOWKIN, C. 1952. Sobre a genitália dos "Drosophilidae" (Diptera). III grupo willistoni do gênero "*Drosophila*". **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **12** (1): 79-96.
- MALOGOLOWKIN, C. 1953. Sobre a genitália dos Drosophilídeos. IV. A genitália masculina no subgênero "Drosophila" (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **13**:245-264.
- MARTINS, M. B. 1985. **Influência da modificação do habitat sobre a diversidade e abundância de *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) em uma floresta tropical da Amazônia central**. Dissertação de Mestrado. Manaus, INPA/FUA.
- MARTINS, M.B. 1987. Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* em duas reservas de matas isoladas, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, **3**: 195-198.
- MARTINS, M.B. 1989. Invasão de fragmentos florestais por espécies oportunistas de *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Acta Amazônica**, Manaus, **19**: 265-271.
- MARTINS, M.B. 1996. **Drosófilas e outros insetos associados a frutos de *Parahancornia* dispersos sobre o solo da floresta**. Tese de Doutorado, Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 190 p.
- MARTINS, M. B. 2001. Drosophilid fruit-fly guilds in Forest fragments, p. 175-186. In: R.O. BIERREGAARD Jr, C. GASCON, T.E. LOVEJOY & R. MESQUITA (Eds.). **Lessons From Amazonia: The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest**. New Haven, Yale University Press, 458 p.
- MEDEIROS, H.F. & KLACZKO, L.B. 2004. How many species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) remain to be described in the forests of São Paulo, Brazil? Species list of three forests remnants. **Biota Neotropica**, São Paulo, **4** (1): 1-12.

- MIRANDA-SANTOS, R. 2001. **Mapeamento da diversidade de drosofilídeos no mosaico de paisagem em Igarapé-açu, região Bragantina, Estado do Pará.** Trabalho de Conclusão de Curso. Belém, Universidade Federal do Pará, 66p.
- MORAES, E.M. & SENE, F. M. 2003. Relationships between necrotic cactus availability and population size in a cactophilic *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) located on a sandstone table hill in Brazil. **Revista de Biologia Tropical** (Universidad de Costa Rica), San José, 51: 205-212.
- MOURÃO, C.A; GALLO, A J. & BICUDO, H. E. M. de CAMPOS. 1965. Sobre a sistemática de *Drosophila* no Brasil com descrição de *Drosophila mendeli* spn. e relação de espécies brasileiras do gênero *Drosophila*. v. a. **Ciência e Cultura (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência)**, São Paulo, 17: 577-586.
- MOURÃO, C.A., GALLO, A.J., & BICUDO, H.E.M. de CAMPOS. 1965. Duas novas espécies de *Drosophila* do Brasil (Drosophilidae, Diptera). v. b. **Ciência e Cultura (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência)**, São Paulo, 17:160.
- MOURÃO, C.A. & BICUDO, H.E.M. de CAMPOS. 1967. Duas novas espécies de *Drosophila* do grupo "saltans" (Drosophilidae, Diptera). **Papéis avulsos (do Departamento) de Zoologia (da Secretaria da Agricultura)**, São Paulo, 20:123-134.
- OKADA, T. 1975. The oriental drosophilids breeding in flowers. **Kontyû**, Tokyo, 43 (3):356-363.
- OKADA, T. 1989. A Proposal of Establishing Tribes for the Family Drosophilidae with Key to Tribes and Genera (Diptera). **Zoological Science (Zoological Society of Japan)**, Tokyo, 6:391-399.
- PARSONS, P.A. & STANLEY, S.M. 1981. Domesticated and widespread species, p. 349-393. In: M. ASHBURNER, H.L. CARSON & J.N. THOMPSON (Eds.). **The Genetics and Biology of Drosophila**. v. 3a, London, Academic Press, 81 p.
- PARSONS, P.A. AND STANLEY, S.M. 1981. Comparative effects of environmental ethanol on *Drosophila melanogaster* and *D. simulans* adults, including geographic differences in *D. melanogaster*, p. 47-57. In: J.B. GIBSON & J.G. OAKESHOTT (eds.). **Genetic Studies of Drosophila Populations**. Australia, Australian National University Press, n 1035, 81 p.

