

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**ESTUDO DA COMUNIDADE DE MORCEGOS EM FRAGMENTOS
REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA DO LITORAL SUL DO ESTADO
DE PERNAMBUCO**

Carla Clarissa Nobre de Oliveira
Orientador: Dr. Antonio Rossano Mendes Pontes
Co-orientadora: Dra. Katharine Raquel Pereira Santos

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**ESTUDO DA COMUNIDADE DE MORCEGOS EM FRAGMENTOS
REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA DO LITORAL SUL DO ESTADO
DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como exigência para a obtenção do grau de mestre em Biologia Animal.

Carla Clarissa Nobre de Oliveira
Orientador: Dr. Antonio Rossano Mendes Pontes
Co-orientadora: Dra. Katharine Raquel Pereira Santos

Recife, 2010

Oliveira, Carla Clarissa Nobre de

Estudo da comunidade de morcegos em fragmentos remanescentes de floresta atlântica do litoral sul do Estado de Pernambuco / Carla Clarissa Nobre de Oliveira. – Recife: O Autor, 2010.

69 folhas: fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Pós-Graduação em Biologia Animal, 2010.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Morcego – Pernambuco 2. Chiroptera 3. Ecologia florestal I. Título.

599.4

CDD (22.ed.)

UFPE/ CCB – 2010- 092

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

BANCA EXAMINADORA

Dr. Antonio Rossano Mendes Pontes (UFPE)

Dr. Enrico Bernard (UFPE)

Dr. Martin Alejandro Montes (UFRPE)

Dr. André Mauricio de Melo Santos (CAV/UFPE)

Dr. Marcelo Tabarelli (UFPE)

Dr. Diego Astúa de Moraes (UFPE)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida;

A Conservação Internacional pelo financiamento concedido;

Ao CEPAN pelo veículo disponibilizado para as viagens de campo;

A Usina Trapiche pelo apoio logístico;

A Evania, Sr. Severino, Humberto Medeiros, Vivian Silva e Igor Cunha pelo auxílio nas atividades de campo;

A Marcelo Holderbaum pelas sugestões ao manuscrito, apoio no campo e no laboratório;

A Antonio Rossano Mendes Pontes e Katharine Santos pela orientação no projeto de pesquisa;

A Bruno Filgueiras e Enrico Bernard pelas sugestões ao manuscrito;

A André Santos pelo auxílio com os *shape files* e sugestões ao manuscrito;

A banca pelas sugestões a dissertação;

A Juliana Arandas e Patrícia Carlos pelo auxílio no processamento dos morcegos;

Aos colegas de laboratório, Ramon Gadelha, Marcelo Luna e Antonio Paulo e aos colegas de mestrado, Monica Verçosa, Eloína Santos, Raul Fonseca e Isabella Bandeira pelo auxílio durante a dissertação e durante todo o período do mestrado;

A todos que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo avaliar como o tamanho, a forma e a conectividade dos fragmentos na paisagem influenciam na comunidade de morcegos, através dos valores de riqueza, diversidade e número de capturas. Com um esforço de 6840 rede-hora, foram capturados 1.115 indivíduos pertencentes a 23 espécies. O *checklist* de morcegos para o Centro de Endemismo Pernambuco indicou uma simplificação da fauna de morcegos, com possíveis extinções locais devido ao elevado grau de fragmentação da área de estudo, aliado a isso, tem-se que morcegos de maior porte e generalistas foram capazes de persistir na paisagem fragmentada. Modelos gerais lineares indicaram uma fraca relação entre tamanho e forma dos fragmentos com riqueza e diversidade. Número de capturas foi influenciado apenas pelo tamanho enquanto a conectividade não exerceu nenhum efeito sobre as variáveis estudadas. O escalonamento métrico indicou uma fraca separação dos fragmentos entre as classes de tamanho e as análises de particionamento indicaram um elevado grau de compartilhamento de espécies e baixos valores de exclusividade, sugerindo que tamanho e forma não são determinantes para as espécies de morcegos remanescentes no período pós-fragmentação. A comunidade de morcegos do Centro de Endemismo Pernambuco não é fortemente afetada pela fragmentação e as espécies remanescentes serão de extrema relevância para a manutenção dos processos ecológicos regionalmente, tendo em vista que os grandes dispersores estão regionalmente extintos.

Palavras-Chave: Morcego – Pernambuco, Chiroptera, Ecologia florestal

ABSTRACT

The purpose of the present study is to evaluate how the size, the shape and the connectivity of the fragments in the landscape influence the assemblage of bats, through the value of richness, diversity and number of captures. With an effort of 6840 mistnet-hour, 1.115 individuals from 23 species were captured. The checklist of bats for the Pernambuco Endemism Centre showed an simplification of the fauna, with possible local extinction because of the high degree of fragmentation of the study area, also bigger bats and generalists were able to survive in the fragmented area. General linear models indicated a weak relation between the size and shape of the fragments and the richness and diversity. The number of captures was influenced only by the size and the connectivity did not have any effect on the variables studied. The metric scaling indicated a weak separation of the fragments between the classes of size and the analysis of partitioning has indicated a high degree of sharing species and low values of exclusivity, suggesting that the size and shape are not determining for the remaining species of bats in the post-fragmentation period. The community of bats from the the Pernambuco Endemism Centre is not strongly affected by the fragmentation and the remaining species will be extremely relevant to keep the ecological processes regionally, once the great dispersers are regionally extinct.

Keyword: Bat – Pernambuco, Chiroptera, Forest ecology

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Localização da área de estudo, em (A) mapa do Brasil (B) nordeste brasileiro e a área remanescente de floresta atlântica e (C) fragmentos de floresta atlântica no Município de Sirinhaém, Centro de Endemismo Pernambuco: (1) Pedra do Cão (2) Sibiró (3) Boca da Mata (4) Mata das Cobras (5) Canto Escuro (6) Tauá (7) Xanguá (8) Jaguaré e (9) Ubaca.

FIGURA 2: Os fragmentos selecionados na área de estudo e o *buffer* de 1km em torno de cada um deles. Dentro desta área foi quantificada em porcentagem, a cobertura florestal e esse parâmetro foi avaliado como conectividade. Os fragmentos de cor cinza claro são os que estão na classe dos menores de 50 hectares e os em cinza escuro na classe dos maiores que 50 hectares.

