

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica

*Lucilia Maria Parron
Junior Ruiz Garcia
Edilson Batista de Oliveira
George Gardner Brown
Rachel Bardy Prado
Editores Técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2015

Serviços ambientais prestados por morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas

Sandra Bos Mikich, Gledson Vigiano Bianconi, Lays Cherobim Parolin, Adriana de Almeida

Resumo: Morcegos frugívoros possuem reconhecido papel na dispersão de sementes zoocóricas na Região Neotropical. Esses animais se alimentam de uma grande variedade de frutos, eliminando sementes em pleno voo ou sob poleiros de alimentação. Não obstante, a maioria das espécies consome frutos de plantas pioneiras no interior e entorno de florestas, levando consigo propágulos para sítios distantes, contribuindo assim para a regeneração natural após distúrbios e perturbações de diferentes escalas. Na Mata Atlântica, os três gêneros de morcegos mais abundantes (*Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*) comumente cruzam mosaicos heterogêneos, inclusive áreas abertas, podendo ali defecar sementes em pleno voo. Dados sobre a sua dieta nesse bioma indicam o consumo de 37 famílias, 81 gêneros e mais de 140 espécies de plantas, representando diversas formas de vida e categorias sucessionais, mas com predominância de árvores e arbustos pioneiros. Técnicas de recuperação de áreas degradadas, em desenvolvimento, procuram se utilizar da função ecossistêmica desempenhada pelos morcegos dispersores, atraindo-os para sítios a serem restaurados com a finalidade de incrementar ali a chuva e o banco de sementes. No entanto, ainda faltam parâmetros para valorar adequadamente esse serviço, nós apontamos aqueles que podem ser prontamente utilizados. Considerando a limitação de dados disponíveis, assumiu-se uma taxa de defecação equivalente a 12 amostras por indivíduo por dia, resultando em um potencial de dispersão entre 600 e 25.930 sementes ha⁻¹ dia⁻¹, com base na frequência de uso de quatro parcelas de Floresta Atlântica por cinco espécies de morcegos frugívoros. Uma vez que estudos anteriores indicaram uma taxa média de germinação de sementes defecadas por morcegos igual a 66%, os valores anteriores foram corrigidos e comparados aos valores econômicos da restauração florestal com base no plantio de mudas (*replacement cost approach*). Dessa forma, aproximações dos valores econômicos do serviço ambiental prestado por morcegos frugívoros da Floresta Atlântica são apresentadas, não para serem tomadas como valores absolutos ou de referência, mas para estimular a discussão, a obtenção de dados de base necessários e o aperfeiçoamento dos cálculos.

Palavras-chave: biodiversidade, dispersão de sementes, regeneração natural, restauração florestal, serviços ecológicos de provisão, valoração econômica.

Ecosystem services provided by frugivorous bats in the recovery of degraded forests

Abstract: Fruit-eating bats are considered one of the most important groups of seed dispersers in the Neotropics. These phyllostomid bats consume a huge number of fruit species, defecating viable seeds in flight or under feeding perches. However, most species feed on fruits of pioneer plant species within forest patches and in forest margins, and take the seeds to distant places, contributing significantly to plant successional processes that follow disturbances of varying degrees. In the Atlantic Forest, the three most abundant bat genera (*Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*) frequently fly over heterogeneous landscape mosaics, including open areas, where they can discard seeds. A comprehensive review on the diet of Atlantic Forest frugivorous bats revealed the consumption of 37 plant families, 81 genera and more than 140 species. These species were represented by different life forms and successional categories, but with predominance of pioneer trees and shrubs. Forest restoration techniques that take advantage of the ecological service of seed dispersal provided by bats are

being developed based on their attraction to open degraded areas in order to improve local seed rain and seed banks. Nevertheless, as parameters to assess the economic valuation of this service properly are lacking, we present points out some that can be readily used. Given the limitation of available data we assumed a defecation rate of 12 fecal samples/individual/day which resulted in a potential dispersal between 600 and 25,930 seeds/ha/day. These numbers are based on the frequency of use of four Atlantic Forest plots by five species of frugivorous bats. Since previous studies found that, on average, 66% of all seeds dispersed by bats do germinate, previous figures were corrected accordingly and compared to the costs of planting seedlings with the purpose of restoring Atlantic Forest patches using the replacement cost approach. By doing so, we were able to present here the first economic valuation of the seed dispersal service provided by fruit-eating bats. However, the economic values should not be considered absolute or reference values, but as a stimulus for future discussion on this theme as well as for data collection and analysis.

