

Pós-Graduação
ZOOLOGIA
MPEG/UFPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA

ROBERTO GUEVARA FERREIRA LIMA

**DISPERSÃO DE SEMENTES POR SAUINS-DE-COLEIRA (*Saguinus bicolor*
SPIX, 1823; PRIMATES: CEBIDAE): EFEITOS DO PADRÃO DE
DESLOCAMENTO NA FORMAÇÃO DE SOMBRAS DE SEMENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do convênio entre a Universidade Federal do Pará e o Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Zoologia.

Orientadora: Maria Aparecida Lopes, Ph.D.
ICB-UFPA

Belém – PA

2012

ROBERTO GUEVARA FERREIRA LIMA

**DISPERSÃO DE SEMENTES POR SAUINS-DE-COLEIRA (*Saguinus bicolor*
SPIX, 1823; PRIMATES: CEBIDAE): EFEITOS DO PADRÃO DE
DESLOCAMENTO NA FORMAÇÃO DE SOMBRAS DE SEMENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do convênio entre a Universidade Federal do Pará e o Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Zoologia.

Orientadora: Maria Aparecida Lopes, Ph.D.
ICB-UFPA

Belém – PA

2012

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo apoio incondicional que sempre tive para poder ter a melhor formação possível.

À minha orientadora, Maria Aparecida Lopes (Cida), por ter aceitado me orientar, pela paciência e ensinamentos ao longo dos últimos anos, além da excelente orientação.

À Luciana Frazão Luiz, por todo apoio que deu ao meu trabalho, seja com conselhos, ajuda nas coletas ou por ter me hospedado em sua casa durante o período que estive em Manaus. Muito deste trabalho se deve a ela.

À família da Luciana, Cristina (mãe), José Luiz (pai) e Daniel (irmão) pelo apoio que me deram ao me receberem como um novo membro da família.

Ao Marcelo Gordo, pelo apoio ao meu projeto desde o começo quando ainda nem estava no papel. Apoio que foi fundamental para a realização deste trabalho.

Ao pessoal do Projeto Sauim de Coleira, coordenado pelo Marcelo Gordo, que esteve sempre disposto a me ajudar no que eu precisei.

Aos professores Helder Lima de Queiroz, Ana Luisa Albernaz e Ana Cristina Mendes de Oliveira pelas contribuições que fizeram ao meu projeto durante a aula de qualificação.

Aos membros da banca avaliadora Marina J. Lapenta, Renato Cintra, Rodrigo F. Fadini e Stephen F. Ferrari pelas valiosas sugestões e correções ao meu trabalho.

Ao Refúgio da Vida Silvestre Sauim Castanheiras, em Manaus, na pessoa do veterinário Laerzio Chiesorin Neto, pelo apoio para a coleta de dados utilizando sauíns em cativeiro.

Ao Daniel Frazão Luiz e Chaulio de Resende Ferreira, pela ajuda com a elaboração de um programa de computador para facilitar a análise de dados.

À Naraiana Loureiro Benone, pela ajuda na elaboração do mapa das áreas de estudo.

Aos pesquisadores que gentilmente me enviaram artigos de suas autorias: David Watson, David Roshier, Eckhard Heymann, Jill Anderson, Steve Buskirk, Sean Murphy, Ahimsa Campos-Arceiz, Javier Rodriguez-Perez e Roger Cousens.

Ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
LISTA DE FIGURAS E TABELAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.2. Dispersão de sementes e animais frugívoros	1
1.3. Frugivoria e dispersão de sementes por primatas	2
1.4. Espécie alvo: o sauí-de-coleira (<i>Saguinus bicolor</i>)	3
1.5. Bibliografia citada	6
2. APRESENTAÇÃO: Artigo a ser submetido para a revista Journal of Tropical Ecology	11
RESUMO	12
INTRODUÇÃO	13
MÉTODOS	15
<i>Área de estudo</i>	15
<i>Espécie alvo e grupos de estudo</i>	17
<i>Coleta de dados</i>	18
<i>Análise de dados</i>	19
RESULTADOS	20
<i>Tempo de retenção de sementes</i>	20
<i>Padrão de deslocamento e sombra de sementes</i>	21
DISCUSSÃO	24
LITERATURA CITADA	28
3. ANEXO	37
<i>Regras de submissão do artigo</i>	37

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1: Representação gráfica do modelo de Janzen-Connell.	1
Figura 2: Sauim-de-coleira (<i>Saguinus bicolor</i>).	4
Figura 3: Distribuição geográfica de <i>S. bicolor</i>	5
Figura 4: Localização das áreas de estudo.	17
Figura 5: Distribuição de probabilidades do tempo de retenção de sementes por <i>Saguinus bicolor</i>	21
Figura 6: Sombras de sementes geradas por <i>Saguinus bicolor</i>	22
Figura 7: Correlação linear entre a proporção ocupada da área de uso e distâncias médias de dispersão.	24
Tabela 1: Esforço amostral e quantidade de registros utilizados na estimativa de sombra de sementes geradas por <i>Saguinus bicolor</i>	22
Tabela 2: Valores médios das distâncias de dispersão, proporção de área de uso e resultados da análise de correlação linear aplicada para cada grupo estudado de <i>Saguinus bicolor</i>	
Valores em negrito referem-se a modelos significativos.	23

RESUMO

Quantificar a sombra de sementes gerada por um dispersor, ou seja, a maneira como as sementes são distribuídas em função do tempo que o dispersor as retém e de como este se desloca pelo habitat, é etapa essencial para avaliar os impactos do dispersor na estruturação e funcionamento de populações e comunidades vegetais. Este é o primeiro estudo com o primata *S. bicolor* como dispersor de sementes e teve como objetivo investigar o padrão de formação de sombra de sementes e sua relação com o padrão de deslocamento da espécie. O deslocamento de quatro grupos de *S. bicolor* foi monitorado em três fragmentos florestais em Manaus, Amazonia Central. O posicionamento dos animais em um sistema de trilhas foi registrado em intervalos de cinco minutos, ao longo de todo período de atividade, cinco dias ao mês durante o mínimo de 15 meses cada grupo. O tempo de retenção de sementes foi estimado registrando-se o tempo de ingestão, de defecação e o número de sementes de cinco espécies de frutos cultivados ofertados a quatro indivíduos criados em cativeiro. Sombras de sementes foram estimadas através da combinação de dados do padrão de deslocamento com dados do tempo de retenção de sementes. Para cada grupo, foram obtidas a distância média de dispersão e a proporção da área de uso ocupada em uma base mensal, e a relação destas duas variáveis foi verificada através de uma regressão linear simples. O tempo de retenção de sementes variou de 27 a 295 minutos ($N = 394$), sendo que mais da metade das sementes ficam retidas em até duas horas no trato digestivo, e o número médio de sementes por defecação foi de $3,5 (\pm 3,7; N = 111)$. Probabilidades de dispersão de sementes para fora das imediações da planta-matriz ultrapassam 80%, além de incluírem distâncias maiores do que 1 km. Apenas para dois grupos foi verificado que há relação entre a proporção da área de uso e as distâncias de dispersão sendo que para um destes o poder explanatório do modelo foi menor do que 20%. Os resultados indicam que *S. bicolor* dispersa sementes de forma efetiva e, assim como outros calitriquíneos, pode contribuir para a estruturação e regeneração de ecossistemas florestais.

ABSTRACT

Quantifying the seed shadow generated by a disperser, which is the way seeds are distributed as a function of both the time seeds are retained in its digestive tract and of its ranging patterns through the habitat, is a key step to assess the impact of the seed disperser on structuring and functioning of plant populations and communities. This is the first study concerning the primate *S. bicolor* as a seed disperser and aimed to investigate the formation pattern of seed shadow in relation to the ranging patterns of the species. The moving of four groups of *S. bicolor* was monitored in three forest fragments in Manaus, Central Amazonia. The position of the animals in a trail grid was registered at five minutes intervals over the whole period of activity for five days a month over at least 15 months each group. The seed retention time were estimated by records of the time of ingestion, defecation and number of seeds of five species of cultivated fruits offered to four captive tamarins. Seed shadows were estimated by combining ranging patterns data with the seed retention time data. To each group, mean dispersal distance and the proportion of the home range used were obtained on a monthly basis, and their relation was accessed by a simple linear regression. The seed retention time ranged from 27 to 295 minutes (N = 394), with more than half of the seeds being retained up to two hours in the gut, and average number of seeds per defecation was 3,5 ($\pm 3,7$; N = 111). Probabilities of seed dispersal out of the vicinity of the parent plant are greater than 80% besides including distances greater than 1 km. For only two groups was verified a relation between the proportion of home range used and the dispersal distance, on a monthly basis, and one of them the explanatory power of the model reached less than 20%. The results indicate that *S. bicolor* disperses seeds effectively and, like other callitrichines, may contribute to the structuring and regeneration of forest ecosystems.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.2. Dispersão de sementes e animais frugívoros

O fenômeno da dispersão, maneira com que os indivíduos de uma população se afastam uns dos outros, é reconhecido pelos ecólogos como um dos principais fatores que influenciam os padrões de abundância e distribuição das espécies (Townsend *et al.* 2010). Para o ciclo de vida de vegetais com flores, a dispersão de seus propágulos, geralmente sementes, consiste em um processo crucial, principalmente em florestas tropicais (Howe & Miriti 2004).

A alta mortalidade de sementes que estão dispostas logo abaixo da planta-matriz, como proposto pelo modelo de Janzen-Connell (Figura 1 – Schupp 1992) já foi demonstrada para várias espécies (Howe *et al.* 1985, Schupp 1988, Harms *et al.* 2000). De acordo com o modelo, a alta densidade e a proximidade de sementes e plântulas a adultos co-específicos tornam estas mais suscetíveis à ação de predadores e patógenos, sendo então o recrutamento maior em locais distantes. Este é um dos modelos que ajudam a explicar a riqueza de espécies vegetais em ecossistemas florestais (Terborgh *et al.* 2002), devido a possibilidade de estabelecimento de plântulas de outras espécies nas adjacências da planta-matriz, o que resultaria na coexistência de um grande número de espécies na comunidade (Schupp 1992).

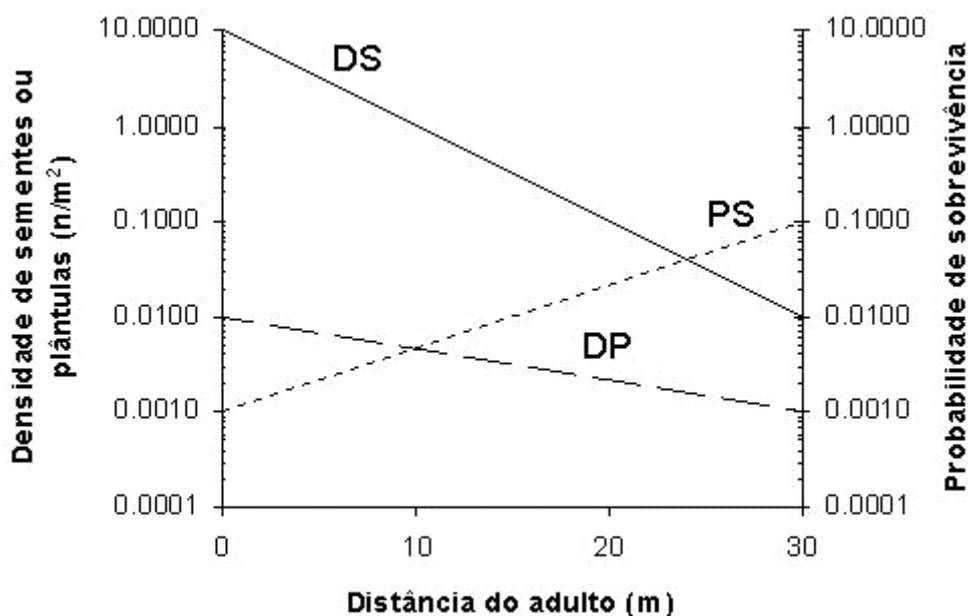


Figura 1: Representação gráfica do modelo de Janzen-Connell. DS: Densidade de sementes; PS: Probabilidade de sobrevivência; DP: Densidade de plântulas. Modificado de Wright e Duber (2000).