FIGURA 3: Ordenações referentes ao Escalonamento Métrico multi-Dimensional (NMDS) em relação à diversidade dos fragmentos estudados. Quanto mais verticalmente acima está o fragmento, maior a sua diversidade. Os triângulos em cinza claro indicam fragmentos com variação de tamanho menor ou igual a 50 ha e os quadrados em preto indicam fragmentos com tamanho maiores que 50 ha.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Lista dos fragmentos estudados e seus respectivos valores de tamanho (ha), complexidade de forma, conectividade (em % de cobertura florestal), riqueza, diversidade (Índice de Shannon-Wiener) e número de capturas.

TABELA 2: Espécies referidas para o Centro de Endemismo Pernambuco em trabalhos prévios e seus hábitos alimentares predominantes.

TABELA 3: Espécies capturadas na área de estudo, com médias de valores de antebraço, peso, guilda alimentar e número de indivíduos capturados.

TABELA 4: Captura, diversidade e representatividade da comunidade de morcegos em cada um dos fragmentos em relação à paisagem na área de estudo.

TABELA 5: Resultados do Modelo Linear Geral (GLM) demonstrando os efeitos do tamanho, forma e conectividade dos fragmentos sobre a riqueza, diversidade e número de capturas de morcegos do Município de Sirinhaém, Pernambuco. Transformações estão indicadas nas variáveis. Valores em negrito indicam efeito significativo.

SUMÁRIO

Revisão Bibliográfica

Perda e Fragmentação de Habitats	8
Floresta Atlântica e o Centro de Endemismo Pernambuco	10
Morcegos: Importância ecológica e manutenção em paisagens fragmentadas	12
Referências Bibliográficas	16
Manuscrito	
Resumo	29
Abstract	30
Introdução	31
Métodos	34
Resultados	
Aspectos gerais	37
Tamanho, forma e conectividade de fragmentos florestais	38
Discussão	39
Implicações para a conservação	41
Referências	43
Figuras e tabelas	53
Normas de submissão	63

1.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Perda e Fragmentação de habitats

O uso e a ocupação do solo nas regiões tropicais têm ocorrido rapidamente e levado a formação de paisagens fragmentadas provocando efeitos adversos na paisagem (MAYAUX et al., 2005; FISCHER; LINDENMAYER, 2007). A fragmentação consiste na transformação de uma ampla área de habitat em fragmentos isolados por uma matriz não semelhante à original e com redução de área total (WILCOVE et al., 1986). A perda de áreas contíguas e a substituição por matriz ocasionam diversos efeitos nas populações em nível local e regional. Tais efeitos são decorrentes de: (1) redução da área total, (2) aumento no número de fragmentos, (3) diminuição do tamanho das manchas de habitat, (4) aumento do isolamento entre os fragmentos e (5) aumento da endogamia e depressão endogenética (HANSKY; OVASKAINEN, 2000; FAHRIG, 2003).

Paisagens fragmentadas tendem a não sustentar a mesma diversidade de espécies que em um habitat original (LOVEJOY et al., 1986; TABARELLI et al., 1999). Os efeitos da fragmentação sobre a biota estão associados: (1) à redução das áreas centrais dos fragmentos (EWERS; DIDHAM, 2007), as quais seriam mais adequadas para a manutenção de espécies; (2) aos efeitos de borda que são resultado das variáveis insolação e ventos e que tendem a reduzir a quantidade de árvores maiores (LAURANCE, 1991; MURCIA, 1995; WOODROFFE; GINSBERG, 1998) (3) ao tipo de matriz circundante, que pode atuar como um ambiente alternativo (servir como abrigo e área de forrageio) e até reduzir os efeitos deletérios da fragmentação (PARDINI, 2004; FARIA, 2006).

Dada a relevância das paisagens fragmentadas no planeta, alguns estudos foram realizados para avaliar como a flora e a fauna se comportariam frente aos efeitos adversos da insularização em fragmentos florestais. A teoria da biogeografia de ilhas (MCARTHUR; WILSON, 1967), que postulou os padrões de colonização e riqueza de espécies em ilhas oceânicas, de acordo com o seu tamanho e distância do continente foi aplicada, tentando-se prever como tamanho, forma e distancia estariam afetando as comunidades residentes em uma paisagem fragmentada.

Diversos estudos tentaram avaliar os efeitos da fragmentação sobre árvores (LAURANCE et al., 1998), aves (BIERREGGARD; STOUFFER, 1997; UEZU et al., 2004), anfíbios (MARSH; PEARMAN, 1997), pequenos mamíferos (PARDINI, 2004; ASFORA; MENDES PONTES, 2009), mamíferos de médio e grande porte (SILVA JR; MENDES PONTES, 2008; MENDES PONTES et al., *in prep.*), morcegos (COSSON et AL., 1999; SCHULZE et al., 2000; BERNARD; FENTON, 2002, 2003, 2007; GORENSEN; WILLIG, 2004; FARIA, 2006) e invertebrados (UEHARA-PRADO, et al., 2007; DIDHAM et al., 1998; FILGUEIRAS, 2009).

Fragmentos maiores geralmente contêm mais espécies e populações mais numerosas, o que teoricamente aumentaria a estabilidade frente às variações nos processos demográficos, genéticos e ambientais (EWERS; DIDHAM, 2006) reduzindo as probabilidades de extinção e do risco de depressão endogâmica (HANSKI; OVASKAINEN, 2000). A forma dos fragmentos também influencia a dinâmica populacional dos animais e da persistência de metapopulações. Fragmentos com formas complexas têm um perímetro superior a razão de área, aumento da quantidade de borda do habitat afetado e uma concomitante redução na área central (EWERS; DIDHAM, 2007).

Já a matriz circundante e configuração do habitat podem exercer um forte efeito sobre os processos que ocorrem dentro dos fragmentos (KUPFER et al., 2006). Alguns grupos são capazes de se deslocar entre os fragmentos e a conectividade entre estes depende de características estruturais, tais como a distância entre os fragmentos, a presença de corredores ecológicos, e o tipo de matriz circundante.

Adicionalmente, o deslocamento entre fragmentos varia de acordo com a biologia de cada espécie, estando relacionado com a capacidade de utilizar áreas perturbadas e transpor a matriz. As características da matriz podem afetar o deslocamento entre fragmentos e de uma área fonte para estes, além de influenciar decisivamente na manutenção de metapopulações, afetando a composição local e regional de espécies (FAHRIG; MERRIAM, 1994).