Keywords: biodiversity, seed dispersal, natural regeneration, forest restoration, provisioning ecological services, economic valuation.

1. Introdução

Morcegos frugívoros da família Phyllostomidae possuem relevante papel na dispersão de sementes tropicais, tendo sua importância reconhecida desde a década de 1930 (RIDLEY, 1930). A razão para tanto inclui o fato de: (i) defecarem em voo ou em poleiros de alimentação, podendo eliminar sementes a longas distâncias da planta mãe; (ii) terem o trato digestório curto e, conseqüentemente, uma rápida digestão; (iii) as sementes, em geral, por não sofrerem alterações quando do processo de digestão, ou, em alguns casos, até aumentarem o seu potencial germinativo; e, por fim, (iv) apresentarem um elevado consumo de plantas pioneiras (CHARLES-DOMINIQUE, 1986; FLEMING, 1988; MORRISON, 1978; PALMEIRIM et al., 1989).

Neste contexto, os gêneros *Artibeus* Leach, 1821, *Carollia* Gray, 1838 e *Sturnira* Gray, 1842 destacam-se no Neotrópico e, em particular, na Mata Atlântica, não só por figurarem entre os morcegos mais abundantes e diversos, mas também pelo grande número de estudos envolvendo a composição da sua dieta e forrageio (BONACCORSO, 1979; CHARLES-DOMINIQUE, 1986; FLEMING, 1988; IUDICA; BONACCORSO, 1997; KALKO et al., 1996; MIKICH, 2002; WENDELN et al., 2000). Essa base de informações tem direcionado e justificado discussões sobre frugivoria, dispersão de sementes (FLEMING; HEITHAUS, 1981; PALMERIM et al., 1989; THIES; KALKO, 2004; van der PIJL, 1957) e, mais recentemente, sobre o papel dos filostomídeos frugívoros na recuperação de áreas degradadas (ARTEAGA et al., 2006; BIANCONI et al., 2006, 2010; GALINDO-GONZÁLEZ et al., 2000; KELM et al., 2008; MIKICH et al., 2003).

Apesar da reconhecida importância ecológica desses morcegos, faltam parâmetros para uma melhor compreensão das funções ecossistêmicas exercidas pelo grupo e,

conseqüentemente, para identificação e valoração dos serviços ambientais potencialmente gerados por ele (KUNZ et al., 2011). Este é o objetivo do presente capítulo, que também apresenta uma primeira aproximação da valoração econômica da dispersão de sementes efetuada por morcegos, baseada em dados coletados na Floresta Atlântica.

2. Descrição metodológica do trabalho

Revisão bibliográfica. A primeira parte do estudo consistiu na compilação de dados de consumo de frutos por representantes dos gêneros *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* em todo o bioma Floresta Atlântica, de modo a demonstrar o seu potencial de dispersão, principalmente quanto à diversidade de sua dieta frugívora. Para tanto, foi utilizada a literatura disponível na base *Web of Science* (2012) empregando-se na busca as seguintes palavras-chave e suas combinações: “*Artibeus*”, “*Carollia*”, “*Sturnira*”, “Chiroptera”, “bat”, “diet”, “fruit”, “frugivory” e “plant”. As informações levantadas foram organizadas em planilhas eletrônicas, sendo cada entrada de espécie, gênero ou família de planta para cada espécie ou gênero de morcego denominada “registro”. Tais registros podiam estar baseados em observações diretas, análise de conteúdo estomacal e/ou em análises de amostras fecais, o que é mais comum para esse grupo animal.

Estudo de caso: Fênix, PR. Para a determinação dos potenciais serviços ambientais prestados, foram analisados os dados coletados por Bianconi e Mikich (in litt.) no período de 2000 a 2008 em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual localizados no município de Fênix (23º 55' S – 51º 57' W), estado do Paraná, Sul do Brasil. O clima da região é considerado do tipo Cfa ou Subtropical Úmido Mesotérmico pelo índice de Köppen, apresentando concentração das

chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida (MAACK, 1981; INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E FLORESTAS, 1987).