O mecanismo de dispersão de sementes mais comum em ecossistemas florestais é a zoocoria, dispersão realizada por animais (Charles-Dominique 1993 Tabarelli & Peres 2002, Terborgh *et al.* 2002, Almeida-Neto *et al.* 2008), especialmente a endozoocoria, na qual os animais engolem as sementes intactas junto com a polpa dos frutos e posteriormente as depositam em algum substrato, em geral o solo, junto com as fezes (Stiles 2000). Em florestas tropicais, a proporção de espécies vegetais com adaptações para dispersão zoocórica pode ultrapassar dois terços (Howe & Smallwood 1982, Jordano 2000). Assim, este mecanismo de dispersão é reconhecido como um fenômeno de grande influência para dinâmica populacional e estrutura da comunidade de plantas (Fleming & Sosa 1994, Nathan & Muller-Landau 2000).

De modo geral pode-se afirmar que o padrão de deslocamento, padrão com que os indivíduos se deslocam pelo habitat ao longo do período de atividades, e o tempo de retenção de sementes, intervalo de tempo entre o momento em que o animal adquire as sementes e o momento em que as despeja, são atributos biológicos fundamentais de animais frugívoros que influenciam em seus desempenhos como dispersores (Holbrook & Smith 2000, Stiles *et al.* 2000, Stoner *et al.* 2007). Tais atributos estão intimamente relacionados com a formação de sombras de sementes por esses animais, ou seja, a maneira com que os dispersores influenciam na distribuição espacial inicial das sementes dispersadas em relação à planta-matriz (Stiles 2000, Chapman & Russo 2007, Stoner *et al.* 2000). Devido à grande mortalidade de indivíduos vegetais em estágios de vida iniciais (Harper 1977, Harms *et al.* 2000), o conhecimento acerca do padrão de formação de sombras de sementes por frugívoros é essencial, visto a influência que estes exercem sobre os processos ecológicos populacionais e em nível de comunidade envolvendo espécies vegetais (Julliot 1997, Muscarella & Fleming 2007).

Vários grupos de animais incluem espécies dispersoras de sementes como os mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes e formigas, este último o único entre os invertebrados que constitui um grande grupo de dispersores (Stiles 2000). Mamíferos e aves são os principais dispersores de sementes em florestas tropicais (Jordano 2000). Dentre os mamíferos, os primatas juntamente com morcegos consistem nos grupos que contém o maior número de espécies frugívoras e de maior influência como dispersores (Fleming & Sosa 1994; Chapman & Russo 2007; Muscarella & Fleming 2007; Stoner *et al.* 2007).

1.3. Frugivoria e dispersão de sementes por primatas

Os primatas constituem um grupo de animais notáveis em florestas tropicais, correspondendo a até 40% da biomassa de frugívoros (Chapman 1995). Todos os primatas do novo mundo e a maioria dos primatas do velho mundo se alimentam de frutos que, para muitas espécies, consiste no principal item alimentar (Strier, 2007). Diversos estudos verificaram a importância dos primatas para a dispersão de sementes sob diversos aspectos. Dentre estes, destacam-se os processos de manipulação dos frutos e sementes, a quantidade de sementes dispersadas, as taxas de germinação e a

distância de deposição das sementes em relação à planta-matriz (Chapman 1995, Chapman & Russo 2007).

Em estudos com primatas, é comum a observação direta dos eventos de frugivoria e de defecação, permitindo estimativas mais precisas do tempo de retenção e distâncias de dispersão através do método do “evento de frugivoria isolado” (isolated feeding bout – Garber 1986, Stevenson 2000, Link & Di Fiore 2006, Martins 2006, Bravo 2009, Valenta & Fedigan 2010). Em caso de consumo de frutos de um único indivíduo vegetal de determinada espécie dentro de um intervalo de tempo grande, é possível identificar a planta-matriz das sementes depositadas pelo frugivoro. Entretanto, eventos isolados de frugivoria normalmente são raros (Dew 2011) e são mais difíceis de detectar com animais não habituados totalmente, o que limita conclusões.

Poucos estudos com primatas utilizaram o tempo de retenção de sementes obtidos com animais em cativeiro para inferir distâncias de dispersão de sementes por grupos sociais monitorados em campo (Estrada & Coates-Estrada 1984, Oliveira & Ferrari 2000, Wehncke *et al.* 2003, Wehncke & Domínguez 2007, McConkey & Chivers 2007), além de terem utilizado uma medida pontual e não toda a distribuição o que provavelmente não abrange toda a possível variação de distâncias de dispersão que esses animais podem gerar. Mesmo com o possível efeito do cativeiro sobre o tempo de retenção sementes, a obtenção de dados mais robustos, que normalmente não é possível em campo, pode ser válida para a estimativa de sombras de sementes. Tal procedimento já é tradicional em estudos com aves (Murray 1988, Holbrook & Smith 2000, Westcott & Graham 2000, Ward & Paton 2007) e também já foi utilizado com outros vertebrados como mamíferos não-primatas (Hickey *et al.* 1999, Vellend *et al.* 2003, Koike *et al.* 2010,), testudíneos (Jerozolimsky *et al.* 2009) e peixes (Anderson *et al.* 2011).

Alguns estudos recentes evidenciam que primatas da sub-família Callitrichinae exercem um papel crucial na regeneração de florestas tropicais (Oliveira & Ferrari 2000, Catenacci *et al.* 2009, Culot *et al.* 2010, Cardoso *et al.* 2011) devido a capacidade de permanecerem em habitats fragmentados e por dispersarem sementes em habitats diferentes dos quais as ingeriram, podendo gerar fluxo de sementes de florestas primárias para secundárias. No entanto, o entendimento da contribuição desses animais para a regeneração natural de habitats degradados é limitada, pois a grande maioria dos estudos sobre dispersão de sementes por primatas envolve espécies de grande porte (Chapman & Russo 2007).

1.4. Espécie alvo: o sauí-de-coleira (*Saguinus bicolor*)

O sauí-de-coleira (Figura 2) é uma das espécies de primatas mais ameaçadas da Amazônia e está incluída na família Cebidae e na sub-família Callitrichinae (Schneider 2000). É considerada por alguns autores como espécie “criticamente em perigo” (Hilton-Taylor *et al.* 2004, Gordo 2008) e como “em perigo” pela IUCN (Mittermeier *et al.* 2008). Sua distribuição geográfica (Figura 3) é pequena (7.500 km²) quando comparada a de outras espécies do mesmo gênero e compreende a região da

cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, incluindo os municípios de Rio Preto da Eva e Itacoatiara (Gordo *et al.* 2008).



Figura 2: Sauim-de-coleira (*Saguinus bicolor*). Foto: Luiz C. Marigo.

Assim como em outras espécies de *Saguinus*, os grupos sociais de sauins-de-coleira normalmente não ultrapassam 12 indivíduos (Vidal & Cintra 2006), havendo bastante coesão entre os indivíduos de um grupo ao se deslocarem pelo habitat (Gordo, comunicação pessoal) e ocupando áreas de uso que atingem até 100 ha (Gordo *et al.* 2008). Até o momento, há somente um estudo com dados sobre a dieta e comportamento alimentar da espécie (Egler 1992) em que foi verificado que frutos e artrópodes são os principais itens de sua dieta, e que cerca 24% do tempo é gasto em atividades relacionadas à alimentação. Vidal e Cintra (2006) demonstraram que os componentes estruturais de habitat, como abertura de dossel e abundância de árvores mortas em pé ou caídas, podem afetar a ocorrência e abundância de sauins através de censos populacionais na Reserva Ducke.

A principal ameaça ao sauim-de-coleira é o crescimento urbano desordenado (Mittermeier *et al.* 2008), com frequentes invasões de áreas verdes urbanas, acompanhadas de total destruição da floresta (Ribeiro *et al.* 1999). É bastante comum grupos de *S. bicolor* habitando fragmentos pequenos e muito degradados devido à exploração humana (Gordo, dados não publicados).

Além dos estudos citados acima, ainda há outros com informações sobre a distribuição geográfica da espécie (Ayres *et al.* 1982, Subirá 1999, Rohe 2006), genética de populações (Santos 2005) e ecologia cognitiva (Azevedo 2006). No entanto, é um animal cuja biologia ainda é relativamente pouco conhecida, o que dificulta a elaboração de estratégias de conservação da espécie.

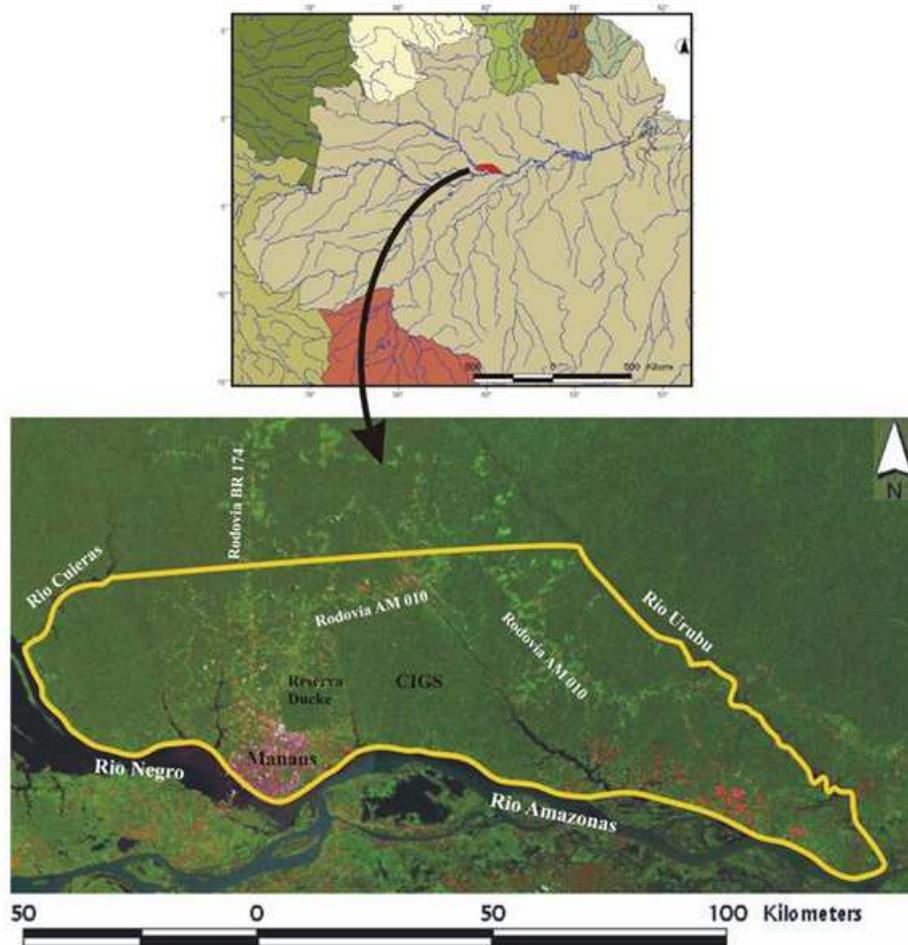


Figura 3: Distribuição geográfica de *S. bicolor* em vermelho (acima) e amarelo (abaixo). Fonte: wcs.org.br.