Floresta Atlântica e o Centro de Endemismo Pernambuco

A Floresta Atlântica se estende da região nordeste do Brasil até a Argentina e Paraguai, ocupando no território brasileiro uma área de cerca 12% (56.400 km²) e atualmente restam de 5-12% da cobertura original, sob a forma de fragmentos isolados e dispersos em uma matriz de agricultura ou pastagens (BROWN; BROWN, 1992). Recentemente estimou-se que restam 11,4 a 16% da floresta atlântica original, com 83% dos fragmentos menores que 50 hectares, distando em média 1,4 km entre si (RIBEIRO et al., 2009). Tendo em vista o número de espécies endêmicas e o alto grau de ameaça deste bioma, Myers et al. (2000) classificaram-na como área prioritária para a conservação da biodiversidade, sendo considerado o quarto *hotspot* em prioridade por se tratar de uma área que possui alta diversidade associada a uma alta incidência de perda de habitats.

Na Floresta Atlântica nordestina, a situação é mais crítica, pois se têm no estado de Pernambuco apenas 2% de sua cobertura original, sendo 73% do total menores que 10 ha, circundados, em sua grande maioria, por uma matriz de cana-de-açúcar (RANTA et al., 1998; MENDES PONTES et al., *in prep*). Nesta região é verificada a ocorrência de cinco tipos de vegetação: floresta ombrófila aberta, floresta ombrófila densa, áreas de tensão ecológica, floresta estacional semidecidual e formações pioneiras (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996).

Dentro desse contexto está o Centro de Endemismo Pernambuco (CEPE), que se constitui nas porções de floresta atlântica situadas acima do rio São Francisco, compreendendo os estados de Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (*sensu* PRANCE, 1982, 1987; SILVA; CASTELETTI, 2003). Sugere-se que o CEPE consiste em um *hotspot* dentro de um *hotspot* e adicionalmente, Carnaval e Moritz (2009) o classificaram como Refugio Pernambuco, uma área que remonta do Pleistoceno, sugerindo uma diversidade de espécies maior do que a que se conhece.

Esta área é de extrema relevância, pois se acredita que ao longo dos períodos glaciais e interglaciais no quaternário ocorria a expansão e retração das áreas florestais de acordo com a umidade disponível no ambiente. As florestas amazônica e atlântica ora estavam conectadas por floresta ou separadas por áreas de savanas e, era através da floresta atlântica nordestina que ocorriam as trocas entre a fauna da região amazônica e atlântica (PRANCE, 1982, HAFFER, 1987).

Adicionalmente aos efeitos da fragmentação *per se*, tem-se o impacto da caça e da retirada de madeira dos fragmentos remanescentes, os quais têm influenciado decisivamente no processo de extinção regional que tem ocorrido no CEPE (SILVA JR; MENDES PONTES, 2008; GADELHA, 2009; MELO, 2009). Alguns estudos realizados indicam que cerca de 50% das árvores (SILVA; TABARELLI, 2000;

OLIVEIRA et al., 2004; SANTOS et al., 2008), 50% dos mamíferos de médio e grande porte (FERNANDES, 2003; SILVA JR; MENDES PONTES, 2008) estão regionalmente extintos.

A perspectiva da Floresta Atlântica nordestina é pouco animadora. Em relação a outras áreas de Floresta Atlântica, o CEPE se constitui na porção mais desmatada, menos conhecida e pouco protegida (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996; SILVA; TABARELLI, 2001). Apresenta um elevado número de fragmentos menores que 10 ha (n=13619) e apenas 0.1% (n=23) acima de 1000 hectares (MENDES PONTES et al., *in prep*) e, de acordo com o proposto por Chiarello (1999), essas áreas não manteriam populações mínimas viáveis a longo prazo. Com a extinção dos grandes mamíferos, tem-se um colapso de vários processos ecológicos importantes para a manutenção das florestas, como dispersão e polinização e que esses processos e estariam restritos aos animais de menor porte, como aves e morcegos (SILVA; TABARELLI, 2001).

Morcegos: Importância Ecológica e manutenção em paisagens fragmentadas

Morcegos são mamíferos pertencentes à Ordem Chiroptera e os únicos no grupo capazes de realizar vôo verdadeiro (NEWEILLER, 2000) se constituindo na segunda maior Ordem, mais de 1130 espécies e perfazendo cerca de 22% do total de espécies conhecidas (SIMMONS, 2005). Apresentam hábitos alimentares bem diversificados, sendo classificados como nectarívoros, frugívoros, insetívoros, onívoros, folívoros, piscívoros e hematófagos, e graças a essa plasticidade alimentar estão aptos a ocupar diversos habitats na natureza sendo também encontrados em construções urbanas em cidades (KUNZ; FENTON, 2003; ALTRINGHAM, 1996).

Devido a sua importância ecológica como dispersores de semente, regeneradores de áreas florestais e reguladores das populações de insetos e pequenos vertebrados, os

morcegos têm sido bem estudados em diversas regiões do mundo. Na Floresta Atlântica são conhecidas mais de 96 espécies, destas, 5 são endêmicas para este bioma (MARINHO-FILHO; SAZIMA, 1998). Grande parte destes registros estão nas áreas de Floresta Atlântica situadas na Região Sudeste, a partir dos inventários, de estudos taxonômicos e ecológicos (PASSOS et al., 2003; MELLO, 2003; MELLO, 2006; PEDRO et al., 1995). Já na Região Nordeste os estudos sobre a quiropterofauna ainda são incipientes. Em Pernambuco existem poucos estudos de levantamento em campo ou de exemplares depositados em coleção (veja ASTÚA; GUERRA, 2008; BRENNAND, 2006; FEIJÓ, 2009; SÁ-NETO, 2003; SILVA; FARIAS, 2004; LIRA, 2006).

Alguns estudos têm verificado os efeitos da fragmentação sobre a comunidade de morcegos e não há um consenso nas conclusões em relação ao grupo. Em alguns estudos verificou-se que a riqueza e diversidade de morcegos declinou em áreas florestais fragmentadas (COSSON, et al., 1999; SCHULZE, et al., 2000), enquanto que em outros, não foram encontradas diferenças significativas na riqueza, diversidade e abundância entre florestas contínuas e fragmentos (ESTRADA et al., 1993; LAW et al., 1999; BERNARD; FENTON 2002, 2003, 2007).

Os danos causados pela redução de habitat, entretanto, podem ser minimizados pela capacidade dos animais de atravessarem a matriz circundante, o que poderá aumentar a sobrevivência das populações e evitar efeitos estocásticos (ANDRÉN, 1994; BIERREGAARD; STOUFFER 1997). A modificação da paisagem através da fragmentação pode ocasionar o declínio das populações de morcegos, alterando seus valores diversidade, riqueza de espécies, abundância e podendo ocasionar extinções locais (PEDRO et al., 1995; REIS; MULLER, 1995; REIS et al., 2003 e BIANCONI et al., 2004) o que está relacionado à redução dos recursos existentes e de número de nichos disponíveis (JABERG; GUIBAN, 2001).