- PARSONS, P.A. 1991. Biodiversity conservation under global climatic change: The insect *Drosophila* as a biological indicator? **Global Ecology and Biogeography Letters**, Oxford, 1 (3): 77-83.
- PATTERSON, J.T. & STONE, W.S. 1952. **Evolution in the Genus *Drosophila***. Macmillan, 610 p.
- PAVAN, C. & da CUNHA, A.B. 1947. Espécies brasileiras de *Drosophila*. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Biologia geral, Universidade de São Paulo**, 7(86): 20-64.
- PAVAN, C. 1950. Espécies brasileiras de *Drosophila* II. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Biologia geral, Universidade de São Paulo, São Paulo**, 8(111): 1-37.
- PAVAN, C.; DOBZHANSKY, T. & BURLA, H. 1950. Diurnal behavior of some Neotropical species of *Drosophila*, **Ecology**, 0012-9658.
- PAVAN, C. 1959. Relações entre populações naturais de *Drosophila* e o meio ambiente. **Boletim Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Biologia geral, Universidade de São Paulo, São Paulo**, 221 (11):1-81.
- PEARSON, D. L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, B 345:75-79.
- PEREIRA, M.A.Q.R. & VILELA, C.R. 1987. Two new members of the *Drosophila annulimana* species group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 31:13-18.
- PERRY, D. 1991. **A vida na copa da floresta**. Ed. Interação, São Paulo, 25 p.
- PETERSON, A. 1960. Larvae of Insects. An introduction of Nearctic Species, Edward Bros. Ann Arbor, MI.
- PIELOU, E. C. 1975. **Ecological Diversity**. John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto, 165p.
- ROUQUETTE, J. & DAVIS, A. J. 2003. *Drosophila* species (Diptera: Drosophilidae) oviposition patterns on fungi: The effect of allospecifics, substrate toughness, ovipositor structure and degree of specialisation. **European Journal Entomological**. 100:351-355.

- SALLES, H. 1948. Sobre a genitália dos Drosophilídeos (Diptera): I. *Drosophila melanogaster* e *D. simulans*. *Summa brasiliensis biologiae*, Rio de Janeiro, 1:311-383.
- SANTOS, A. J. 2003. Estimativas de riqueza em espécies, p.19-41. In: L. Cullen Jr., R. Rudran & C. Volladares-Padua (orgs.). **Métodos de estudo em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba, Paraná, 665 p.
- SCHOEREDER, J. H. 1997. Comunidades de formiga: bioindicadores do estresse ambiental em sistemas naturais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 16. Salvador, BA: SEB/EMBRAPA-CNPMF, Resumos, 223p.
- SENE, F. M.; VAL, F. C.; VILELA, C. R. & PEREIRA, M.A.Q.R. 1980. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, São Paulo, 33 (22): 315-326.
- SENE, F. M.; VAL, F. C.; VILELA, C. R. & BIZZO, N.M.V. 1981. Influence of different ways to set baits for collection *Drosophila* flies in three natural environments. *Drosophila information Service – DIS*, 56:118-120.
- SEVENSTER, J.G. 1992. **The community ecology of frugivorous *Drosophila* in a Neotropical forest**. 167 p. These, University of Leiden.
- SHORROCKS, B. & CHARLESWORTH, P.1980. The distribution and abundance of the British fungal-breeding *Drosophila*. *Ecological Entomology*, London, 5:61-78.
- SHORROCKS, B. 1982. The breeding sites of temperate woodland *Drosophila*. In: M., Ashburner, H. L. Carson & J. N. Thompson, Jr (eds.). **The Genetics of Biology of *Drosophila***. 3b:385-428. New York, Academic press.
- SILVA, A.A. R. 2003. **Polinização de cacauí ( *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng. – Sterculiaceae): Implicações para Conservação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará & Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, Pará. 102 p.
- SILVEIRA, I. M.; KERN, D. C. & QUARESMA, H. D. A. B. 2002. Reconstruindo uma ocupação, p. 59-76. In: LISBOA, P. L. B. (org.). **Caxiuanã: Populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica**, Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém-Pará. 734p.