Este estudo traz informações inéditas acerca do papel de *S. bicolor* como dispersor de sementes, contribuindo com levantamento de dados sobre a ecologia da espécie em si e também de calitriquíneos em geral. Este táxon tem recebido atenção nas últimas décadas, visto o grande número de espécies em declínio populacional (IUCN 2011) e as recentes descobertas sobre a importância desses animais como dispersores de sementes em ecossistemas florestais (Oliveira & Ferrari 2000, Lapenta & Procópio-de-Oliveira 2008 e 2009, Catenacci *et al.* 2009, Culot *et al.* 2010, Cardoso *et al.* 2011).

1.5. Bibliografia citada

- ALMEIDA-NETO, M., CAMPASSI, F., GALLETI, M., JORDANO, P. & OLIVEIRA-FILHO, A. 2008. Vertebrate dispersal syndromes along Atlantic forest: Broad-scale patterns and macroecological correlates. *Global Ecology and Biogeography* 17: 503 – 513.
- ANDERSON, J. T., NUTTLE, T., SALDAÑA ROSAS, J. S., PENDERGAST, T. H. & FLECKER, A. S. 2011. Extremely long distance seed dispersal by an overfished Amazonian frugivore. *Proceedings of the Royal Society B* 278(1723): 3329 – 3325.
- AYRES, J. M., MITTERMEIER, R. A. & CONSTABLE, I. D. 1982. Brazilian tamarins on the way of extinction? *Oryx* 16(4): 329 – 333.
- AZEVEDO, R. B. 2006. Ecologia cognitiva e forrageio social em *Saguinus bicolor* (Spix, 1823). Dissertação (Mestrado em Zoologia). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- BRAVO, S. P. 2009. Implications of behavior and gut passage for seed dispersal quality: The case of black and gold howler monkeys. *Biotropica* 41(6): 751 – 758.
- CARDOSO, N. A., LE PENDU, Y., LAPENTA, M. J. & RABOY, B. E. 2011. Frugivory patterns and seed dispersal by golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in Una Biological Reserve, Bahia, Brazil. *Mammalia* 75: 327 – 337.
- CATENACCI, L. S.; DE VLEESCHOUWER, K. M.; NOGUEIRA-FILHO, S. L. G. 2009. Seed dispersal by golden-headed lion tamarins *Leontopithecus chrysomelas* in southern bahian Atlantic Forest, Brazil. *Biotropica* 41(6): 744 – 750.
- CHAPMAN, C. A. 1995. Primate seed dispersal: coevolution and conservation implications. *Evolutionary Anthropology* 4: 74 – 82.
- CHAPMAN, C. A. & RUSSO, S. E. 2007. Primate seed dispersal: Linking behavioral ecology with forest community structure. Pp. 510 – 525 in Campbell, C.J.; Fuentes, A.; Mackinnon, F.; Parger, M.; Bearder, S. (eds.). *Primates in Perspective*. Oxford University Press.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. 1993. Speciation and coevolution: An interpretation of frugivory phenomena. *Vegetatio* 107/108: 75 – 85.
- CULOT, L., HUYNEN, M. -C., GÉRARD, P. & HEYMANN, E. W. 2009. Short-term post-dispersal fate of seed defecated by two small primate species (*Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*) in the Amazonian forest of Peru. *Journal of Tropical Ecology* 25: 229 – 238.

- DEW, J. 2011. Feeding ecology, frugivory and seed dispersal. Pp. 225 – 235 in Setchell, J. M & Curtis, D. J. Field and laboratory methods in primatology: A practical guide. 2^a edição. Cambridge.
- EGLER, S. G. 1992. Feeding ecology of *Saguinus bicolor bicolor* (Primates: Callitrichidae) in a forest relict in Manaus, Brazilian Amazonia. *Folia Primatologica* 59: 61 – 76.
- ESTRADA, A. & COATES-ESTRADA, R. 1984. Fruit eating and seed dispersal by howling monkeys (*Alouatta palliata*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology* 6: 77 – 91.
- FLEMING, T. H. & SOSA, V. J. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy* 75(4): 845 – 851.
- GARBER, P. A. 1986. The ecology of seed dispersal in two species of callitrichid primates (*Saguinus mistax* and *Saguinus fuscicollis*). *American Journal of Primatology*, 10: 155 – 170.
- GORDO, M. 2008. *Saguinus bicolor*. Pp. 750 – 751 em Machado, A. B. M., Drummond, G. M. & Paglia, A. P. (org). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, Vol. 2. Ministério do Meio Ambiente.
- GORDO, M., RODRIGUES, L. F., VIDAL, M. D. & SPIRONELLO, W. R. 2008. Primatas. Pp. 39 – 50 em Oliveira, M. L., Baccaro, F. B., Braga-Neto, R. & Magnusson, W. E. (eds). Reserva Ducke: A Biodiversidade Amazônica Através de uma Grade. Áttema.
- HARMS, K. E., WRIGHT, S. J., CALDERÓN, O., HERNÁNDEZ, A. & HERRE, E. A. 2000. Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. *Nature* 404: 493 – 495.
- HARPER, J. L. 1977. Population biology of plants. Academic Press. London.
- HICKEY, J. R., FLYNN, R. W., BUSKIRK, S. W., GEROW, K. G. & WILLSON, M. F. 1999. An evaluation of a mammalian predator *Martes Americana*, as a disperser of seeds. *Oikos* 87: 499 – 508.
- HILTON-TAYLOR, C., RYLANDS, A. B. & AGUIAR, J. M. 2004. IUCN Red list – neotropical primates. *Neotropical Primates* 12(1): 33 – 35.
- HOLBROOK, K. & SMITH, T. 2000. Seed dispersal and movement patterns in two species of *Ceratogymna* hornbills in a West African tropical lowland forest. *Oecologia* 125: 249 – 257.
- HOWE, H. F. & MIRITI, M. N. 2004. When seed dispersal matters. *Bioscience* 54: 651 – 660.

- HOWE, H. F. & SMALLWOOD, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201 – 228.
- HOWE, H. F., SCHUPP, E. W. & WESTLEY, L. C. Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Virola surinamensis*). *Ecology* 66: 781 – 791.
- JEROZOLIMSKY, A., RIBEIRO, M. B. N. & MARTINS, M. 2009. Are tortoises important seed dispersers in Amazonian forests? *Oecologia* 161: 517 – 528.
- JULLIOT, C. 1997. Impact of seed dispersal by red howler monkeys *Alouatta seniculus* on the seedling population in the understorey of tropical rain forest. *Journal of Ecology* 85: 431 – 430.
- JORDANO, P. 2000. Fruits and frugivory. Pp. 125 – 165 in Fenner, M. (ed). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2ª edição. Cabi Publishing.
- KOIKE, S., MASAKI, T., NEMOTO, Y., KOZAKAI, C., YAMAZAKI, K. & KASAI, S. 2010. Estimate of the seed shadow created by the Asiatic black bear *Ursus thibetanus* and its characteristics as a seed disperser in Japanese cool-temperate forest. *Oikos* 120: 280 – 290.
- LINK, A. & DI FIORE, A. 2006. Seed dispersal by spider monkeys and its importance in the maintenance of neotropical rain-forest diversity. *Journal of Tropical Ecology* 22: 235 – 246.
- MARTINS, M. M. 2006. Comparative seed dispersal effectiveness of sympatric *Alouatta guariba* and *Brachyteles arachnoids* in southeastern Brazil. *Biotropica* 38(1): 57 – 63.
- McCONKEY, K. R. & CHIVERS, D. J. 2007. Influence of gibbon ranging patterns on seed dispersal distance and deposition site in Bornean forest. *Journal of Tropical Ecology* 23: 269 – 275.
- MITTERMEIER, R. A., BOUBLI, J.-P., SUBIRÁ, R. & RYLANDS, A. B. 2008. *Saguinus bicolor*. Em: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. <www.iucnredlist.org>. Acesso: janeiro de 2012.
- MURRAY, K. G. 1988. Avian seed dispersal of three neotropical gap-dependent plants. *Ecological Monographs* 58(4): 271 – 298.
- NATHAN, R. & MULLER-LANDAU, H. C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 278 – 285.
- OLIVEIRA, A. C. M. & FERRARI, S. F. 2000. Seed dispersal by black-handed tamarins, *Saguinus midas niger* (Callitrichinae, Primates): implications for the regeneration of degraded forest habitats in eastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 16: 709 – 716.

RIBEIRO, J. E. L. S., HOPKINS, M. J. G., VICENTINI, A., SOTHERS, C. A., COSTA, M. A. S., BRITO, J. M., SOUZA, M. A. D., MARTINS, L. H. P., LOHMANN, L. G., ASSUNÇÃO, P. A. C. L., PEREIRA, E. C., SILVA, C. F., MESQUITA, M. R. & PROCÓPIO, L. C. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

ROHE, F. 2006. Área de contato entre as distribuições geográficas de *Saguinus midas* e *Saguinus bicolor*: a importância de interações e fatores ecológicos. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Amazonas.

SANTOS, W. G. 2005. Genética das populações do sauí-de-coleira (*Saguinus bicolor* – Callitrichidae) em fragmentos florestais e floresta contínua: implicações para conservação. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas.

SCHNEIDER, H. 2000. The current status of the New World monkey phylogeny. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72(2): 165 – 172.

SCHUPP, E. W. 1988. Seed and early seed predation in the forest understory and in treefall gaps. *Oikos* 51: 71 – 78.

SCHUPP, E.W. 1992. The Janzen-Connell model for tropical tree diversity: Population implications and the importance of spatial scale. *The American Naturalist* 140(3): 526 – 530.

STILES, E. W. 2000. Animals as seed dispersers. Pp. 111 – 124 in Fenner, M. (ed). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2ª edição. Cabi Publishing.

STONER, K. E., RIBA-HERNÁNDEZ, P., VULINEC, K. & LAMBERT, J. A. 2007. The role of mammals in creating and modifying seedshadows in tropical forests and some possible consequences of their elimination. *Biotropica* 39(3): 316 – 327.

STRIER, K. B. 2007. *Primate Behavioral Ecology*. 3ª edição. Allyn and Bacon.

SUBIRÁ, R. J. 1998. Avaliação da situação atual das populações selvagens do sauí de coleira, *Saguinus bicolor bicolor*, (Spix, 1823). Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Distrito Federal.

TABARELLI, M. & PERES, C. A. 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: Implications for forest regeneration. *Biological Conservation* 106: 165 – 176.

TERBORGH, J., PITMAN, N., SILMAN, M., SCHICHTER, H. & NÚÑEZ, P. V. 2002. Maintenance of tree diversity in tropical forests. Pp. 351 – 364 in Levey, D. J., Silva, W. R. & Galetti, M. (eds). *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation*. CABI Publishing.