Na Guatemala, Schulze et al. (2000) não encontraram diferença na riqueza entre fragmentos e floresta contínua mas sugerem que os morcegos frugívoros de maior porte são indicadores de perturbação ambiental. Law et al. (1999) verificou na Austrália que as áreas de floresta contínua eram mais ricas, embora as atividades de morcegos não diferiram significativamente entre áreas contínuas e fragmentos florestais.

Na Amazônia, Cosson et al (1999) verificou na Guiana Francesa a redução da riqueza de morcegos na paisagem e os fragmentos menores foram mais afetados, com perda de morcegos frugívoros de sub-bosque. Numa et al. (2004) encontrou na Colômbia maior riqueza nos fragmentos florestais que em áreas de plantação de café e que a matriz sombreada contribui na conectividade entre os fragmentos. Bernard e Fenton (2007), em Alter do Chão verificaram que o número de capturas foi influenciado pela forma do fragmento, não encontrando outros resultados significativos.

Na Floresta Atlântica, Gorenzen e Willig (2004) verificaram no Paraguai maior diversidade em habitats moderadamente fragmentados e maior equitabilidade em áreas florestais. Faria (2006) verificou, para a Bahia que o tamanho dos fragmentos não influenciou na comunidade e que a modificação da paisagem empobreceu a assembléia de morcegos, mas que a matriz circundante, por ser florestal, auxiliou a reduzir os efeitos da fragmentação.

Os estudos com morcegos em paisagens fragmentadas sugerem que estes são fracamente afetados pelas variáveis da paisagem e estes contribuem de forma decisiva para a persistência dos remanescentes florestais além de atuarem regeneradores e mantenedores de áreas florestais, e contribuem significativamente na polinização de diversas espécies vegetais.

Tendo em vista o drástico cenário da fragmentação no Centro de Endemismo Pernambuco e o colapso de vários processos ecológicos com a redução e desaparecimento das populações de mamíferos de médio e grande porte e das grandes aves dispersoras, pretendemos avaliar de que maneira os morcegos se comportam em paisagens fragmentadas e como este grupo pode contribuir para a persistência e regeneração das áreas florestais remanescentes do Centro de Endemismo Pernambuco.

2.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉN, H. **Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review.** Oikos, Copenhagen, 71 (3): 355-366. 1994.

ALTRIGHAM, J. D. **Bats. Biology and Behaviour.** New York: Oxford University Press. 1996. 262p.

ASFORA, P. H.; MENDES PONTES, A. R. **The small mammals of the highly impacted northeastern Atlantic forest of Brazil, Pernambuco Endemism Center.** Biota Neotropica v. 9, n. 1, p. 31-35, 2009.

ASTUA, D; GUERRA, D. Q. **Caatinga bats in the Mammal Collection of the Universidade Federal de Pernambuco.** Chiroptera Neotropical v. 14, p. 326-338, 2008.

BERNARD, E.; FENTON, M. B., **Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in forest fragments, primary forests, and savannas in Central Amazonia, Brazil.** Canadian Journal of Zoology 80, 1124–1140. 2002.

BERNARD, E.; FENTON, M. B. **Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil.** Biotropica 35 (2), 262–277. 2003.

BERNARD, E.; FENTON, M. B. **Bats in a fragmented landscape: species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil.** Biological Conservation 134:332–343. 2007.

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 Zoologia 21 (4): 943–954. 2004.

BIERREGAARD JR. R. O.; STOUFFER, P. C. **Understory birds and dynamic habitat mosaics in Amazonian rainforests.** In: Laurance, W.F., Bierregaard Jr., R.O. (Eds.), Tropical Forest Remnants. University of Chicago Press, Chicago, pp. 138–155. 1997.

BRENNAND P. **Diversidade de mamíferos da Mata Atlântica do Estado de Alagoas, Brasil.** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, Brasil. 2006.

BROWN, K.S. J.; BROWN, G.G. **Habitat alteration and species loss in Brazilian forests.** In: Whitmore, T.C. and Sayer, J.A. Tropical Deforestation and Species Extinction. Chapman and Hall, London, p. 119-142. 1992.

CARNAVAL, C.; MORITZ, C. **Predicting diversity within hotspots to enhance conservation.** Science 323: 785-789. 2009.

CHIARELLO, A. G. **Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil.** Biological Conservation 89:71–82. 1999.

COIMBRA-FILHO, A. F.; CÂMARA, I. G. **Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil.** Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, Rio de Janeiro. 1996.

COSSON, J. F.; PONS, J. M.; MASSON, D. **Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana.** Journal of Tropical Ecology 15, 515–534. 1999.

CRUZ, M. A. O. et al. **Mastofauna do estado de Pernambuco: uma contribuição do Atlas de Biodiversidade.** In: Marcelo Tabarelli; José Maria Cardoso da Silva. (Org.). Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. Recife: Massangana, v. 2, p. 557-579. 2002.

DIDHAM, R. K. et al. **Beetle species responses to tropical forest fragmentation.** Ecological Monographs 68, 295–323. 1998.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R.; MERRIT JR., D. **Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico.** Ecography 16, 309–318. 1993.

EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. R **The effect of fragment shape and species' sensitivity a habitat edges on animal population size.** Conservation Biology 21, 926-936. 2007.

FAHRIG, L. **Effects of habitat fragmentation on biodiversity.** Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 34, 487–515. 2003.

FAHRIG, L.; MERRIAM, G. **Conservation of fragmented populations.** Conservation Biology, v. 8, p. 50-59, 1994.

FARIA, D. **Phyllostomid bats of a fragmented landscape in northe-eastern Atlantic forest, Brazil**. Journal of Tropical Ecology, 21(4):1-12. 2006.

FEIJÓ J. A. **A quiroptero fauna dos estados da Paraíba e Pernambuco** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Federal da Paraíba, Paraíba. 2009

FERNANDES A. C. A. **Censo de mamíferos em alguns fragmentos de floresta atlântica no Nordeste do Brasil**. Dissertação (Biologia Animal) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil. 2003.

FILGUEIRAS B. K. **Besouros escarabeíneos em fragmentos de floresta Atlântica do Centro de Endemismo Pernambuco**. Dissertação (Biologia Animal) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil. 2009.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. **Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis**. Global Ecology and Biogeography. 16: 265 - 280. 2007.

GADELHA J. R. A. A. **O efeito do tamanho e forma de fragmentos de mata atlântica do Centro de endemismo Pernambuco sobre os mamíferos de médio e grande porte** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. 2009.

GORRESEN, P. M.; WILLIG, M. R. **Landscape response of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay**. Journal of Mammalogy 85:688–697. 2004.