Para as análises foram utilizadas as seguintes informações: o total de amostras fecais coletadas por gênero de morcego (*Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira*), a quantidade de amostras contendo sementes visualmente intactas, a identificação em nível específico das sementes, e suas características ecológicas (i.e., forma de vida, de acordo com LIEBSCH et al., 2009; MICKICH; SILVA, 2001, e categoria sucessional *sensu* (SWAINE; WHITMORE, 1988)). Foram também consideradas: a quantidade média de sementes por amostra fecal e as taxas de defecação. Para a estimativa do valor da taxa de defecação, considerou-se o tempo médio de passagem das sementes pelo tubo digestório de morcegos frugívoros, que é de aproximadamente 30 min (FLEMING, 1988), o que resultaria em uma taxa de defecação de 24 amostras por noite ou a cada 24 horas, já que durante o dia a atividade é muito reduzida e não há alimentação. No entanto, esse valor não leva em consideração o tempo gasto para a obtenção do alimento (ainda que a digestão ocorra paralelamente à busca e apreensão do fruto) e, principalmente, as flutuações no ritmo de atividade das espécies de morcego ao longo da noite, que podem ser regidas por competição ou por aspectos específicos da biologia das espécies (AGUIAR; MARINHO-FILHO, 2004; HEITHAUS et al., 1975; PEDRO; TADDEI, 2002). Dessa forma, esse valor foi reduzido para 12 defecações por noite ou a cada 24 horas. Para fins de cálculos da contribuição potencial dos morcegos frugívoros no processo de sucessão florestal, utilizou-se como referência a média de sementes que germinam após a dispersão. Embora esse valor varie por espécie animal, de planta e seja altamente contexto-dependente, para viabilizar os cálculos propostos foi utilizado 66% como valor padrão. Esta estimativa equivale à média das porcentagens de germinação de sementes de sete espécies (*Piper amalago*, *P. jacquemontianum*, *P. pseudo-fuligineum*, *Solanum hazenii*, *Cecropia peltata*, *Maclura tinctoria* e *Muntingia calabura*) após passagem pelo trato digestório de *Carollia perspicillata*, segundo dados obtidos por Fleming (1988). Ressalta-se que esses gêneros (com exceção de *Muntingia*) foram os mesmos utilizados na análise deste capítulo, uma vez que estão entre os mais comuns da dieta dos morcegos frugívoros na Floresta Atlântica (Tabela 1).

Para compor uma estimativa das quantidades mínima e máxima de sementes defecadas por hectare de floresta,

foram utilizadas as informações de assembleia de morcegos disponíveis em Bianconi et al. (2004). No estudo, os autores avaliaram a frequência de captura de morcegos frugívoros em quatro parcelas de 1 ha (100 m x 100 m) estabelecidas em três fragmentos florestais, por meio de capturas mensais com redes-de-neblina, entre julho de 2002 e junho de 2003. As redes foram sempre abertas ao entardecer, revisadas em intervalos de 20-30 min e fechadas após seis horas de exposição, totalizando assim um esforço de captura de 172.800 m².h, ou seja, 43.200 m².h por sítio amostral. Considerando a seletividade do método de captura empregado (redes atingindo aproximadamente 2 m do nível do solo), as quais não favorecem a captura de indivíduos que se deslocam acima do sub-bosque, ou mesmo podem ser detectadas e evitadas por alguns animais, os valores de captura observados no período e assumidos nesse estudo como 'frequência de uso' por espécie de morcego em atividade (forrageio e/ou deslocamento), são subestimados e não devem ser levadas a efeito como sinônimo de densidade.

Finalmente, para valorar a dispersão de sementes prestada por esses filostomídeos, adotou-se o *replacement cost approach*, sugerido por Kunz et al. (2011) em uma recente revisão sobre serviços ambientais prestados por morcegos. Assim, os custos de restauração florestal de áreas degradadas foram baseados no Pacto para a Restauração Ecológica da Mata Atlântica e os valores foram convertidos para dólar americano (USD), de acordo com o seu fechamento no ano de publicação do referido estudo, segundo valores do Banco Central do Brasil (<http://www4.bcb.gov.br>).