- TOWNSEND, C. R., BEGON, M. & HARPER, J. L. 2010. Fundamentos em Ecologia. 3^a ed. Artmed.
- VALENTA, K. & FEDIGAN, L. M. 2010. Spatial patterns of seed dispersal by white-faced capuchins in Costa Rica: Evaluating distant-dependent seed mortality. *Biotropica* 42(2): 223 – 228.
- VELLEND, M., MYERS, J. A., GARDESCU, S. & MARKS, P. L. 2003. Dispersal of *Trillium* seeds by deer: implications for long-distance migration of forest herbs. *Ecology* 84(4): 1067 – 1072.
- VIDAL, M. D. & CINTRA, R. 2006. Effects of the forest structure components on the occurrence, group size and density of groups of bare-face tamarin (*Saguinus bicolor* – Primates: Callitrichinae) in Central Amazonia. *Acta Amazonica* 36(2): 237 – 248.
- WARD, M. J., & PATON, D. C. 2007. Predicting mistletoe seed shadow and patterns of seed rain from movements of the mistletoe bird, *Dicaeum hirundinaceum*. *Austral Ecology* 32: 113 – 121.
- WEHNCKE, E. V., HUBBEL, S. P., POSTER, R. B. & DALLING, J. W. 2003. Seed dispersal patterns produced by white-faced monkeys: implications for the dispersal limitation of neotropical tree species. *Journal of Ecology* 91: 677 – 685.
- WEHNCKE, E. V., VALDEZ, C. N. & DOMINGUEZ, C. A. 2004. Seed dispersal and defecation patterns of *Cebus capucinus* and *Alouatta palliata*: consequences for seed dispersal effectiveness. *Journal of Tropical Ecology* 20:535–543.
- WESTCOTT, D. A. & GRAHAM, D. L. 2000. Patterns of movement and seed dispersal of a tropical frugivore. *Oecologia* 122: 249 – 257.
- WORMELL, D. 2000. Management guidelines for pied tamarins *Saguinus bicolor bicolor*. *Dodo Journal of Wildlife Preservation Trusts* 36: 87. 2000.

2. APRESENTAÇÃO: Artigo a ser submetido para a revista Journal of Tropical Ecology.

DISPERSÃO DE SEMENTES POR SAUINS-DE-COLEIRA (*Saguinus bicolor* SPIX, 1823; PRIMATES: CEBIDAE): EFEITOS DO PADRÃO DE DESLOCAMENTO NA FORMAÇÃO DE SOMBRAS DE SEMENTES

Palavras-chave: distâncias de dispersão, interação frugívoro-planta, tempo de retenção de sementes, uso de espaço

Roberto Guevara^{1,2}, Marcelo Gordo³ e Maria Aparecida Lopes¹

1 – Laboratório de Ecologia e Zoologia de Vertebrados, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, 66075 – 110, Belém – Pará, Brasil.

2 – Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Avenida Perimetral 1901/1907, Terra Firme, 66017-970, Belém – Pará, Brasil.

3 – Projeto Sauim-de-Coleira, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000, 69077-000, Manaus – Amazonas, Brasil.

Email do primeiro autor: robertoguevara.bio@gmail.com

RESUMO

Quantificar a sombra de sementes gerada por um dispersor é etapa essencial para avaliar seu impacto na estruturação e dinâmica de populações e comunidades vegetais. Este estudo teve como objetivo investigar o padrão de formação de sombra de sementes por *S. bicolor* através da combinação de dados do padrão de deslocamento, obtidos com o monitoramento de quatro grupos em três fragmentos florestais na Amazônia Central, com dados do tempo de retenção de sementes, obtidos utilizando quatro espécimes mantidos em cativeiro. Mais da metade das sementes ficam retidas em até duas horas no trato digestivo dos animais e probabilidades de dispersão de sementes para fora das imediações da planta-matriz ultrapassam 80%. Foi constatado probabilidades de dispersão a distâncias maiores do que 1 km, mais do que o esperado para calitriquídeos. Apenas para dois grupos foi verificado que há relação entre a proporção da área de uso e as distâncias de dispersão, em uma base mensal, sendo que para um destes grupos o poder explanatório do modelo foi menor do que 20%. Os resultados indicam que *S. bicolor* dispersa sementes de forma efetiva e, assim como outros calitriquíneos, pode contribuir para a estruturação e regeneração de ecossistemas florestais.

INTRODUÇÃO

Frugívoros são os agentes dispersores de sementes mais comuns em ecossistemas florestais (Howe & Smallwood 1982, Tabarelli & Peres 2002), exercendo influência direta na estrutura e dinâmica de populações e comunidades vegetais (Fleming & Sosa 1994, Julliot 1997, Nathan & Muller-Landau 2000, Russo & Augspurger 2004, Muscarela & Fleming 2007). A distribuição espacial das sementes dispersadas, ou sombra de sementes, é influenciada de forma distinta por cada espécie dispersora através da ação conjunta do padrão de deslocamento e tempo retenção de sementes pelo trato digestório dos animais (Stiles 2000, Stoner *et al.* 2007, Chapman & Russo 2007). Quantificar a sombra de sementes gerada por cada espécie frugívora é um dos primeiros passos a fim de compreender a contribuição de cada uma para os processos ecológicos envolvidos na interação (Dennis & Westcott 2007) visto que o período entre a deposição de sementes e o estabelecimento das plântulas corresponde a um estágio de grande importância no ciclo de vida de um vegetal (Harper 1977, Harms *et al.* 2000).

Estudos sobre a área de uso e padrões de deslocamento são fundamentais em ecologia animal visto que possibilitam o entendimento de diversos processos ecológicos relacionados ao deslocamento dos animais pelo habitat, como é o caso das interações frugívoro-planta (Westcott & Graham 2000, McConkey & Chivers 2007, Stoner *et al.* 2007, Culot *et al.* 2010, Holbrook 2010). Alguns estudos indicam que frugívoros de grandes áreas de uso e elevados percursos diários têm o potencial para dispersar sementes a grandes distâncias (Lambert & Chapman 2005, Stoner *et al.* 2007), porém ainda é difícil de estabelecer bem as relações do deslocamento dos animais com as implicações ecológicas destes como dispersores. McConkey e Chivers (2007) e

Stevenson (2000), por exemplo, indicam que o formato da área de uso e o grau de curvilinearidade dos percursos, respectivamente, também devem ser levados em consideração. Além disso, é possível que as distâncias de dispersão também estejam relacionadas com a proporção da área de uso utilizada pelos animais ao longo de determinado intervalo de tempo.

Primatas constituem um grupo relativamente bem estudado como dispersores de sementes (Chapman & Russo 2007). Em geral, são altamente frugívoros e abundantes, correspondendo a até 40% da biomassa de frugívoros em florestas tropicais (Chapman 1995). A capacidade de dispersar uma grande quantidade de sementes para fora das adjacências da planta-matriz (Martins 2006, Chapman & Russo 2007, Catenacci *et al.* 2009), o que confere a estas sementes maiores chances de sobrevivência (Janzen 1970, Howe & Miriti 2004), é um dos fatores que indica o potencial desses animais em dispersar sementes de forma efetiva, ou seja, de contribuir positivamente para o sucesso reprodutivo das plantas com as quais interagem (Schupp 1993).

Alguns estudos recentes evidenciam que primatas da sub-família Callitrichinae exercem um papel crucial na regeneração de florestas tropicais (Oliveira & Ferrari 2000, Catenacci *et al.* 2009, Culot *et al.* 2010, Cardoso *et al.* 2011) devido a capacidade de permanecerem em habitats fragmentados e por dispersarem sementes em habitats diferentes dos quais as ingeriram, podendo gerar fluxo de sementes de habitats primários para secundários. No entanto, o entendimento da contribuição desses animais para a regeneração natural de habitats degradados é limitada, pois a grande maioria dos estudos sobre dispersão de sementes por primatas envolve espécies de grande porte (Chapman & Russo 2007).

Devido à facilidade de observação de muitas espécies de primatas em habitat natural, é comum em estudos sobre dispersão de sementes a observação direta dos

eventos de frugivoria e de defecação, permitindo estimativas mais precisas das distâncias de dispersão em relação a estudos com outros frugívoros (Stevenson 2000, Link & Di Fiore 2006, Martins 2006, Bravo 2009, Valenta & Fedigan 2010). Entretanto, fatores como tempo despendido com cada grupo e dificuldade ou impossibilidade de habituação de animais, limitam análises conclusivas. Em estudos com aves, normalmente é utilizado o método que combina dados de padrões de deslocamento e de tempo de retenção de sementes pelo trato digestivo a fim de obter uma estimativa das sombras de sementes geradas (Murray 1988, Holbrook & Smith 2000, Westcott & Graham 2000, Ward & Paton 2007). Em estudos com primatas, apesar da maior precisão nas estimativas de distância de dispersão, a dificuldade na detecção dos indivíduos vegetais explorados e de coleta de dados para mais de dois grupos sociais tornam as conclusões muito restritas, ao contrário de estudos com aves em que é comum que vários indivíduos da espécie alvo sejam estudados.

Este é o primeiro estudo acerca do papel do primata *Saguinus bicolor*, uma das espécies de primatas mais ameaçadas da Amazônia, como dispersor de sementes. Utilizando dados do padrão de deslocamento e do tempo de retenção de sementes pelo trato digestivo, tivemos como objetivo estimar a sombra de sementes produzida pela espécie, quantificar a relação entre o padrão de deslocamento e as distâncias de dispersão e discutir a importância da dispersão de sementes por esta espécie e outros calitriquíneos para ecossistemas florestais.

MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em três fragmentos florestais na cidade de Manaus, Amazônia Central (Figura 1): Reserva Florestal Adolpho Ducke (Reserva Ducke), fragmento do Campus da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e fragmento do Clube do Trabalhadores do Serviço Social da Indústria – AM (SESI), todos de floresta de terra-firme. A Reserva Ducke (2°57'51"S 59°55,98"W) consiste em área de floresta primária de 10.000 ha localizado ao norte de Manaus classificada como floresta ombrófila densa e caracterizada por dossel fechado, sub-bosque com pouca luminosidade e palmeiras em abundância (Guillaumet & Kahn, 1982), contendo diferentes tipos de ambiente definidos de acordo com a variabilidade do relevo e composição do solo (Ribeiro *et al.* 1999). O fragmento da UFAM contém aproximadamente 600 ha de floresta ombrófila densa (Tello *et al.* 2008) e, para este estudo, foi dividido em duas áreas, distantes entre si e com diferenças na vegetação e influência antrópica: Acariquara (3°05'13"S 59°57'42"W), ao norte constituída por floresta madura sob leve a moderada influência antrópica; e Coroado (3°05'51"S 59°58'46"O), ao sudeste, formada por floresta secundária sob moderada influência antrópica (Cardoso 2011). O fragmento do SESI (3°04'13"S 59°57'47"O) tem aproximadamente 75 ha e consiste em floresta secundária que foi desmatada em quase toda a sua totalidade há 15 anos (Cardoso 2011).

O clima da região é do tipo Afi, de acordo com a classificação de Köppen: clima tropical com baixas oscilações na temperatura e chuvas durante todo o ano (Ribeiro, 1976). A temperatura média anual é de 26,6 °C (Oliveira *et al.* 2008), e a precipitação anual média é de 2.478 mm (Ribeiro, 1976) com estação chuvosa abrangendo os meses de dezembro a maio (Oliveira *et al.* 2008).