GUERRA D. Q. **Chiroptera de Pernambuco: Distribuição e aspectos biológicos**
Dissertação (Biologia Animal) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco,
Brasil. 2007.

HAFFER, J. **Quaternary history of tropical America** In: WHITMORE, T.C.;
PRANCE, G.T. (eds.): Biogeography and Quaternary history in tropical America.
Oxford: Clarendon Press, p. 1-18, 1987.

HANSKI, I.; OVASKAINEN, O. **The metapopulation capacity of a fragmented
landscape.** Nature 404:756–758. 2000.

JABERG, C.; GUIBAN, A. **Modelling the Distribution of Bats in Relation to
Landscape Structure in a Temperate Mountain Environment** Journal of Applied
Ecology, 38(6): 1169-1181. 2001.

KUNZ T. H.; FENTON M. B. **Bat Ecology.** Chicago: The University of Chicago Press.
2003. 798p.

KUPFER, J. A.; MALANSON, G. P.; FRANKLIN, S. B. **Not seeing the ocean for the
islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation
effects.** Global Ecology and Biogeography 15, 8–20. 2006.

LAURANCE, W. F. et al. **Effects of Forest fragmentation on recruitment patterns
in Amazonian tree communities.** Conservation Biology, v. 12, p. 460–464, 1998.

LAW, B. S.; ANDERSON, J.; CHIDEL, M. **Bat communities in a fragmented forest
landscape on the south-west slopes of New South Wales, Australia.** Biological
Conservation 88, 333–345. 1999.

LIRA, T. C. **Dados preliminares do inventário da quiropteroфаuna (Mammalia:Chiroptera) de um remanescente urbano de Mata Atlântica do Litoral Sul de Pernambuco** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade de Pernambuco, Pernambuco. 2006.

LOVEJOY, T. E. et al. **Edge and other effects of isolation on Amazon fragments** In: M. E. SOULÉ (eds). Conservation biology, the science of scarcity and diversity. Sinauer Associates Inc. 257-285 p. Massachusetts. 1986.

MARINHO-FILHO, J.; SAZIMA, I. **Brazilian bats and conservation biology (A first survey)**. In: Kunz, T. H. AND Racey, P. A. (ed.) Bat – Biology and Conservation. Smithsonian Institution Press, p. 281-294. 1998.

MARSH, D. M.; PEARMAN, P. B. **Effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of leptodactylid frogs in an Andean montane forest**. Conservation Biology 11, 1323–1328. 1997.

MAYAUX, P. et al. **Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring** Phil. Trans. R. Soc. B 360 373–84. 2005.

MCARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press, Princeton. 1967.

MELLO, M. A. R. **Interações entre o morcego *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas do gênero *Piper* (Linnaeus, 1737) (Piperales: Piperaceae) em uma área de Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2003. 61p.

MELLO, M. A. R. **Interações entre o morcego *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas da família Solanaceae.** Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas. 2006. 144p.

MELO, E. R. A. **O impacto humano e o declínio da comunidade de mamíferos de médio e grande porte do Centro de Endemismo Pernambuco** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. 2009.

MENDES PONTES A. R. et al. **Mass extinction of the mammals of the Pernambuco Endemism Centre: implications and alternatives for conservation.** *In. Prep.*

MYERS, N. et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature 403:853-858. 2000.

MURCIA, C. **Edge effectes in fragmented forests; application for conservation.** Trends in Ecology and Evolution, v. 10, p. 58-62, 1995.

NEUWEILWER, G. **The Biology of Bats** New York: Oxford University Press, 2000. 310p.

NUMA, C.; VERDÚ , J. R.; SANCHEZ-PALOMINO, P. **Phyllostomid bat diversity in a variegated coffee landscape.** Biological Conservation 122, 151–158. 2005.

OLIVEIRA, M. A.; GRILLO, A. S., TABARELLI, M. **Forest edge in the Brazilian Atlantic Forest: drastic changes in tree species assemblages.** Oryx 38: 389-394. 2004.

PARDINI, R. **Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape.** Biodiversity and Conservation, v. 13, p. 2567- 2586, 2004.

PASSOS, F. C. et al. **Frugivoria em Morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, Sudeste do Brasil** Revista Brasileira de Zoologia 20 (3): 511–517. 2003.

PEDRO, W. A. et al. **Fragmentação de habitat e a estrutura de uma taxocenose de morcegos em São Paulo (Brasil).** Chiroptera Neotropical, Brasília, 1 (1): 4-6. 1995.

PRANCE, G. T. **Forest refuges: evidences from woody angiosperms.** In: Prance GT (ed) Biological Diversification in the Tropics. New York, Columbia University Press, pp137-158. 1982

PRANCE, G. T. **Biogeography of Neotropical plants.** In: Prance GT (ed) Biogeography and Quaternary History in Tropical America. Oxford, Claredon Press, pp175-196. 1987.

RANTA, P. et al. **The fragmented Atlantic rain forest of brazil: size, shape and distribution of forest fragments.** Biodiversity and Conservation 7:385-403. 1998.

RIBEIRO, M. C. et al. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation.** Biological Conservation 142, 1141–1153. 2009.

REIS, N. R. et al. **Lista e chave de quirópteros do Parque Estadual Mata dos Godoy e arredores,** Londrina, PR. Semina, 14 (2): 120-126. 1993.

REIS, N. R. et al. **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, 20 (2): 225-230. 2003.

SÁ-NETO R. J. **Comunidade de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em fragmentos de Floresta Atlântica, Usina Serra Grande .** Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. 2003.

SANTOS, B. A.; PERES, C. A.; OLIVEIRA, M. A. **Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic Forest fragments of northeastern Brazil.** Biological Conservation 141:249–260. 2008.

SCHULZE, M. D.; SEAVY, N. E.; WHITACRE, D. F. **A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala.** Biotropica 32 (1), 174–184. 2000.

SILVA JÚNIOR, A. P.; MENDES PONTES, A. R. **The effect of a mega-fragmentation process on large mammal assemblages in the highly-threatened Pernambuco Endemism Centre, northeastern Brazil.** Biodiversity and Conservation 17(6):1455–1464. 2008.

SILVA, L. A. M. ; FARIAS, A. M. I. **Quiropteroфаuna (Mammalia: Chiroptera) da estação Ecológica de Caetés, Paulista, Pernambuco: Levantamento.** Revista Nordestina de Biologia 2005.