3. Análise e integração dos resultados

3.1. Dispersão de sementes na Floresta Atlântica.

Foram totalizados 934 registros relativos à dieta frugívora de *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* em todo o bioma, sendo 488 registros para as espécies de *Artibeus*, 218 para *Carollia* e 228 para *Sturnira*. Ao todo, os três morcegos consumiram 37 famílias de plantas, 81 gêneros e cerca de 143 espécies válidas, números que comprovam a diversidade da dieta frugívora desses gêneros no bioma e, conseqüentemente, uma chuva de sementes igualmente diversa. Entre os gêneros de plantas mais consumidos (Tabela 1), destacam-se: *Ficus*, *Cecropia*, *Piper* e *Solanum*, cada qual com expressiva parcela de espécies pioneiras na Floresta Atlântica e na área de estudo (MIKICH; SILVA, 2001).

Tabela 1. Gêneros e famílias de plantas mais consumidos pelos morcegos *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* no bioma Floresta Atlântica.

Gêneros	Famílias mais consumidas (Nº registros)*	Gêneros mais consumidos (Nº registros)*
Artibeus	Moraceae (131)	Ficus (116)
	Urticaceae (74)	Cecropia (74)
	Piperaceae (50)	Piper (44)
Carollia	Piperaceae (89)	Piper (88)
	Solanaceae (56)	Solanum (49)
	Clusiaceae (20)	Vismia (20)
Sturnira	Solanaceae (86)	Solanum (76)
	Piperaceae (56)	Piper (56)
	Moraceae (24)	Ficus (20)

*Número de registros encontrados na literatura em parênteses.

Estudo de caso: Fênix, PR. Em relação aos dados coletados no município de Fênix, foram examinadas 2.986 amostras fecais de cinco espécies de morcegos frugívoros: *Artibeus lituratus* (n= 1.703 amostras), *Carollia perspicillata* (n= 747), *A. fimbriatus* (n= 237), *Sturnira lilium* (n= 157) e *A. planirostris* (n= 142). Em conjunto essas espécies dispersaram sementes de 32 espécies, contidas em 1.385 amostras (46,4% do total de amostras coletadas). Assim, o número de sementes por amostra variou de zero a 1.210, enquanto o número de espécies de sementes por amostra variou de zero a quatro. As espécies vegetais dispersas apresentaram três tipos de formas de vida,

sendo 31% árvores, 37% arbustos e 3% lianas (19% não foram determinadas). Quanto à categoria sucessional, 75% eram pioneiras, 19% não pioneiras e 6% não foram determinadas.

Considerando a quantidade estimada de defecações por noite (12) e a 'frequência de uso' de cada espécie de morcego por parcela amostral (Tabela 2), a quantidade mínima estimada de sementes dispersas por hectare por dia poderia variar entre 600 para *S. lilium* e 25.930 para *C. perspicillata*. Entretanto, considerando o percentual médio de germinação de 66%, os valores acima corresponderiam a 396 e 17.114 sementes ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 2. Frequência de uso por espécie de morcegos em atividade (forrageio e/ou deslocamento) para quatro parcelas amostrais de 1 ha, localizadas nos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual do município de Fênix, PR, Sul do Brasil.

Espécie	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Média e desvio padrão
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	43	35	21	49	37,00 ± 12,11
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	19	19	18	9	16,25 ± 4,85
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	12	14	15	5	11,50 ± 4,50
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	91	112	129	81	103,25 ± 21,48
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)	19	6	19	6	12,50 ± 7,50

Tabela 3. Quantidade total estimada e de acordo com características ecológicas de sementes dispersas por morcegos frugívoros de cinco espécies, por hectare por dia^a em uma área de ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual, em função da: estimativa da quantidade de defecações por noite, quantidade média de sementes dispersas por defecação, frequência de uso, e percentual médio de germinação de sementes.