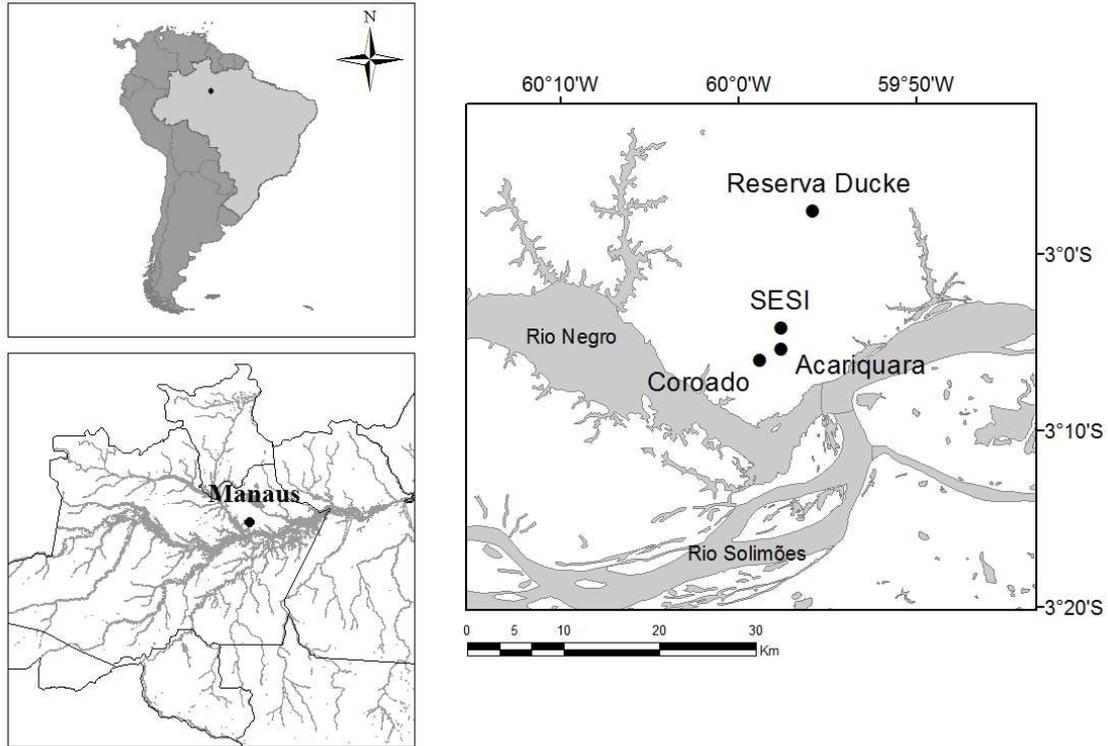


Figura 4: Localização das áreas de estudo na cidade de Manaus-Amazonas.

Espécie alvo e grupos de estudo

O sauí-de-coleira é um primata da sub-família Calitrichinae com distribuição restrita à região de Manaus – Amazonas e municípios adjacentes. Vive em grupos de 2 a 11 indivíduos (Vidal & Cintra 2006), se alimenta predominantemente de frutos e artrópodes (Egler 1992) e habita diversos fragmentos florestais urbanos e também áreas de floresta contínua adjacentes à cidade.

Na Reserva Ducke e no SESI foram monitorados um grupo, enquanto que no fragmento do campus da UFAM foram monitorados dois grupos, um em Acariquara e outro em Coroado, cada um contendo de sete a onze indivíduos. O grupo da Reserva Ducke habita uma área aproximadamente central, eliminando o potencial efeito de

borda. Em todos os grupos um indivíduo, normalmente a fêmea-alfa, recebeu um colar contendo um rádio transmissor (Wildlife Materials, Inc. - 164 MHz, 15 g). O colar era colocado após a captura dos animais utilizando armadilhas Tomahawk dispostas em uma plataforma contendo iscas para atraí-los. Assim, a identificação e localização dos grupos para coleta de dados era facilitada (Receptor TR4 – Telonics, Inc.). Algumas recapturas foram feitas para cada grupo para a manutenção do rádio-transmissor.

Coleta de dados

O monitoramento do padrão de deslocamento dos grupos ocorreu entre janeiro de 2008 e dezembro de 2009, com média de cinco dias de monitoramento por grupo ao longo 17 meses em média para cada grupo. Registros do posicionamento dos grupos eram realizados a intervalos de cinco minutos, de 0600 h a 1630 h, em relação a um sistema de trilhas estabelecido em cada área de estudo com marcações codificadas a cada 50 m, que coincidem com as interseções das trilhas. Setores de 0,25 ha formados pelas interseções das trilhas foram identificados e mapeados para facilitar os registros.

Para estimar o tempo de retenção de sementes pelo trato digestivo dos animais, foram utilizados quatro indivíduos criados em cativeiro e sementes, como marcadores, de cinco tipos de frutos cultivados normalmente para consumo humano (Wehncke *et al.* 2003). Frutos eram oferecidos aos sauíns durante o mínimo de cinco ou o máximo de dez minutos ou até que a ingestão de sementes fosse asseguradamente observada. Posteriormente, os frutos do experimento eram substituídos por frutos habitualmente ofertados aos animais diariamente. Cada tipo de fruto era ofertado uma única vez ao dia e o intervalo de tempo entre cada oferta era de no mínimo 30 minutos. Os indivíduos eram monitorados continuamente, assim como os substratos dos recintos, até o fim do

período de suas atividades. O horário de ingestão e de cada defecação, e o número de sementes em cada defecação eram anotados.

Análise de dados

Sombras de sementes foram estimadas de maneira semelhante a Murray (1988) e Holbrook & Smith (2000), através da combinação dos dados do padrão de deslocamento e do tempo de retenção de sementes. Para cada grupo, distâncias lineares entre uma planta-matriz hipotética e todos os registros subsequentes em um mesmo dia de monitoramento foram calculadas a intervalos de tempo de 30 minutos e expressas como uma matriz de probabilidades do posicionamento dos animais a determinada distância após determinado intervalo de tempo. A planta-matriz hipotética consiste na escolha aleatória, a cada dia de monitoramento, de um dos registros do posicionamento dos animais, sendo o horário do registro como o momento da ingestão das sementes e a posição do registro como a localização da planta-matriz. Utilizando os mesmos intervalos de tempo da matriz de posicionamento dos grupos, foi produzida uma matriz coluna com as proporções de sementes que passaram pelo trato digestivo dos animais em cada intervalo, representando a distribuição de probabilidades do aparecimento de sementes nas fezes em função do tempo. Para cada intervalo de tempo, a probabilidade de aparecimento de sementes foi multiplicada pela distribuição de probabilidades do posicionamento do grupo e para cada intervalo de distância os produtos eram somados ao longo de todos os intervalos de tempo, gerando assim a sombra de sementes. Não foram incluídos na análise os registros do posicionamento dos animais não compreendidos no intervalo entre o menor e o maior período de retenção de sementes.

A fim de quantificar o efeito do padrão de deslocamento sobre as distâncias de dispersão, para cada mês de monitoramento e cada grupo foram utilizadas como parâmetros a proporção da área de uso ocupada e a média das distâncias de dispersão. A proporção da área de uso ocupada consiste no número de quadrados distintos utilizados em um mês relativo ao número utilizado em todo o período de monitoramento. As médias foram calculadas utilizando os valores de distância dos grupos em relação à planta-matriz obtidos com os registros realizados dentro do intervalo de tempo de retenção de sementes. A relação foi verificada através de uma análise de correlação linear para cada grupo, utilizando o ambiente de programação estatística R 2.14 (R Development Core Team, 2011).

RESULTADOS

Tempo de retenção de sementes

Sementes foram coletadas das fezes de *S. bicolor* entre o intervalo mínimo de 27 minutos e máximo de 295 minutos após a ingestão, com pico entre 90 e 120 minutos (N = 394; Figura 2). Levando em consideração somente defecações contendo sementes, a média de sementes por defecação foi de 3,5 (\pm 3,7; N = 111) sendo que mais de um terço continham apenas uma semente. Visto que não era possível controlar o número de sementes ingeridas em cada repetição do experimento, não é possível afirmar que todas as sementes tenham sido coletadas posteriormente.

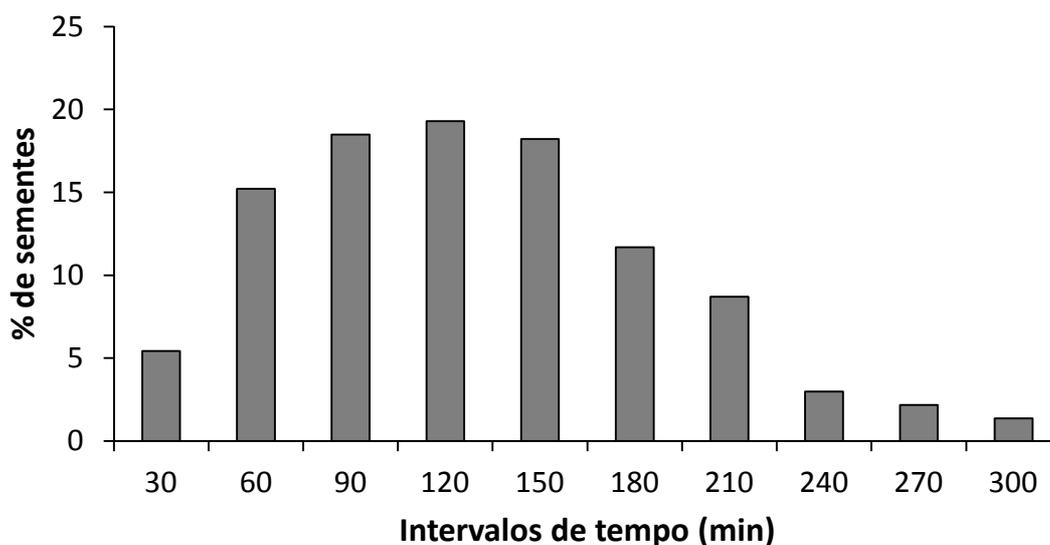


Figura 5: Distribuição de probabilidades do tempo de retenção de sementes por *Saguinus bicolor*.

Padrão de deslocamento e sombra de sementes

Entre 15 e 21 meses de monitoramento de cada grupo, foram obtidos 18.423 registros do deslocamento dos animais, com média de 6401 (\pm 889) e de 3572 (\pm 646) de registros coletados e utilizados por grupo, respectivamente (Tabela 1). As sombras de sementes estimadas (Figura 3) demonstram que *S. bicolor* dispersa mais de 80% das sementes ingeridas para distâncias acima de 50 m, sendo que para o grupo do SESI este valor chegou a 92%. Houve pico de deposição a distâncias menores que 50 m para os grupos do Coroado (20%) e da Reserva Ducke (19%) além dos registros das maiores distâncias de deposição entre todos os grupos (790 m e 1170 m, respectivamente). Para os demais grupos, o padrão observado foi de picos de deposição em categorias mais distantes e registros que não ultrapassam 500 m. A distribuição dos registros referente

ao padrão de deslocamento dos grupos, sem levar em consideração a distribuição do tempo de retenção de sementes, gera uma curva bem semelhante à sombra de sementes estimada para cada grupo (Figura 3).

Tabela 1: Esforço amostral e quantidade de registros utilizados na estimativa de sombra de sementes geradas por *Saguinus bicolor*.

Grupos	Meses	Dias	Registros coletados	Registros utilizados
Reserva Ducke	15	79	5151	2626
Coroado	21	94	7184	4050
Acariquara	18	84	6425	3905
SESI	16	75	6847	3709
Total	70	238	18423	10240

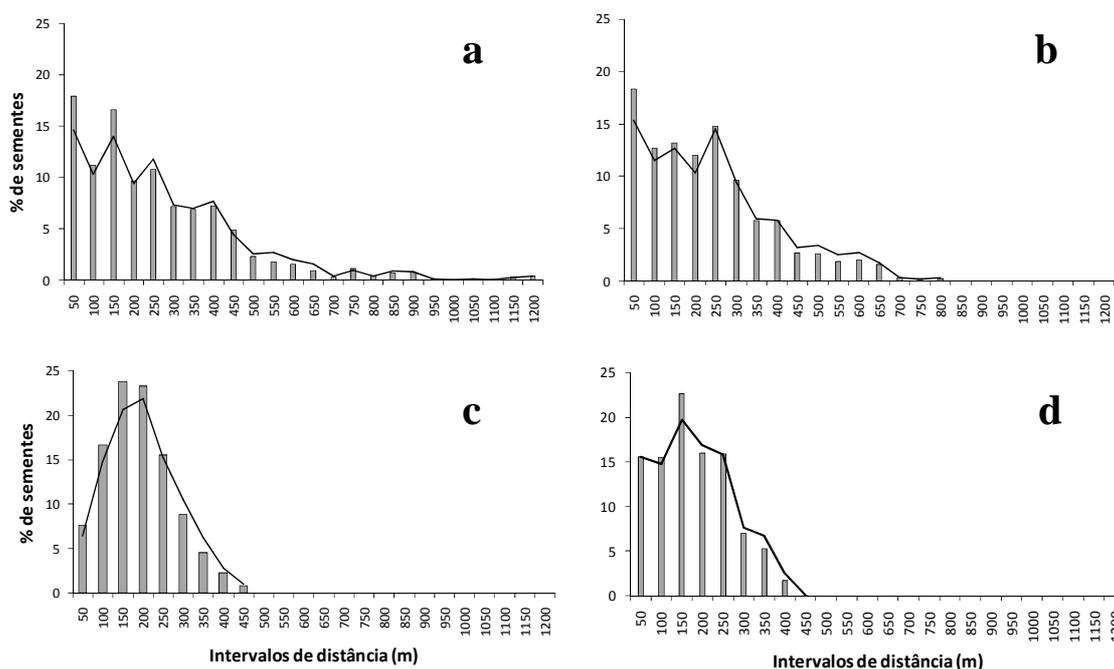


Figura 6: Sombras de sementes geradas por *Saguinus bicolor* (barras) em comparação com as curvas referentes à distribuição de probabilidades do posicionamento (linha contínua) de cada grupo (a - Reserva Ducke; b - Coroado; c - SESI; d - Acariquara), sem a influência da distribuição do tempo de retenção de sementes.