SILVA, J. M. C.; CASTELETI, C. H. M. **Status of the biodiversity of the Atlantic forest of Brazil.** In: Galindo-Leal, C., Câmara, I.G. (Eds.), *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats and Outlook*. Island Press and CABS, Washington, DC, pp. 43–59. 2003.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. **Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil.** *Nature* 404, 72–73. 2000.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. **The future of the Atlantic Forest in northeastern Brazil.** *Conservation Biology*, Malden, Michigan, v. 15, n. 3, p. 819-820, 2001

SIMMONS, N. B. **Order Chiroptera.** In: Wilson, D.E., Reeder, D.M. (Eds.), *Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*, third ed. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 2005.

TAYLOR, P.D. et al. **Connectivity is a vital element of landscape structure.** *Oikos* 68, 571–573. 1993.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. **Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil.** *Biological Conservation* 91:119-127. 1999.

UEHARA-PRADO, M.; BROWN, K. S. JR.; FREITAS, A. V. L. **Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape.** *Global Ecology and Biogeography* 16, 43–54. 2007.

UEZU, A.; METZGER, J. P.; VIELLIARD, J. M. **Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species.** Biological Conservation 123, 507–519. 2005.

WILCOVE, D. S.; MCLELLAN, C. H.; DOBSON, A. P. **Habitat fragmentation in the temperate zone.** In Conservation Biology, ed. ME Soul'e, pp. 237–56. Sunderland, MA: Sinauer. 1986.

WOODROFFE, R.; GINSBERG, J. R. **Edge effects and the extinction of populations inside protected areas.** Science 280: 2126-2128. 1998.

MANUSCRITO SUBMETIDO À BIODIVERSITY AND CONSERVATION

**Simplificação da assembléia de morcegos em fragmentos florestais do
Centro de Endemismo Pernambuco, Nordeste do Brasil**

Carla Clarissa Nobre¹

Katharine Raquel Pereira dos Santos²

Antonio Rossano Mendes Pontes¹

1. Universidade Federal de Pernambuco, CCB, Departamento de Zoologia, R. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, PE, Brazil. CEP: 50.740-620. Email: CCN: carla_clarissa@yahoo.com.br. Address for correspondence. ARMP: rossano@ufpe.br

2. Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Núcleo de Biologia, Rua Alto do Reservatório S/N Bela Vista, Vitória de Santo Antão, PE, Brazil. CEP: 55.608-680. Email: KRPS: kraquels@yahoo.com.br.

Título reduzido: Simplificação da assembléia de morcegos no Nordeste do Brasil

Resumo

A fragmentação de habitats tem ocasionado a perda da flora e da fauna em nível mundial, podendo ocasionar extinções locais e regionais. Morcegos têm sido alvo de estudos sobre os impactos da fragmentação sobre o grupo e ainda não há consenso sobre os impactos adversos da paisagem sobre morcegos. O presente estudo tem como objetivo avaliar como o tamanho, forma e conectividade dos fragmentos na paisagem influenciam na comunidade de morcegos, através dos valores de riqueza, diversidade e número de capturas. Com um esforço de 6.840 rede-hora, foram capturados 1.115 indivíduos pertencentes a 23 espécies. O *checklist* de morcegos para o Centro de Endemismo Pernambuco indicou uma simplificação da fauna de morcegos, com possíveis extinções locais devido ao elevado grau de fragmentação da área de estudo. Os morcegos de maior porte e com hábitos frugívoros foram capazes de persistir na paisagem fragmentada. Verificou-se uma fraca relação entre tamanho e forma dos fragmentos com riqueza e diversidade. Número de capturas foi influenciado apenas pelo tamanho enquanto a conectividade não influenciou as variáveis estudadas. Os resultados indicaram uma fraca separação dos fragmentos entre as classes de tamanho e um elevado grau de compartilhamento de espécies e baixos valores de exclusividade, sugerindo que tamanho e forma não são determinantes para as espécies de morcegos remanescentes no período pós-fragmentação. A comunidade de morcegos remanescentes não é fortemente afetada pela fragmentação e estas serão de extrema relevância para a manutenção dos processos ecológicos regionalmente, tendo em vista que os grandes dispersores estão regionalmente extintos.

Palavras-Chave: Comunidade de morcegos, tamanho do fragmento, complexidade da forma, conectividade, Floresta Atlântica Nordeste.

Abstract

Fragmentation of habitats has caused the loss of flora and fauna worldwide, which may cause local and regional extinctions. Bats have been the focus of studies on the impacts of fragmentation on the group and there is still no agreement on the adverse landscape impacts on bats. The purpose of the present study is to evaluate how the size, the shape and the connectivity of the fragments in the landscape influence the assemblage of bats, through the value of richness, diversity and number of captures. With an effort of 6.840 mistnet-hour, 1.115 individuals from 23 species were captured. The checklist of bats for the Pernambuco Endemism Centre showed a simplification of the fauna, with possible local extinction because of the high degree of fragmentation of the study area, also, bigger bats and generalists were able to survive in the fragmented area. General linear models indicated a weak relation between the size and shape of the fragments and the richness and diversity. The number of captures was influenced only by the size of the fragment and the degree of connectivity did not have any effect on the variables studied. The metric scaling indicated a weak separation of the fragments between the classes of size and the analysis of partitioning has indicated a high degree of sharing species and low values of exclusivity, suggesting that the size and shape are not determining for the remaining species of bats in the post-fragmentation period. The bat community from the the Pernambuco Endemism Centre was not strongly affected by the fragmentation and the remaining species are extremely relevant in keeping the ecological processes regionally, once the large sized dispersers are regionally extinct.

Keywords: Bat assemblages, fragment size, shape, connectivity, Northeastern Atlantic Rain Forest

Introdução

A floresta atlântica brasileira detém um dos mais elevados graus de riqueza de espécies e endemismos no planeta (Silva e Casteleti 2003; Ribeiro et al. 2009). No entanto, a atual configuração espacial dos fragmentos florestais demonstra o quanto é crítica a situação na região, onde mais de 80% dos fragmentos são menores que 50 ha (Ribeiro et al. 2009). O Centro de Endemismo Pernambuco, a unidade geográfica localizada ao norte do rio São Francisco, no Nordeste do Brasil, é a região mais ameaçada da floresta atlântica Sul-americana (Silva e Tabarelli 2000), sendo considerado um *hotspot* dentro de um *hotspot*, ou o "refúgio Pernambuco" (Punde et al. 2008; Carnaval e Moritz 2009). Neste cenário, a perda de habitat e fragmentação são processos onipresentes que causam profundos impactos negativos sobre a biodiversidade (Silva e Tabarelli 2000; Silva Jr. e Mendes Pontes 2008; Santos et al. 2008, Asfora e Mendes Pontes 2009; Filgueiras 2009), e os efeitos da fragmentação aliados aos da caça de subsistência são devastadores (Melo 2009).