- SMITH, N. J. H. 2002. Dinâmica do uso da terra no estuário do Amazonas, p. 25-33. In: P. L. B. LISBOA (org.). **Caxiuanã: Populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica**, Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém-Pará. 734p.
- SOUZA, O. F. F.; BROWN, V. K. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. **Journal of Tropical Ecology**, 10:197-206.
- SPASSKY, B. 1957. Morphological differences between sibling species of *Drosophila*. **University of Texas Publications**. 5721:48-61.
- STURTEVANT, A. H. 1942. The classification of the genus *Drosophila*, with descriptions of nine new species. **University of Texas Publications**. 4213:5-51.
- SUDAM. 1973. **Levantamentos florestais realizados pela missão FAO na Amazônia**. Belém, 365p.
- TAXODROS. 04.I.2005. The database on Taxonomy of Drosophilidae. Database Version 1.0. Disponível na internet: <http://www.taxodros.unizh.ch/>. Zoological Museum and the Center for Computing Service. University of Zürich.
- THROCKMORTON, L. H. 1975. The phylogeny, ecology and geography of *Drosophila*, 421-465p. In: R.C. King, (ed.). **Handbook of Genetics**, v.3. New York, Plenum.
- TIDON-SKLORZ, R. & SENE, F. M. 1992. Vertical and temporal distribution of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) species in a wooded area in the state of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 52:311-317.
- TIDON-SKLORZ, R.; VILELA, C.R.; SENE, F.M. & PEREIRA, M.A. Q. R. 1994. The genus *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) in the Serra do Cipó, state of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 38: 627-637.
- TIDON-SKLORZ, R. & SENE, F. M. 1995. Fauna de *Drosophila* (Diptera), Drosophilidae in the northern area of the "Cadeia de espinhaço", states of Minas Gerais and Bahia, Brazil: biogeographical and ecological aspects. **Iheringia**, série zoologia, Porto Alegre, 78:85-94.
- TIDON-SKLORZ, R. & SENE, F.M. 1999. *Drosophila*, p. 245-261. In: C.R.F. BRANDÃO & E. M. CANCELLO (eds.), **Invertebrados Terrestres, Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do conhecimento ao final do século XX**. C.A. Joly & C.E.M Bicudo, (Orgs.) v. 5. São Paulo, FAPESP. total de páginas

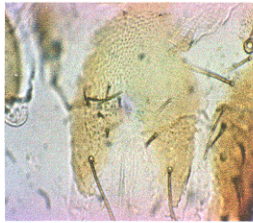


- TOSI, D.; MARTINS, M.B.; VILELA, C.R. & PEREIRA, M. A. Q. R. 1990. On a new cave-dwelling species of bat-guano-breeding *Drosophila* closely related to *D. repleta* Wollaston (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 13 (1):19-31.
- TOTI, D. S. ; COYLE, F. A. & MILLER, J. A. 2000. A Structure Inventory of Apalachian Grass Bald and Healt Bald Spider Assemblages and a test of Species Richness Estimator Performance. **The Journal of Arachnology**, 28:329-345
- TSACAS, L. 1980. Family Drosophilidae. In: Crosskey, R.W., (ed.), **Catalogue of the Diptera of the Afrotropical Region**. pp. 673-685, 1220. London, British Museum (Natural History).
- TSACAS, L. 1980. Les especes montagnardes afrotropicales de Drosophilidae (Diptera) I.- Le groupe *Drosophila dentissima*. **Annales de la Societe entomologique de France**. Paris, 16(N.Ser.):517-540..
- VAL, F.C. & SENE, F.M. 1980. A newly introduced *Drosophila* species in Brazil (Diptera, Drosophilidae). **Papéis avulsos de Zoologia**, São Paulo, 33:293-298.
- VAL, F. C.; VILELA, C. R. & MARQUES, M. D. 1981. Drosophilidae of the Region Neotropical, p.123-168. In: M., ASHBURNER; H. L. CARSON & J. N. THOMPSON Jr. (eds.). **The Genetics and Biology of *Drosophila***. Vol. 3a, New York, Academic Press, 81p.
- VAL, F. C. 1982. The male genitalia of some Neotropical *Drosophila*: Notes and illustrations. **Papéis avulsos de Zoologia**, São Paulo, 34:309-347.
- VAL, F.C. & KANESHIRO, K.Y. 1988. Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica de Boracéia, on the coastal range of the State of São Paulo, Brazil: Geographical distribution, p. 189-203. In: W.R. HEYER & P.E. VANZOLINI (eds.). **Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns**. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências.
- VAL, F.C. & MARQUES, M.D. 1996. Drosophilidae (Diptera) from the Pantanal of Mato Grosso (Brazil), with the description of a new species belonging to the bromeliae group of the genus *Drosophila*. **Papéis avulsos de zoologia**, São Paulo, 39:223-230.