Foi verificado que há relação positiva entre a média mensal de distâncias de dispersão e a proporção da área de uso para os grupos da Reserva Ducke e do Coroadó (Tabela 2; Figura 4), enquanto que para os demais grupos não há esta relação. O grupo da Reserva Ducke foi o que utilizou em média a menor proporção da área de uso, seguido do grupo do Coroadó, SESI e Acariquara, enquanto que foi verificado o inverso para as médias de distância de dispersão.

Tabela 2: Valores médios das distâncias de dispersão, proporção de área de uso e resultados da análise de correlação linear aplicada para cada grupo estudado de *Saguinus bicolor*. Valores em negrito referem-se a modelos significativos.

Grupos	Distâncias (m)	% área de uso	r^2	p
Reserva Ducke	241,5 ($\pm 100,1$)	14,7 ($\pm 6,5$)	0,57	0,00
Coroadó	231 ($\pm 75,4$)	27,5 ($\pm 10,1$)	0,19	0,04
SESI	171 ($\pm 28,5$)	33,7 ($\pm 8,4$)	0,04	0,8
Acariquara	166 ($\pm 29,9$)	39,6 ($\pm 8,9$)	0,04	0,38

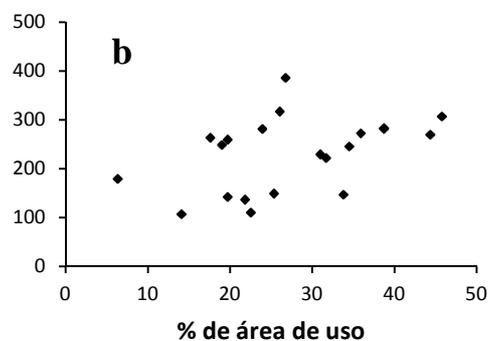
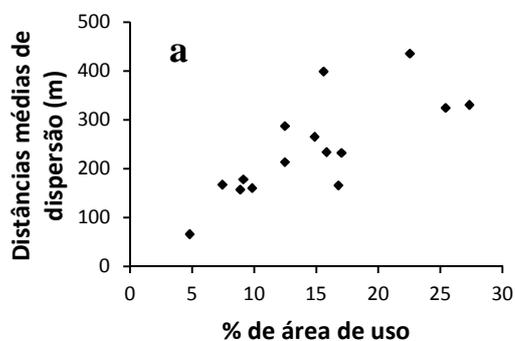


Figura 7: Correlação linear entre a proporção ocupada da área de uso e distâncias médias de dispersão, numa base mensal, para os grupos de *Saguinus bicolor* da Reserva Ducke (a) e Coroadó (b).

DISCUSSÃO

Ao contrário de estudos sobre dispersão de sementes por aves, em poucos estudos com primatas foram utilizadas medidas do tempo de retenção de sementes a fim de inferir distâncias ou locais de deposição de sementes e em nenhum destes foi utilizada a distribuição de probabilidades e sim uma medida pontual do tempo de retenção (Estrada & Coates-Estrada 1984, Oliveira & Ferrari 2000, Wehncke *et al.* 2003, Wehncke & Domínguez 2007, McConkey & Chivers 2007). Primatas consomem grandes quantidades de frutos e ingerem muitas sementes (Chapman & Russo 2007), e, assim como em aves, estas não são depositadas com as fezes de uma única vez (Stevenson 2000). Além disso, a distribuição do tempo de retenção não é simétrica fazendo com que a média ou outra medida pontual não reflita bem toda a abrangência e variação de distâncias de dispersão que esses animais podem gerar (Murray 1988).

A variação nas sombras de sementes entre os grupos pode ser consequência de diferenças entre os locais no nível de perturbação antrópica, composição florística e padrões fenológicos (Cardoso 2011), fatores que afetam o padrão de disponibilidade de alimento que, por sua vez, consiste em um fator de grande influência nas atividades diárias de primatas (Hemingway & Bynum 2005). As distribuições referentes aos grupos da Reserva Ducke e Coroadó, com pico de deposição nas imediações da planta-matriz e uma longa cauda com grandes densidades de probabilidades, se assemelhou a curvas sugeridas por alguns autores como o padrão para descrever as sombras de

sementes (Harper 1977, Fleming & Heithaus 1981). No entanto, a grande maioria dos estudos com vertebrados demonstram que, em ao menos algum aspecto, a curva gerada por esses animais é diferente do padrão proposto (Murray 1988, Holbrook & Smith 2000, Vellend *et al.* 2003, Westcott *et al.* 2005, Ward & Paton 2007, Jerozolinski *et al.* 2009, Rawsthorne *et al.* 2011).

Em comparação com outros primatas, foram estimadas probabilidades de dispersão por *S. bicolor* a distâncias máximas maiores do que a maioria das espécies, semelhante a distâncias geradas por primatas de grande porte (Link & Di Fiore 2006, Chapman & Russo 2007). Para calitriquíneos, as maiores distâncias de dispersão registradas foram 513 m por *Saguinus mystax* e *Saguinus fuscicollis*, em associação (Garber 1986), 781 m por micos-leões-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas* – Cardoso *et al.* 2011) e 858 m por micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia* – Lapenta & Procópio-de-Oliveira 2008). No entanto, o método utilizado nestes trabalhos, comum em estudos com primatas, de detecção precisa da planta-matriz, talvez subestime a abrangência de distâncias de dispersão potenciais por esses animais, visto a impossibilidade de se apontar com exatidão todos os indivíduos vegetais que são fontes das sementes defecadas ao longo do dia (Stevenson 2000).

Os altos valores de probabilidade de deposição de sementes fora das adjacências da planta-matriz, juntamente com a pequena quantidade de material fecal e de sementes por defecação, indicam que *S. bicolor* dispersa sementes de forma efetiva, de acordo com a definição de Schupp (1993), visto que este padrão de deposição ameniza o efeito denso-dependente na mortalidade de sementes (Wehncke *et al.* 2004, Lambert & Chapman 2005). Este padrão de defecação já foi verificado para outros *Saguinus* (Garber 1986, Knogge & Heymann 2003), bem como baixos índices de predação de sementes dispersadas por esses animais e, apesar de depositadas com pouco material

fecal, propensão para serem secundariamente dispersadas por besouros (Culot *et al.* 2009), fator que também influencia nas chances de recrutamento de plântulas (Andresen & Levey 2004).

Além disso, foi verificada para o grupo da Reserva Ducke probabilidade de dispersão a distâncias acima de 1 km. Mesmo que raros, tais eventos podem ter grandes implicações ecológicas para as espécies dispersadas (Cain *et al.* 2000), visto que abrem possibilidades de colonização de novos habitats e de maior fluxo gênico intra e interpopulacional (Fragoso *et al.* 2003). Na Reserva Ducke, isto pode ser particularmente importante visto a alta heterogeneidade dos ambientes do local (Ribeiro *et al.* 1999), e normalmente *S. bicolor* pode ser encontrado em todos estes tipos de ambiente (Vidal & Cintra 2006), incluindo o grupo de estudo em questão que utiliza ao longo do dia vários tipos de micro-habitat (M. Gordo, dados não publicados). Outros estudos são necessários para confirmar o padrão verificado na Reserva Ducke, além da investigação de outros parâmetros, como a quantidade de sementes dispersadas e o efeito da passagem pelo trato digestivo na germinação das sementes para uma avaliação mais completa da efetividade da espécie como dispersora.

É esperado que animais que retêm sementes por grandes períodos dispersem sementes a maiores distâncias (Stoner *et al.* 2007). No entanto, alguns estudos indicam que o padrão de deslocamento exerce maior efeito nas distâncias de dispersão. Vellend e colaboradores (2003), assim como constatado para *S. bicolor* no presente estudo, atribuiu ao tempo de retenção o efeito na formação de sombras de sementes somente quanto a delimitação do período mínimo e máximo de retenção por uma espécie de cervo em floresta temperada (*Odocoileus virginianus*), visto que a distribuição de probabilidades referente ao deslocamentos dos indivíduos foi muito semelhante a sombra de sementes estimada. Stevenson (2000) e Lapenta e Procópio-de-Oliveira

(2008) verificaram que as distâncias de dispersão geradas por macacos-barrigudos e micos-leões-dourados, respectivamente, não estão relacionadas com o tempo em que as sementes ficam retidas no trato digestório dos animais, enquanto que Link & Di Fiore (2006), em um estudo com macacos-aranha (*Ateles belzebuth*) no Equador, constatou relação entre as variáveis, mas com um baixo poder explanatório. Koike e colaboradores (2010) também atribuíram maior efeito aos padrões de deslocamento de uma espécie de urso (*Ursus thibetanus*), em florestas do Japão, na formação de sombras de sementes ao constatar diferenças entre os sexos e entre estações do ano neste fator, mas não no tempo de retenção de sementes. Analisando as sombras de sementes geradas pelos grupos da Reserva Ducke e do Coroadó, há probabilidades de deposição de sementes a distâncias superiores a 750 m, mesmo tendo sido verificado para *S. bicolor* um tempo de retenção de sementes relativamente curto. Assim, as probabilidades de dispersão a grandes distâncias ocorreram em função de grandes deslocamentos dos animais em intervalos de tempo curtos, incluídos no período total de retenção de sementes.

Os efeitos do padrão de deslocamento nas distâncias de dispersão já foram investigados em outros estudos com primatas. Stevenson (2000) e McConkey e Chivers (2007), ao estudarem primatas altamente frugívoros e de grande porte (macacos-barrigudos na Colômbia e gibões em Bornéu, respectivamente), verificaram que as distâncias de dispersão geradas por esses animais não são explicadas pela maioria dos fatores estudados. Somente para um dos grupos de gibões, esta variável foi explicada pelo percurso diário, o que foi atribuído pelos autores ao fato de este ter uma área de uso em formato retangular, permitindo maior variabilidade de distâncias de dispersão e caminhos mais retilíneos em relação ao grupo com área de uso de tamanho similar, porém com formato circular. Neste estudo, a variabilidade de distâncias de dispersão foi

explicada pelo modelo somente para dois grupos sendo que para um destes o poder explanatório foi relativamente baixo (19%). Isso demonstra a dificuldade na investigação das implicações ecológicas de traços comportamentais de primatas. No caso do grupo da Reserva Ducke, o bom ajuste do modelo pode indicar que a relação entre os fatores estudados é consistente em locais com alto grau de preservação, o que pode ser investigado em outros estudos em áreas de floresta contínua.