A perda do habitat e fragmentação são os resultados mais devastadores da atual dinâmica do uso e ocupação do solo na região neotropical (Whitmore 1997; Fahrig 2003; Aguilar et al. 2006). As taxas nas quais os seres humanos estão mudando paisagens naturais são maiores que a dinâmica natural florestal (Laurance 1999). Globalmente, a fragmentação parece representar apenas uma curta etapa de um processo mais amplo de degradação dos ecossistemas naturais pela dominação humana da paisagem (Corlett 2000). Neste contexto, áreas florestais tendem a ser reduzidas a arquipélagos de pequenos fragmentos e por áreas afetadas por bordas (aumento da relação borda/interior), que permanecem inseridos em matrizes não sustentáveis, tais como pastos, plantações e áreas urbanas (Gascon et al. 2000; Tabarelli et al. 2004).

Como consequência, as áreas afetadas pela fragmentação tendem a manter um número pequeno e não aleatório de espécies da fauna original, como tem sido registrado em trabalhos com borboletas (Uehara-Prado et al. 2007), besouros (Didham et al. 1998; Feer e Hingrat 2005; Filgueiras 2009), anfíbios (Marsh e Pearman 1997), aves (Bierreggard e Stouffer 1997; Martensen et al. 2008) e mamíferos (Puttner et al. 2008; Silva Jr. e Mendes Pontes 2008; Asfora e Mendes Pontes 2009).

No contexto da fragmentação, as variáveis da paisagem, tais como o tamanho dos fragmentos, conectividade e complexidade de forma, podem afetar a sobrevivência das espécies (Metzger 2000; Ewers e Didham a, b). O tamanho do fragmento tende a estar relacionado com a disponibilidade de recursos, que influenciam diretamente as populações residentes, a forma se relaciona com a proporção do efeito de borda dentro do fragmento e a conectividade pode facilitar a colonização de fragmentos vazios e, através de efeitos de resgate, pode reduzir as probabilidades de extinção e do risco de depressão endogâmica (Hanski e Ovaskainen 2000).

Fragmentos maiores geralmente comportam mais espécies e populações, o que teoricamente aumenta a estabilidade contra as variações nos processos demográficos, genéticos e ambientais (Ewers e Didham 2006). No entanto, a matriz circundante e a configuração do habitat podem exercer um forte efeito sobre os processos que ocorrem dentro dos fragmentos (Kupfer et al. 2006). Como consequência, a conectividade da paisagem tem uma forte influência sobre a persistência das populações e as interações entre espécies (e.g. Taylor et al. 1993).

A conectividade depende das características estruturais, tais como a distância entre fragmentos, a presença de corredores, e o tipo de matriz. Além disso, também depende

do comportamento das espécies, tais como a capacidade de utilizar habitats perturbados, corredores e trampolins. A forma dos fragmentos também pode influenciar a dinâmica populacional dos animais e a persistência de metapopulações em fragmentos. Fragmentos com formas complexas têm razão perímetro/área maior, o que indica aumento da quantidade de borda do habitat e uma concomitante redução na área central (Ewers e Didham 2007).

Estudos têm verificado os efeitos da fragmentação sobre a comunidade de morcegos e não há um consenso nas conclusões em relação ao grupo. Em alguns destes verificou-se que a riqueza e a diversidade de morcegos foram reduzidas em relação às áreas florestais (Cosson et al. 1999; Schulze et al. 2000) e outros nos quais não foram encontradas diferenças significativas na riqueza diversidade e abundância entre florestas contínuas e fragmentos (Estrada et al. 1993; Law et al. 1999; Faria 2006; Gorensen e Willig 2004; Bernard e Fenton a, b, c).

Neste estudo nós investigamos os efeitos da fragmentação do habitat sobre a comunidade de morcegos na floresta atlântica localizada acima do Rio São Francisco (Centro de Endemismo Pernambuco). Nós testamos a hipótese de que a fragmentação do habitat promoveu um elevado grau de uniformização na composição de espécies de morcegos. Mais especificamente, buscou-se determinar se a riqueza, a diversidade e o número de capturas são influenciados pela (1) área do fragmento, (2) conectividade e (3) complexidade da forma do fragmento.

Métodos

Área de Estudo

O Centro de Endemismo Pernambuco (CEPE) é composto pela floresta atlântica localizada ao norte do rio São Francisco, que abrange os estados de Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, na região nordeste do Brasil (Figura 1). Atualmente possui uma área restante de floresta em torno de 322 mil hectares divididos em fragmentos de tamanhos reduzidos, circundados por uma matriz não florestal de cana-de-açúcar, sendo 73.3% (n=13619) menores que 10 ha; 24% (n=4460) entre 10 e 100 ha; 2.6% (n=474) entre 100 e 1000 ha e somente 0.1% (n=23) maiores que 1000 ha (Ranta et al. 1998; Mendes Pontes et al. *in prep*). Dentre estes últimos, o maior fragmento, o Coimbra (Alagoas), possui apenas 3500 ha, e não existe dentro do CEPE uma área contínua, ou fonte.

Fragmentos e métricas de paisagem

O estudo foi realizado em nove fragmentos florestais (Tabela 1), pertencente ao arquipélago de uma floresta localizada no interior das instalações da Usina Trapiche, no município de Sirinhaém (08° 35'22.4 "S, 35° 06'54.9" W), no estado de Pernambuco (Figura 1). A área caracteriza-se por vegetação do tipo floresta ombrófila densa submontana (Veloso et al. 1991) com precipitação média anual em torno de 2000 mm e está submetida a alta pressão humana, principalmente pela caça de subsistência e de corte seletivo (Melo 2009). Os fragmentos florestais estudados variaram em tamanho entre 7,32 e 469,76 ha, e distavam entre si de 1,27 a 14,8 km, e foram selecionados aleatoriamente no cenário das instalações da usina Trapiche.

A forma dos fragmentos foi estimada a partir da fórmula proposta por Laurance e Yensen (1991), $SI = P/200 [(\pi \cdot AT)^{0.5}]$, onde P é o perímetro (em metros) e AT é a área total (em hectares). A cobertura florestal na paisagem é positivamente correlacionada com a conectividade global entre os fragmentos (Gorensen e Willig 2004), e foi quantificada como a porcentagem de floresta dentro de um buffer de um quilômetro definido a partir da borda de cada fragmento (Figura 2).