Espécie	Quantidade média de sementes/defecação	Frequência de uso ha ^{-1b}	Total de sementes com potencial de germinação ha ⁻¹ dia ^{-1a}	Forma de vida			Categoria sucessional	
				AV	AB	LI	PI	NP
<i>Carollia perspicillata</i>	44	24,89	8.674	3.078	3.637	280	6.435	1.119
		49,11	17.114	6.073	7.177	552	12.697	2.208
<i>Artibeus fimbriatus</i>	10	11,40	903	478	372	0	584	212
		21,10	1.671	885	688	0	1.081	393
<i>Artibeus planirostris</i>	14	7,00	776	418	358	0	597	179
		16,00	1.774	955	819	0	1.365	409
<i>Artibeus lituratus</i>	15	81,77	9.714	5.088	3.238	463	6.014	1.850
		124,73	14.818	7.762	4.939	706	9.173	2.822
<i>Sturnira lilium</i>	10	5,00	396	125	188	21	313	63
		20,00	1.584	500	750	83	1.251	250

Forma de vida: AV= árvore, AB= arbusto, LI= liana. Categoria Sucessional: PI= pioneira, NP= não-pioneira.

^a corresponde a um período de 24 h; ^b valores correspondem à média - DP e média + DP, conforme Tabela 2.

Diversos autores discutiram a importância de filostomídeos frugívoros na dispersão de sementes de plantas pioneiras neotropicais (BIANCONI, 2009; FLEMING, 1988; HENRY; JOUARD, 2007; KUNZ et al., 2011; MUSCARELLA; FLEMING, 2007). Plantas dessa categoria sucessional, por germinarem na presença de luz e possuírem crescimento rápido (SWAINE; WHITMORE, 1988), são elementos-chave para o processo de nucleação, uma vez que proporcionam a formação de pequenos agregados de outras espécies ao seu redor, acelerando o processo de regeneração natural (YARRANTON; MORRISON, 1974). Os valores aqui apresentados, referentes à diversidade de plantas consumidas (Tabela 1), quantidade de sementes potencialmente dispersas por noite e predominância de espécies pioneiras dentre essas sementes (Tabela 3), indicam que *Artibeus*, *Carollia* e *Sturnira* desempenham importante função ecossistêmica na Floresta Atlântica, especificamente.

A restauração desse bioma é tema de interesse global, uma vez que os prejuízos oriundos de sua degradação são abrangentes, incluindo desde o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera e danos a solos férteis para a agricultura, até a redução da disponibilidade e qualidade da água, e a perda da diversidade biológica (FONSECA et al., 2001; MIRANDA; GAMBARINI, 2003; YOUNG; LUSTOSA, 2003). Essa problemática tem direcionado a busca por estratégias para restauração da paisagem e a manutenção mínima dos processos ecológicos (KELM et al., 2008; REIS et al., 1999, 2003; TRES et al., 2007). Com base no entendimento dos mecanismos químicos envolvidos nas interações morcegos frugívoros-plantas, novas perspectivas no campo da ecologia aplicada podem ser consideradas. Pesquisas em fase de aprimoramento (BIANCONI et al., 2007, 2010; MIKICH et al., 2003) mostram que óleos essenciais podem ser utilizados para atrair morcegos a locais de interesse (p.ex., pastagens

abandonadas), mesmo que distantes de fragmentos florestais, aumentando a chuva de sementes nos mesmos e contribuindo para a recuperação ambiental.

Métodos tradicionais de recuperação de áreas degradadas, como o plantio de espécies florestais nativas, em geral recuperam parte das funções do ambiente (dificilmente a sua forma), sobretudo em regiões neotropicais, aonde há alta diversidade de espécies (VIANA; PINHEIRO, 1998) e uma parcela ínfima de plantas com características silviculturais conhecidas e/ou comercializadas (MIKICH; BIANCONI, 2005). Embora a literatura cite vários grupos animais (p.ex. aves, primatas, ungulados) como dispersores de sementes (JORDANO, 2000), os morcegos frugívoros se destacam pela forma com que interagem com a paisagem, inclusive com a paisagem degradada (BIANCONI et al., 2006; ESTRADA; COATES-ESTRADA, 2002; MEDINA et al., 2007). Informações disponíveis para o gênero *Artibeus* e *Carollia* na Floresta Atlântica, demonstram que a matriz agropecuária parece não inibir seus deslocamentos (BIANCONI et al., 2006; BIANCONI, 2009). Isto se torna relevante para o processo de dispersão de sementes e para a eficácia da ferramenta voltada à recuperação de áreas degradadas baseada nos óleos essenciais, acima mencionada. Dessa forma, entende-se que a valoração econômica desse serviço prestado por morcegos filostomídeos é oportuna e necessária, ainda que possa ser limitada, nesse momento, pelos dados disponíveis. Esse fato é evidenciado pela recente revisão sobre serviços ambientais prestados por morcegos realizada por Kunz et al. (2011), na qual os autores, apesar de enfatizarem a importância da dispersão de sementes por morcegos, não encontraram estudos que tenham tentado valora-lo economicamente.