Alguns dos resultados levantados neste estudo indicam a espécie *S. bicolor* pode dispersar sementes de forma efetiva e com possíveis implicações para estrutura das florestas onde habita, somando conhecimento às recentes descobertas em estudos feitos com calitriquíneos como dispersores de sementes (Oliveira & Ferrari 2000, Lapenta & Procópio-de-Oliveira 2008 e 2009, Catenacci *et al.* 2009, Culot *et al.* 2010, Cardoso *et al.* 2011). Mesmo não sendo afetados pela caça, outras ameaças causam o declínio das populações de primatas dessa sub-família, como a fragmentação e a perda de habitat (Chapman & Peres 2001). *Saguinus bicolor* vem sendo ameaçado pelo crescimento urbano desordenado da cidade de Manaus, havendo perigo de extinção local da espécie, semelhante ao que acontece na Mata Atlântica com as espécies de micos-leões (*Leontopithecus*). A perda destes animais pode gerar consequências negativas para os processos de regeneração de florestas na Amazônia e Mata Atlântica, onde pelo menos 22 espécies de calitriquíneos estão em situação de declínio populacional (IUCN 2011), sendo uma justificativa para que haja direcionamento de esforços para a conservação dessas espécies.

LITERATURA CITADA

- ANDRESEN, E. & LEVEY, D. J. 2004. Effects of dung and seed size on secondary dispersal, seed predation, and seedling establishment of rain forest trees. *Oecologia* 139: 45 -54.
- BRAVO, S. P. 2009. Implications of behavior and gut passage for seed dispersal quality: The case of black and gold howler monkeys. *Biotropica* 41(6): 751 – 758.
- CAIN, M. L., MILLIGAN, B. G., & STRAND, A. E. 2000. Long-distance seed dispersal in plant populations. *American Journal of Botany* 87(9): 1217 – 1227.
- CARDOSO, G. L. 2011. *Composição florística e fenologia de quatro áreas de floresta de terra firme com diferentes históricos de alteração antrópica no município de Manaus*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM.
- CARDOSO, N. A., LE PENDU, Y., LAPENTA, M. J. & RABOY, B. E. 2011. Frugivory patterns and seed dispersal by golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in Una Biological Reserve, Bahia, Brazil. *Mammalia* 75: 327 – 337.
- CATENACCI, L. S.; DE VLEESCHOUWER, K. M.; NOGUEIRA-FILHO, S. L. G. 2009. Seed dispersal by golden-headed lion tamarins *Leontopithecus chrysomelas* in southern bahian Atlantic Forest, Brazil. *Biotropica* 41(6): 744 – 750.
- CHAPMAN, C. A. 1995. Primate seed dispersal: coevolution and conservation implications. *Evolutionary Anthropology* 4: 74 – 82.
- CHAPMAN, C. A. & PERES, C. A. 2001. Primate conservation on the new millennium: The role of scientists. *Evolutionary Anthropology* 10(1): 16 – 33.
- CHAPMAN, C. A. & RUSSO, S. E. 2007. Primate seed dispersal: Linking behavioral ecology with forest community structure. Pp. 510 – 525 in Campbell, C.J.; Fuentes, A.; Mackinnon, F.; Parger, M.; Bearder, S. (eds.). *Primates in Perspective*. Oxford University Press.

- CULOT, L., HUYNEN, M. -C., GÉRARD, P. & HEYMANN, E. W. 2009. Short-term post-dispersal fate of seed defecated by two small primate species (*Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*) in the Amazonian forest of Peru. *Journal of Tropical Ecology* 25: 229 – 238.
- CULOT, L.; LAZO, F. J. J. M.; HUYNEN, M. C.; PONCIN, P.; HEYMANN, E. W. 2010. Seasonal variation in seed dispersal by tamarins alters seed rain in a secondary rain forest. *International Journal of Primatology* 31: 553 – 569.
- DENNIS, A. J. & WESTCOTT, D. A. 2007. Estimating dispersal kernels produced by a diverse community of vertebrates. Pp. 201 – 208 in Dennis, A. J., Schupp, E. W., Green, R. J. & Westcott, D. A. (eds.). *Frugivory and seed dispersal: Theory and its application in a changing world*. CABI International.
- EGLER, S. G. 1992. Feeding ecology of *Saguinus bicolor bicolor* (Primates: Callitrichidae) in a forest relict in Manaus, Brazilian Amazonia. *Folia Primatologica* 59: 61 – 76.
- ESTRADA, A. & COATES-ESTRADA, R. 1984. Fruit eating and seed dispersal by howling monkeys (*Alouatta palliata*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology* 6: 77 – 91.
- FLEMING, T. H. & HEITHAUS, E. R. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica* 13(Suppl): 45 – 53.
- FLEMING, T. H. & SOSA, V. J. 1994. Effects of nectatvorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy* 75(4): 845 – 851.
- FRAGOSO, J. M. V., SILVIUS, K. M. & CORREA, J. A. 2003. Long-distance seed dispersal by tapirs increases seed survival and aggregates tropical trees. *Ecology* 84: 1998 – 2006.

- GARBER, P. A. 1986. The ecology of seed dispersal in two species of Callitrichid primates (*Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*). *American Journal of Primatology* 10: 155 – 170.
- GUILLAUMET, J. & KAHN, F. 1982. Estrutura e dinamismo da floresta. *Acta Amazonica* 12(4):61 - 77.
- IUCN. 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Acesso em novembro de 2011.
- JEROZOLIMSKI, A., RIBEIRO, M. B. N. & MARTINS, M. 2009. Are tortoises important seed dispersers in Amazonian forests? *Oecologia* 161: 157 – 528.
- HARMS, K. E., WRIGHT, S. J., CALDERÓN, O., HERNÁNDEZ, A. & HERRE, E. A. 2000. Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. *Nature* 404: 493 – 495.
- HARPER, J. L. 1977. Population biology of plants. Academic Press. London.
- HEMINGWAY, C. A. & BYNUM, N. 2005. The influence of seasonality on primate diet and ranging. Pp. 57 – 104 in Brockman, D. K. & van Schaik, C. P. (eds.). Seasonality in Primates: Studies of living and extinct human and non-human primates. Cambridge University Press. Cambridge.
- HOLBROOK, K. M. 2010. Home range and movement patterns of toucans: Implications for seed dispersal. *Biotropica* 43: 357 – 364.
- HOLBROOK, K. & SMITH, T. 2000. Seed dispersal and movement patterns in two species of *Ceratogymna* hornbills in a West African tropical lowland forest. *Oecologia* 125: 249 – 257.
- HOWE, H. F. & MIRITI, M. N. 2004. When seed dispersal matters. *Bioscience* 54(7): 651 – 660.

- HOWE, H. F. & SMALLWOOD, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201 – 228.
- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in a tropical forest. *The American Naturalist* 104: 501 – 528.
- JEROZOLIMSKY, A., RIBEIRO, M. B. N. & MARTINS, M. 2009. Are tortoises important seed dispersers in Amazonian forests? *Oecologia* 161: 517 – 528.
- JULLIOT, C. 1997. Impact of seed dispersal by red howler monkeys *Alouatta seniculus* on the seedling population in the understorey of tropical rain forest. *Journal of Ecology* 85: 431 – 430.
- KNOGGE, C. & HEYMANN, E. W. 2003. Seed dispersal by sympatric tamarins, *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*: diversity and characteristics of plant species. *Folia Primatologica* 74: 33 – 47.
- KOIKE, S., MASAKI, T., NEMOTO, Y., KOZAKAI, C., YAMAZAKI, K. & KASAI, S. 2010. Estimate of the seed shadow created by the Asiatic black bear *Ursus thibetanus* and its characteristics as a seed disperser in Japanese cool-temperate forest. *Oikos* 120: 280 – 290.
- LAMBERT, J. E. & CHAPMAN, C. A. 2005. The fate of primate-dispersed seeds: deposition pattern, dispersal distance and implications for conservation. Pp. 137 – 150 in Forget, P.-M, Lambert, J. E., Hulme, P. E. & Vander Wall, S. B. (eds). Seed fate. CAB International.
- LAPENTA, M. J. & PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, P. 2008. Some aspects of seed dispersal effectiveness of golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*) in a Brazilian Atlantic forest. *Tropical Conservation Science* 1(2): 122 – 139.

- LAPENTA, M. J. & PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, P. 2009. The Fate of Seeds Dispersed by Golden Lion Tamarins (*Leontopithecus rosalia*) in an Atlantic Forest Fragment, Brazil. *Tropical Conservation Science* 2: 266-281.
- LINK, A. & DI FIORE, A. 2006. Seed dispersal by spider monkeys and its importance in the maintenance of neotropical rain-forest diversity. *Journal of Tropical Ecology* 22: 235 – 246.
- MARTINS, M. M. 2006. Comparative seed dispersal effectiveness of sympatric *Alouatta guariba* and *Brachyteles arachnoids* in southeastern Brazil. *Biotropica* 38(1): 57 – 63.
- McCONKEY, K. R. & CHIVERS, D. J. 2007. Influence of gibbon ranging patterns on seed dispersal distance and deposition site in Bornean forest. *Journal of Tropical Ecology* 23: 269 – 275.
- MURRAY, K. G. 1988. Avian seed dispersal of three neotropical gap-dependent plants. *Ecological Monographs* 58(4): 271 – 298.
- MUSCARELLA, R. & FLEMING, T. H. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* 82: 573 – 590.
- NATHAN, R. & MULLER-LANDAU, H. C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 278 – 285.
- OLIVEIRA, A. C. M. & FERRARI, S. F. 2000. Seed dispersal by black-handed tamarins, *Saguinus midas niger* (Callitrichinae, Primates): implications for the regeneration of degraded forest habitats in eastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 16: 709 – 716.
- OLIVEIRA, F. M., ARAÚJO, R. L., CARVALHO, J. S. & COSTA, S. S. 2008. Determinação da variação no microclima de Manaus – AM por atividades

antropogênicas e modulações climáticas naturais. *Acta Amazonica* 38(4): 687 – 700.

RAWSTHORNE, J., WATSON, D. M. & ROSHIER, D. A. 2011. Implications of movement patterns of a dietary generalist for mistletoe seed dispersal. *Austral Ecology* 36(6): 650 – 655.

RIBEIRO, M. N. G. 1976. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazonica* 6(2):229-233.

RIBEIRO, J. E. L. S., HOPKINS, M. J. G., VICENTINI, A., SOTHERS, C. A., COSTA, M. A. S., BRITO, J. M., SOUZA, M. A. D., MARTINS, L. H. P., LOHMANN, L. G., ASSUNÇÃO, P. A. C. L., PEREIRA, E. C., SILVA, C. F., MESQUITA, M. R. & PROCÓPIO, L. C. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

RUSSO, S. E. & AUGSPURGER, C. K. 2004. Aggregated seed dispersal by spider monkeys limits recruitment to clumped patterns in *Virola calophylla*. *Ecology Letters* 7: 1058 – 1067.

SCHUPP, E. W. 1993. Quantity, quality and effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108: 15 – 29.

STEVENSON, P. R. 2000. Seed dispersal by woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha*) at Tinigua National Park, Colombia: Dispersal distance, germination rates, and dispersal quantity. *American Journal of Primatology* 50: 275 – 289.

STILES, E.W. 2000. Animals as seed dispersers. Pp. 111 – 124 in Fenner, M. (ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2^a ed. Cabi Publishing.