- VALENTE, V.L.S. & ARAUJO, A.M. 1986. Comments on breeding sites of *Drosophila willistoni* Sturtevant (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 30:281-286.
- VILELA, C. R.; SENE, F. M. & PEREIRA, M. A. Q. R. 1980. On the *Drosophila* fauna of Chaco East slopes of the Andes in Argentina. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 40 (4): 837-841.
- VILELA, C. R. 1983. A revision of the *Drosophila repleta* species group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 27:1-114.
- VILELA, C. R.; PEREIRA, M. A. Q. R. & SENE, F. M. 1983. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil: II. The repleta group. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 35(1): 66-70.
- VILELA, C. R. 1984. Occurrence of the *Drosophila flavopilosa* species group (Diptera, Drosophilidae) in the State of São Paulo (Brazil) with description of one new species. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, 2:63-69.
- VILELA, C. R. & BÄCHLI, G. 1990. Taxonomic studies on neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). **Mitteilungen der Schweizerische Entomologischen Gesellschaft**, Shaffhausen; Neuchâtel; Zurich, 63 (Suppl.):1-332.
- VILELA, C. R. 1992. On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 36:197-221.
- VILELA, C. R. & PEREIRA, M.A.Q.R. 1993. A case of misidentification of a Neotropical species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) belonging to the *guarani* group. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 37: 819-820.
- VILELA, C. R. & MORI, L. 1999. The Genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the Serra do Cipó: further notes. **Revista Brasileira de Entomologia**, 43:319-328.
- VILELA, C. R.; SILVA, A.F.G. & SENE, F. M. 2002. Preliminary data on the geographic distribution of *Drosophila* specimens within morphological dominion of Brazil: III The *cardini* group. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 46 (2): 139-148.

- VILELA, C. R., VALENTE, V.L.S. & BASSO-DA-SILVA, L. 2004. *Drosophila angustibucca* Duda sensu Frota-Pessoa is an undescribed species (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **48**:233-238.
- VILELA, C. R. & DO VAL, F.C. 2004. A new spot-thoraxed species of *Drosophila* from the Atlantic Forest of southeastern Brazil (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **48**:45-48.
- WHEELER, M.R. & MAGALHAES, L.E. 1962. The alagitans-bocainensis complex of the willistoni group of *Drosophila*. **Studies Genetics, University of Texas Publications**, Austin, **6205**:155-171.
- WHEELER, M. R. & KAMBYSELLIS, M. P. 1966. Notes on the Drosophilidae (Diptera) of Samoa. **University of Texas Publication**, Austin, **6615**: 533-565.
- WHEELER, M. R. 1981. The Drosophilidae: A Taxonomic Overview, p.1-97: IV. Catalogue of the World's Fauna. In: M, ASHBURNER.; H. L, CARSON & J. N. THOMPSON Jr. (eds.), **The Genetics of Biology of *Drosophila*. V.3a**. London, Academic Press.
- WHEELER, M. R. 1986. Additions to the Catalog of the World's Drosophilidae. In: M. ASHBURNER, H. L, CARSON & J. N. THOMPSON Jr. (eds.). **The Genetics of Biology of *Drosophila*. V. 3e**. New York, Academic Press. 548 p.
- WILSON, E. O. 1994. A situação atual da diversidade biológica. In: E.O., WILSON & F. M., PETER (Eds.). **Biodiversidade**. Ed. Nova Fronteira, 447p.