3.2. Valoração econômica dos serviços ambientais prestados por morcegos frugívoros.

Assumindo-se que o serviço de dispersão de sementes florestais pelas diferentes espécies de morcegos frugívoros equivaleria às atividades de compra de mudas, abertura de covas, plantio e replantio de mudas, que compõem um projeto de restauração florestal da Mata Atlântica, seguindo as disposições da legislação do estado de São Paulo, a mais detalhada do País (NAVE, 2007; SÃO PAULO, 2003), deveriam ser usadas no mínimo 80 espécies, sendo pelo menos 40% pioneiras e o mesmo valor de não pioneiras. A dispersão promovida pelas diferentes espécies de morcegos, apesar de não atingir esses valores, promove uma chuva de sementes bastante diversa ($n = 32$ espécies) e com características

favoráveis à sucessão natural em áreas degradadas, uma vez que é composta principalmente por espécies pioneiras. Quanto às formas de vida, embora a legislação exija o plantio de árvores, os próprios idealizadores reconhecem que o ideal seria que o plantio fosse mais diverso, respeitando a composição da comunidade original (BELLOTTO et al., 2007). Nesse sentido, a dispersão promovida pelos morcegos contempla outras formas de vida, correspondendo de alguma forma à sua disponibilidade nas diferentes formações da Floresta Atlântica.

Assim, com base nos custos apresentados por Nave (2007) e nos valores apresentados na Tabela 3, o serviço ecossistêmico de dispersão de sementes prestado por morcegos filostomídeos na Floresta Atlântica variaria de 509,84 USD ha⁻¹ dia⁻¹ (valor correspondente a *Sturnira lilium* no estudo de caso apresentado) a 22.033,77 USD ha⁻¹ dia⁻¹ (para *Carollia perspicillata*). Obviamente esses valores são superestimados (ainda que a frequência de uso por ha utilizada para o cálculo deva representar um valor subestimado da densidade de morcegos frugívoros no bioma, como explicado anteriormente), uma vez que levam em consideração apenas a dispersão das sementes e sua viabilidade (taxa de germinação), mas não o estabelecimento de fato ou a sobrevivência em longo prazo das plântulas, inclusive considerando a competição intra e interespecífica, a predação, a qualidade do sítio de dispersão e as variáveis abióticas ou mesmo socioeconômicas. No entanto, todos ou praticamente todos esses fatores são contexto-dependentes, de tal forma que qualquer valor econômico gerado, ainda que baseado em dados mais detalhados e específicos, representará não mais do que uma aproximação.

4. Considerações finais

Os dados confirmam a importância dos morcegos filostomídeos para a dispersão de sementes na Floresta Atlântica com base na diversidade de espécies dispersas e na predominância de plantas pioneiras dentre as mesmas. Entende-se ser justificável e desejável o desenvolvimento de ferramentas que potencializem esse serviço ambiental, como o uso de óleos essenciais para a atração de morcegos dispersores para áreas degradadas, bem como a valoração econômica do mesmo. O desenvolvimento dos cálculos necessários para obter esse valor ainda esbarra na carência de informações biológicas básicas, além de ser limitado por fatores contexto-dependentes. Portanto, espera-se que aproximações, como aquelas aqui apresentadas para esse valor, sirvam de estímulo à discussão, à obtenção de dados de base necessários e ao aperfeiçoamento dos cálculos, não devendo ser tomadas como valores absolutos ou de referência.

Agradecimentos

Esse trabalho se tornou possível graças a diversos projetos de pesquisa conduzidos na Floresta Atlântica, com apoio, principalmente, do FEMA/IAP/SEMA (2002-2003, convênio 024/02), Mater Natura: Instituto de Estudos Ambientais e Embrapa – MP2 (Desenvolvimento de técnicas naturais e de baixo custo para a recuperação da cobertura florestal em pequenas propriedades rurais). Agradecemos ao IAP pela autorização de pesquisa e uso das dependências do Parque Vila Rica do Espírito Santo, bem como aos proprietários das áreas vizinhas que autorizaram e facilitaram a pesquisa nos fragmentos florestais presentes em seus imóveis. Diversos estudantes e profissionais auxiliaram nos trabalhos de campo, escritório e laboratório envolvidos nessa pesquisa, em particular, Fabiana Rocha-Mendes e Daniel Carvalho Carneiro. LCP recebeu bolsa de mestrado da CAPES e SBM recebeu bolsa de Produtividade do CNPq (Processo 308419/2008-1).