- STONER, K. E., RIBA-HERNÁNDEZ, P., VULINEC, K. & LAMBERT, J. A. 2007. The role of mammals in creating and modifying seedshadows in tropical forests and some possible consequences of their elimination. *Biotropica* 39(3): 316 – 327.
- TABARELLI, M. & PERES, C. A. 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: Implications for forest regeneration. *Biological Conservation* 106: 165 – 176.
- TELLO, J. C. R., IRMÃO, M. N., VIANA, A. L., BEZERRA, S. A. S. & CASTRO, J. P. 2008. Composição florística e estrutura fitossociológica da floresta ombrófila densa sub montana (Platô) face a elaboração do plano de gestão ambiental da área verde do Campus da Universidade Federal do Amazonas. *Revista Florestal Venezolana* 52(2): 149 – 158.
- VALENTA, K. & FEDIGAN, L. M. 2010. Spatial patterns of seed dispersal by white-faced capuchins in Costa Rica: Evaluating distant-dependent seed mortality. *Biotropica* 42(2): 223 – 228.
- VELLEND, M., MYERS, J. A., GARDESCU, S. & MARKS, P. L. 2003. Dispersal of *Trillium* seeds by deer: implications for long-distance migration of forest herbs. *Ecology* 84(4): 1067 – 1072.
- VIDAL, M. D. & CINTRA, R. 2006. Effects of the forest structure components on the occurrence, group size and density of groups of bare-face tamarin (*Saguinus bicolor* – Primates: Callitrichinae) in Central Amazonia. *Acta Amazonica* 36(2): 237 – 248.
- WARD, M. J., & PATON, D. C. 2007. Predicting mistletoe seed shadow and patterns of seed rain from movements of the mistletoe bird, *Dicaeum hirundinaceum*. *Austral Ecology* 32: 113 – 121.

- WEHNCKE, E. V., HUBBEL, S. P., POSTER, R. B. & DALLING, J. W. 2003. Seed dispersal patterns produced by white-faced monkeys: implications for the dispersal limitation of neotropical tree species. *Journal of Ecology* 91: 677 – 685.
- WEHNCKE, E. V., VALDEZ, C. N. & DOMINGUEZ, C. A. 2004. Seed dispersal and defecation patterns of *Cebus capucinus* and *Alouatta palliata*: consequences for seed dispersal effectiveness. *Journal of Tropical Ecology* 20:535–543.
- WEHNCKE, E. V. & DOMÍNGUEZ, C. A. 2007. Seed dispersal ecology of non-restricted frugivores, capuchin monkeys in three neotropical forests. *Journal of Tropical Ecology* 23: 519 – 528.
- WESTCOTT, D. A., BENTRUPPERBÄUMER, J., BRADFORD, M. G. & McKEOWN, A. 2005. Incorporating patterns of disperser behavior into models of seed dispersal and its effects on estimated dispersal curves. *Oecologia* 146: 57 – 67.
- WESTCOTT, D. A. & GRAHAM, D. L. 2000. Patterns of movement and seed dispersal of a tropical frugivore. *Oecologia* 122: 249 – 257.

3. ANEXO

Regras de submissão do artigo

Journal of Tropical Ecology

Potential contributors are advised that careful attention to the details below will greatly assist the Editor and thus speed the processing of their manuscripts. Poorly prepared manuscripts will be returned to authors.

Scope of the journal

Papers may deal with terrestrial, freshwater and strand/coastal tropical ecology, and both those devoted to the results or original research as well as those which form significant reviews will be considered. Papers normally should not exceed 6000 words of text. *Short Communications* are acceptable: they should not exceed four printed pages in total length.

Submission

All manuscripts must be submitted online via the website:

<http://mc.manuscriptcentral.com/jte>

Detailed instructions for submitting your manuscript online can be found at the submission website by clicking on the 'Instructions and Forms' link in the top right of the screen; and then clicking on the 'Author Submission Instructions' icon on the following page.

The Editor will acknowledge receipt of the manuscript, provide it with a manuscript reference number and assign it to reviewers. The reference number of the manuscript should be quoted in all correspondence with *JTE* Office and Publisher.

The submission of a manuscript will be taken to imply that the material is original, and that no similar paper has been published or is currently submitted for publication elsewhere. The original typescript and three complete copies must be submitted. Original figures should not be sent until they are requested; instead, submit four photocopies with the copies of your text and tables. In your covering letter please indicate the number of pages of text, references and appendices and the number of tables, figures and plates. Papers are first inspected for suitability by the Editor or a Board member. Those suitable papers are then critically reviewed by usually two or three expert persons. On their advice the Editor provisionally accepts, or rejects, the paper. If acceptance is indicated the manuscript is usually returned to the author for revision. In some cases a resubmission is invited and on receipt of the new version the paper will be sent to a third referee. If the author does not return the revised or resubmitted version within six months the paper will be classified as rejected. Final acceptance is made when the manuscript has been satisfactorily revised.

Language

All papers should be written in English, and spelling should generally follow The Concise Oxford Dictionary of Current English. Abstracts in other languages will be printed if the author so desires together with an abstract in English. All abstracts must be provided by the author.

Preparation of the manuscript Authors are strongly advised to consult a recent issue of the *JTE* to acquaint themselves with the general layout of articles. Double spacing must be used throughout, allowing wide margins (about 3 cm) on all sides. Main text pages should be numbered.

A paper should be prepared using the following format:

Page 1. *Title page*. This should contain (a) the full title, preferably of less than 20 words and usually containing the geographical location of the study; (b) a running title of not more than 48 letters and spaces; (c) a list of up to 10 key words in alphabetical order suitable for international retrieval systems; (d) the full name of each author; (e) the name of the institution in which the work was carried out; and (f) the present postal address of the author to whom proofs should be sent.

Page 2. *Abstract*. This should be a single paragraph, in passive mode, no more than 200 words long, a concise summary of the paper intelligible on its own in conjunction with the title, without abbreviations or references.

Page 3 *et seq.* The main body of the text may contain the following sections in the sequence indicated: (a) Introduction, (b) Methods, (c) Results, (d) Discussion, (e) Acknowledgements, (f) Literature Cited, (g) Appendices, (h) Tables, (i) Legends to Figures. An extra section between (a) and (b) for Study Site or Study Species might be necessary.

Main headings should be in capital type and centred; sub-headings should be ranged left and italicised. A *Short Communication* has a title and keywords but no abstract or section headings until Acknowledgements and item Literature Cited.

Acknowledgements should be brief. *Notes* should be avoided if at all possible; any notes will be printed at the end of the paper and not as footnotes.

Scientific names. The complete Latin name (genus, species and authority) must be given in full for every organism when first mentioned in the text unless a standard reference is available which can be cited. Authorities might alternatively appear in Tables where they are first used.

Underlining. The only underlining permitted is that of Latin names of genera and species; and subheadings.

Units of measurement. Measurements must be in metric units; if not, metric equivalents must also be given. The minus index (m⁻¹, mm⁻³) should be used except where the unit is an object, e.g. 'per tree', not 'tree⁻¹'). Use d⁻¹, mo⁻¹ and y⁻¹ for per day, per month and per year.

Abbreviations. In general, abbreviations should be avoided. Numbers one to nine should be spelled out and number 10 onwards given in figures. Dates should follow the sequence day-month-year, e.g. 1 January 1997*. The 24-hour clock should be used, e.g. 1615 h.

Online supplementary material. Supplementary material is not copy edited or typeset but loaded onto CJO exactly as supplied. Supplementary material must be submitted at the same time as the article and must be clearly marked to distinguish it from the main article text.

Authors should ensure that they mention within their article that supplementary material is available on CJO.

Literature cited

References to literature in the text should conform to the 'name-and-date' system: e.g. Fleming (1982); (Goh & Sasekumar 1980); Montgomery et al. (1981). If a number of references are cited at one place in the text, they should be arranged alphabetically and not chronologically. In the reference list citations should take the forms given below. References with two or more authors should be arranged first alphabetically then chronologically. The names of cited journals should be given in full. Certain foreign language citations may be translated into English, and this should always be done where the English alphabet is not used (e.g. Chinese, Russian, Thai).

FLEMING, T. H. 1982. Foraging strategies of plant-visiting bats. Pp. 287-325 in Kunz, T. H. (ed.). Ecology of bats. Plenum Press, New York. 425 pp.

GOH, A. H. & SASEKUMAR, A. 1980. The community structure of the fringing coral reef, Cape Rachado. *Malayan Nature Journal* 34:25-27.

MONTGOMERY, G. G., BEST, R. C. & YAMAKOSHI, M. 1981. A radio-tracking study of the American manatee *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Biotropica* 13:81-85.

WHITMORE, T. C. 1984. *Tropical rain forests of the Far East* (2nd edition). Oxford University Press, Oxford. 352 pp.

Use the following as contractions in text: 'pers. obs.', 'pers. comm.'; but 'unpubl. data', 'in press'. Authors should double-check that all references in the text correspond exactly to those in the Literature Cited section.

Tables and figures

Tables should be typed, together with their titles, on separate sheets. Column headings should be brief, with units of measurement in parenthesis. Vertical lines should not be used to separate columns. Avoid presenting tables that are too large to be printed across the page; table width must not exceed 80 characters, including spaces between words, figures and columns. Each table should be numbered consecutively with arabic numerals. The author should mark in the margin of the text where tables and figures are to be inserted; all tables and figures must be mentioned in the text.

Authors should ensure that all figures, whether line drawings or photographs, clarify or reduce the length of the text. Draw both diagrams and lettering in black ink on white drawing paper or tracing film, or on graph paper with faint blue ruling. Laser printer, or high quality ink-jet printer, output from computer graphics programs is preferable. Photographs should be provided as glossy black-and-white prints. If lettering or a scale is to be inserted on a print, this should be shown on a spare copy or an overlay, and an unmarked print should be provided for marking by the printer. Make sure that all figures are boldly drawn.

Figures need be no more than 50% larger than the final printed size (which is no more than 13 cm x 21 cm), great care being taken to make sure that all parts (e.g. lettering, scales, shading) will reduce satisfactorily. Especially ensure that histogram shading is simple and clear. Avoid solid black infills. Small illustrations should be grouped to occupy the least space consistent with good appearance. All unnecessary parts should be trimmed (e.g. borders of photographs). Allowing at least 3 cm margin on all sides, groups should be mounted on stout white paper using rubber cement. On the back of each figure the name of the author(s) and the figure number should appear. Send figures flat; do not fold or roll. All figures should be numbered consecutively with arabic numerals, using lower case letters for their subdivisions. Legends should be typed on a separate sheet. Where possible put keys to symbols and lines in Legends not on figures.

Proofs

When proofs are received they should be corrected carefully and returned to the Editor without delay, together with the final marked-up typescript. Authors should adhere to the colour codes (blue for authors new changes/errors, red only for typesetter's errors) and complete and sign the accompanying "notes to authors" Authors, when returning proofs, should indicate whether they want the originals of their figures returned to them; typescripts will not be returned. Errors remaining in these first proofs after the author has checked them are the authors responsibility. Any further editorial changes, apart from minor grammatical and syntactical improvements, will be communicated to the author before second proofs are prepared. Ensure that the editorial office knows of changes in your address.

Offprints

Twenty-five offprints of each paper will be provided free. Additional copies may be purchased from Cambridge University Press, and these should be ordered from the Press when the proofs are returned using the order form provided.

Copyright

Authors of articles published in the journal assign copyright to Cambridge University Press (with certain rights reserved) and you will receive a copyright assignment form for signature on acceptance of your paper. Authors receiving requests for permission to reproduce their work should contact Cambridge University Press for advice.

Business correspondence

Correspondence concerning offprints, copyright, back numbers, advertising and sales to libraries should be addressed to the publishers: Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Shaftesbury Road, Cambridge CB2 8RU, UK or Cambridge University Press, 40 West 20th Street, New York, NY 10011- 4211, USA.

(Revised 13/3/2009)