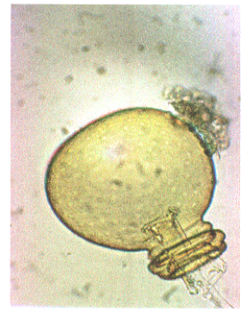
**Anexo 1-** Fotos de esternitos, aedeagus e espermatecas de algumas das espécies de *Drosophilidae* encontradas na FLONA Caxiuanã.



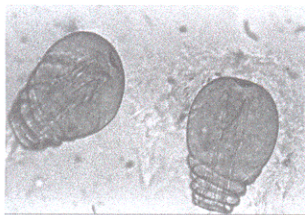
Esternito de *Drosophila saltans*



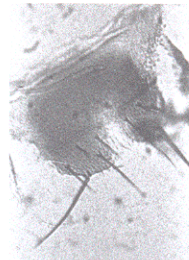
Aedeagus de *D. sturtevanti*



Espermateca de *D. magalhaesi*



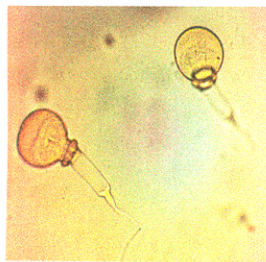
Espermateca de *D. subsaltans*



Esternito de *D. pseudosaltans*



Aedeagus de *D. neocordata*



Espermateca de *D. milleri*



Espermateca de *D. neocordata*



Espermateca de *D. ananassae*

**Anexo 2** – Caracteres utilizados na identificação do subgrupo *willistoni* de *Drosophila* (*Sophophora*) segundo Spassky (1957).