Referências

- AGUIAR, L. M.; MARINHO-FILHO, J. Activity patterns of nine phyllostomid bat species in a fragment of the Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, p. 385-390, 2004.
- ARTEAGA, L. L.; AGUIRRE, L. F.; MOYA, I. Seed rain produced by bats and birds in forest islands from a neotropical savanna. **Biotropica**, Washington, DC, v. 39, p. 718–724, 2006.
- BELLOTTO, A.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Inserção de outras formas de vida nas áreas em restauração. In: PACTO para a restauração ecológica da Mata Atlântica. Piracicaba: USP/ESALQ/LERF, 2007. p. 43–48.
- BIANCONI, G. V. **Morcegos frugívoros no uso do hábitat fragmentado e seu potencial para recuperação de áreas degradadas**: subsídios para uma nova ferramenta voltada à conservação. 2009. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, p. 943-954, 2004.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remnants in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 23, p. 1199-1206, 2006.
- BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. **Biotropica**, Washington, DC, v. 39, p. 136-140, 2007.
- BIANCONI, G. V.; SUCKOW, U. M. S.; CRUZ-NETO, A. P.; MIKICH, S. B. Use of fruit essential oils to assist forest regeneration by bats. **Restoration Ecology**, Malden, v. 20, p. 211-217, 2010.
- BONACCORSO, F. J. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. **Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences**, Gainesville, v. 24, p. 359-408, 1979.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Ed.). **Frugivores and seed dispersal**. Dordrecht: W. Junk Publishers, 1986. p. 119-135.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Bats in continuous forest, forest fragments and in a agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. **Biological Conservation**, Essex, v. 103, p. 237-245, 2002.
- FLEMING, T. H. **The short-tailed fruit bat**: a study in plant-animal interactions. Chicago: University Chicago Press, 1988.
- FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Frugivorous bats, seed shadows and the structure of tropical forests. **Biotropica**, Washington, DC, v. 13, p. 45-53, 1981.
- FONSECA, C. E. L.; RIBEIRO, J. P.; CAVALCANTE DE SOUZA, R. P. R.; BALBINO, V. K. Recuperação da vegetação de matas de galeria: estudos de caso no Distrito Federal e entorno. In: RIBEIRO, J. P.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado**: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p. 815-870.

- GALINDO-GONZALES, J.; GUEVARA, S.; SOSA, V. J. Bat- and bird-generated seed rains at isolate tree in pastures in a tropical rainforest. **Conservation Biology**, Malden, v. 14, p. 1693-1703, 2000.
- HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T. H.; OPLER, P. A. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. **Ecology**, Tempe, v. 56, p. 841-854, 1975.
- HENRY, M.; JOUARD, S. Effect of bat exclusion on patterns of seed rain in tropical rainforest in French Guiana **Biotropica**, Washington, DC, v. 39, p. 510-518, 2007.
- INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E FLORESTAS. **Plano de manejo do Parque Estadual de Vila Rica do Espírito Santo, Fênix, PR**. Curitiba, 1987.
- IUDICA, C. A.; BONACCORSO, F. J. Feeding of the bat, *Sturnira lilium*, on fruits of *Solanum riparium* influences dispersal of this pioneer tree in forests of northwestern Argentina. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Lisse, v. 32, p. 4-6, 1997.
- JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (Ed.). **The ecology of regeneration in plant communities**. 2nd ed. Wallingford: CAB Publishing, 2000. p. 125-165.
- KALKO, E. K. V.; HANDLEY JR., C. O.; HANDLEY, D. Organization, diversity and long-term dynamics of a neotropical bat community. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, J. A. (Ed.). **Long-term studies of vertebrate communities**. New York: Academic Press, 1996.
- KELM, D. H.; WIESNER, K. R.; VON HELVERSEN, O. Effects of artificial roosts for frugivorous bats on seed dispersal in a Neotropical forest pasture mosaic. **Conservation Biology**, Malden, v. 22, p. 733-741, 2008.
- KUNZ, T. H.; TORREZ, E. B.; BAUER, D.; LOBOVA, T.; FLEMING, T. Ecosystem services provided by bats. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1223, p. 1-38, 2011.
- LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B.; POSSETE, R. F. S.; RIBAS, O. S. Levantamento florístico e síndromes de dispersão em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista na região centro-sul do estado do Paraná. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 233-248, 2009.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981.
- MEDINA, A.; HARVEY, C. A.; MERLO, D. S.; VÍLCHEZ, S. V.; HERNÁNDEZ, B. Bat diversity and movement in an agricultural landscape in Mantiguás, Nicarágua. **Biotropica**, Washington, DC, v. 39, p. 120-128, 2007.
- MIKICH, S. B. A dieta dos morcegos frugívoros (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) de um pequeno remanescente de Floresta Estacional Semidecidual do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, p. 239-249, 2002.
- MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V.; MAIA, B. H. L. N. S.; TEIXEIRA, S. D. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 29, p. 2379-2383, 2003.
- MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V. Potencializando o papel dos morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 51, p. 155-164, 2005.
- MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Brasília, DF, v. 15, p. 89-113, 2001.
- MIRANDA, E. E.; GAMBARINI, A. **Natureza, conservação e cultura: ensaio sobre a relação do homem com a natureza no Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2003.
- MORRISON, D. W. Influence of habitat on the foraging distances of the fruit bat, *Artibeus jamaicensis*. **Journal of Mammalogy**, Kansas, v. 59, p. 622-624, 1978.
- MUSCARELLA, R.; FLEMING, T. H. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, Cambridge, v. 82, p. 573-90, 2007.
- NAVE, A. G. Descrição das atividades operacionais de restauração e levantamento de custos médios (implantação em área total). In: PACTO para a restauração ecológica da Mata Atlântica. Piracicaba: USP/ESALQ/LERF, 2007. p. 138-146.
- PACTO para a restauração ecológica da Mata Atlântica. Piracicaba: USP/ESALQ/LERF, 2007.

PALMERIM, J. M.; GORCHOV, D. L.; STOLESON, S. Trophic structure of a neotropical frugivore community: is there competition between birds and bats? **Oecologia**, Berlin, v. 79, p. 403-411, 1989.

PEDRO, W.; TADDEI, V. A. Temporal distribution of five bat species (Chiroptera, Phyllostomidae) from Panga Reserve, south-eastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, p. 951-954, 2002.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo, 1999. (Série Cadernos da Biosfera, 14).

REIS, N. R.; BARBIERI, M. L. S.; LIMA, I. P.; PERACCHI, A. L. O que é melhor para manter a riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera): um fragmento florestal grande ou vários fragmentos de pequeno tamanho? **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, p. 225-230, 2003.

RIDLEY, H. N. **The dispersal of plants throughout the world**. Ashford: L. Reeve, 1930.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Resolução SMA nº 47 de 26 de Novembro 2003. Altera e amplia a Resolução SMA 21, de 21/11/2001; Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 27 nov. 2003.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 75, p. 81-86, 1988.

THIES, W.; KALKO, E. K. V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, Copenhagen, v. 104, p. 362-376, 2004.

TRES, D. R.; SANT'ANNA, C. S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS JUNIOR, U.; REIS, A. Poleiros artificiais e transposição de solo para a restauração nucleadora em áreas ciliares. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 312-314, 2007.

VAN DER PIJL, L. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). **Acta Botanica Neerlandica**, Amsterdam, v. 6, p. 291-315, 1957.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, p. 25-42, 1998.

WEB OF SCIENCE. Disponível em: <<http://apps.webofknowledge.com>>. Acesso em: 4 ago. 2012.

WENDELN, M. C.; RUNKLE, J. R.; KALKO, E. K. V. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. **Biotropica**, Washington, DC, v. 32, p. 489-501, 2000.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, Cambridge, v. 62, p. 417-428, 1974.

YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. J. A questão ambiental no esquema centro-periferia. **Economia**, v. 4, p. 201-221, 2003.