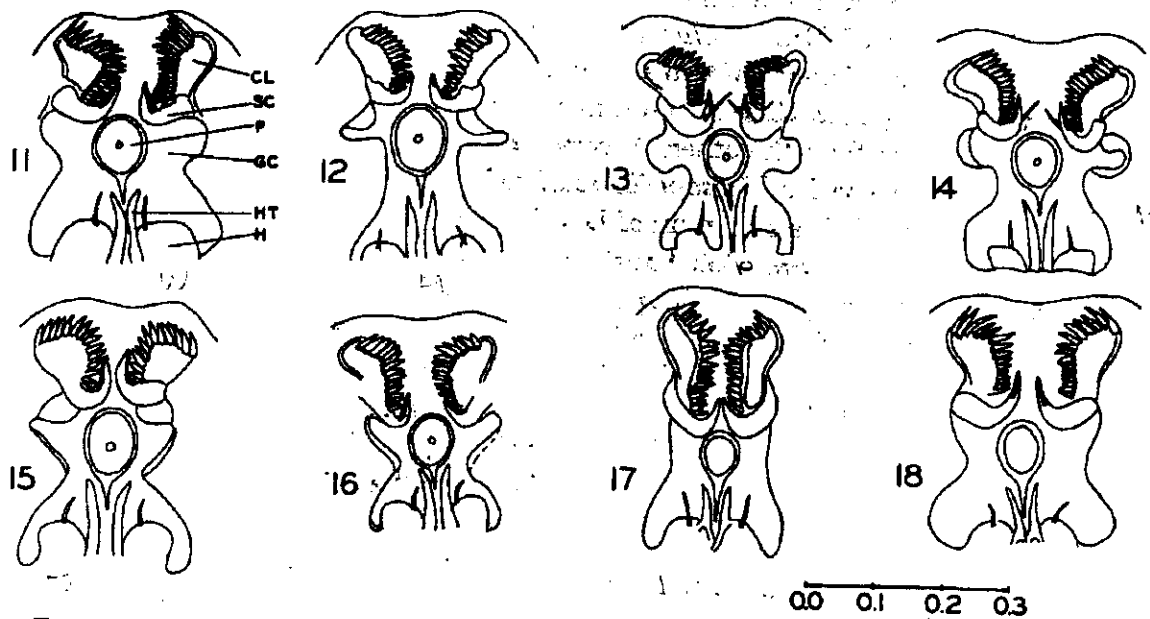
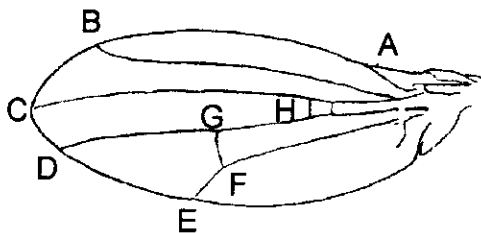
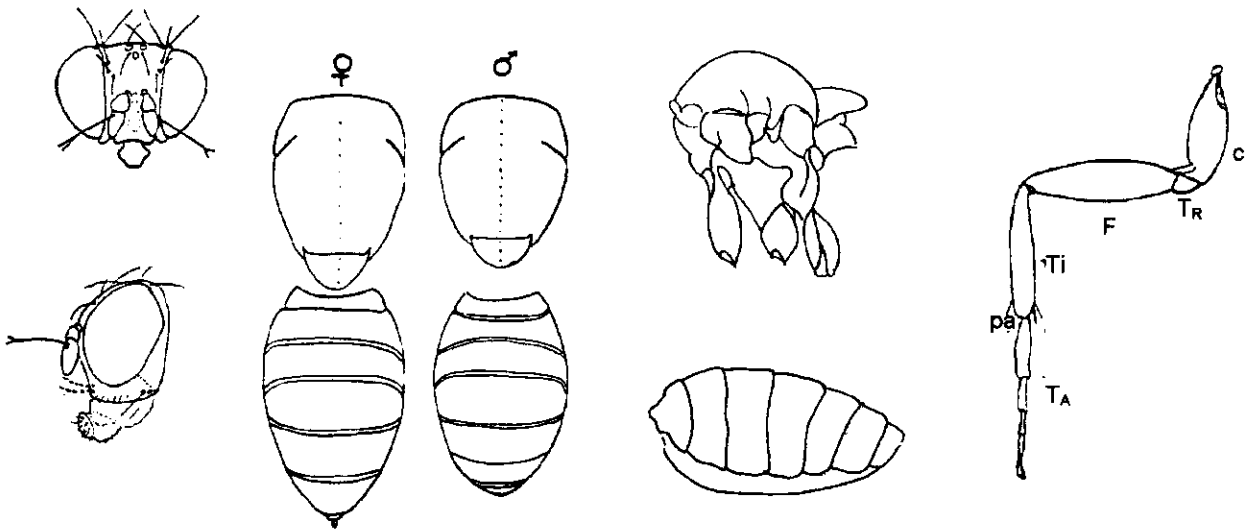


FIG. 11—*Drosophila willistoni*; FIG. 12—*D. equinoxialis*; FIG. 13—*D. paulistorum* from Brazil; FIG. 14—*D. paulistorum* from Honduras; FIG. 15—*D. tropicalis* from Goyaz, Brazil; FIG. 16—*D. tropicalis* from Cuba; FIG. 17—*D. insularis*; FIG. 18—*D. insularis* ♀ × *D. willistoni* ♂ hybrid. CL—posterior clasper; GC—genital chamber; H—hypandrium; HT—hypandrium tooth; SC—anterior claspers.

**Anexo 3 - Ficha de morfotipo utilizada para a morfotipagem dos espécimes de drosophilídeos**

**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI (MPEG)  
Laboratório de Ecologia de Insetos**

<b>Cód. Morfotipo:</b>	<b>Nº de Aristas:</b>	<b>Nº de Cerdas Acrosticais:</b>
<b>Cód. Coleta:</b>	<b>Nº de Dorso-centrais:</b>	<b>Pré-escutelares ( ) presente ( ) ausente</b>
<b>Grupo:</b>	<b>Nº de Cerdas Orais:</b>	<b>Esc. Ant. ( ) divergente ( ) convergente</b>
<b>Espécie:</b>	<b>Nº de Cerdas Orbitais:</b>	<b>Esc. Post. ( ) divergente ( ) convergente</b>



$$IC = \frac{AB}{BC} \approx$$