Lista de Morcegos do Centro de Endemismo Pernambuco

A lista dos morcegos registrados para a floresta atlântica nordestina (CEPE) com seus hábitos alimentares predominantes foram listados, excetuando-se os registros exclusivos das áreas de brejos de altitude, foi compilada a partir da literatura disponível atual (Cruz et al. 2002; Sá-Neto 2003; Silva e Farias 2004; Brennand 2006; Lira 2006; Guerra 2007; Feijó 2009) (Tabela 2) e complementada por este estudo.

Estudos de Campo

Os trabalhos de campo foram conduzidos entre setembro de 2008 e outubro de 2009. Foram amostrados nove fragmentos de floresta atlântica com dez (10) redes-de-neblina (12X3m) abertas ao longo de trilhas pré-existentes, entre as 17:00 e 05:00h. Cada fragmento foi amostrado por seis dias, três dias consecutivos em cada uma das estações (seca e chuvosa), com o mesmo esforço em cada um dos fragmentos (720 Mistnet-hour por fragmento) e as capturas foram realizadas apenas na lua nova. O esforço foi medido em net-hour, de acordo com Bernard e Fenton (2007): uma rede aberta por uma hora se constituía em 1 mistnet-hour, totalizando 6 840 mistnet-hour para a área de estudo.

As redes foram verificadas em intervalos de 30-40 min e os exemplares capturados eram acondicionados em sacos, tinham medidas biométricas aferidas (tamanho do antebraço, massa corporal (g)), eram identificados, sexados, marcados com colares (Handley et al. 1991) e liberados no mesmo local. A nomenclatura está de acordo com Simmons (2005). Material testemunho foi coletado, preservados em etanol 70% e depositado na Coleção de Mamíferos da Universidade Federal de Pernambuco.

Análise de Dados

Modelos gerais lineares (GLM) foram usados para detectar o efeito das variáveis explicativas (área do fragmento, o índice de forma e conectividade) sobre as comunidades de morcegos. Todas as variáveis resposta se ajustaram a distribuição normal (testes de Lilliefors: Sokal e Rohlf, 1995), os valores da variável explicativa área do fragmento foram transformados (Log_{10}) para estabilizar a variância, melhorar a normalidade dos dados e, conseqüentemente, aumentar o poder explicativo dos modelos. Foram comparados os padrões de riqueza entre os fragmentos florestais, após a padronização das diferenças individuais em abundância, com análise de rarefação baseadas sobre o total de indivíduos (Gotelli e Colwell 2001).

Para testar a hipótese nula de igualdade de composição de espécies na paisagem fragmentada, aplicou-se uma análise das semelhanças (ANOSIM - Clarke e Gorley, 2001) sobre a matriz de similaridade Bray-Curtis, com 999 permutações. Além disso, para avaliar se a fragmentação do habitat afetou a composição de espécies, realizamos um escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) na matriz de semelhança de Bray-Curtis com 1000 randomizações.

Para tanto a análise das semelhanças (ANOSIM) e coordenação do NMDS, os fragmentos florestais estudados foram divididos em duas classes de tamanho, após uma análise de agrupamento *a priori*: cinco pequenos (≤ 50 ha) e quatro grandes (> 50 ha). Finalmente, para descrever os padrões de diversidade beta ao longo da paisagem, foi calculado o número médio de espécies não presentes em cada local, definido como $\beta = \gamma - \alpha$, onde γ é o número de espécies coletadas em toda a paisagem (diversidade gama) e α é o número médio de espécies presentes em um determinado local (diversidade alfa). Essa abordagem é usada como uma medida de particionamento aditivo da diversidade e permite uma comparação direta entre as diversidades alfa e beta em termos de número de espécies (Veech et al. 2002). Todas as análises foram feitas utilizando os softwares PRIMER (Clarke e Gorley 2006) e Systat (Wilkinson 1996).

Resultados

Aspectos gerais

As capturas foram realizadas durante 54 dias, entre setembro de 2008 e Outubro de 2009, totalizando um esforço de 6.840 rede-hora, com 1.115 indivíduos capturados, pertencentes a 23 espécies. Da lista total de ocorrências para o CEPE, foram encontrados 35,9% ($n = 23$) na área de estudo (Tabela 1).

Do número total de indivíduos capturados, 98,9% ($n = 1103$) pertenciam à Phyllostomidae, 0,72% ($n = 8$), Vespertilionidae, e 0,38% ($n = 4$), ao Emballonuridae. As espécies com maior número de capturas foram: *Carollia perspicillata* (23,5%, $n = 262$), *Artibeus lituratus* (16,8%, $n = 188$), *Phyllostomus discolor* (15,78%, $n = 176$), *A. cinereus* (14,4%, $n = 161$) e *A. planirostris* (13,2%, $n = 147$), enquanto que as espécies com o menor número de capturas foram: *Diphylla ecaudata*, *Saccopteryx leptura*,

Peropteryx macrotis, *Micronycteris megalotis* e *Glossophaga soricina*, totalizando em conjunto menos de 1% (n = 5) de todas as capturas. Dentro de Phyllostomidae, foram encontradas 50% (n=20) do total de registros para o Centro de Endemismo Pernambuco.

Quanto aos hábitos alimentares 77,8% (n = 868) de todas as capturas foram frugívoros, 17,6% (n = 196) onívoros, 2,3% (n = 26), insetívoros, 1,4% (n = 16) carnívoros, 0,6% (n = 6) hematófagos, e 0,3% (n = 3) nectarívoros. Em termos de repartição espacial, os fragmentos Jaguaré e Xanguá foram os que mais contribuíram com a diversidade total, 7% cada. A diversidade gama da paisagem pode ser expressa em uma forma aditiva para espécies de morcegos ($23 [\gamma] = 12,26 [\alpha] 10,74 [\beta]$). Os fragmentos apresentaram composição de espécies semelhantes entre eles e representativas da paisagem, compartilhando a maioria das espécies capturadas (Tabela 4). Por outro lado, o fragmento Jaguaré apresentou um maior número de espécies exclusivas (*D. ecaudata* e *L. aurita*), enquanto os oito fragmentos restantes não tiveram nenhuma.

Tamanho, forma e conectividade de fragmentos florestais

A riqueza e a diversidade de morcegos foram fracamente influenciadas pela área do fragmento e pela complexidade forma (Tabela 5), com fragmentos grandes apresentando maior riqueza e diversidade, enquanto que os fragmentos mais complexos apresentaram riqueza e diversidade menores, no entanto, alguns fragmentos pequenos também apresentaram altos valores de riqueza e diversidade dentro deste cenário. Houve influência da área do fragmento sobre o número de capturas e não houve influência da conectividade sobre a riqueza, a diversidade ou o número de capturas.

As assembléias de morcegos apresentaram uma ligeira distinção entre os fragmentos pequenos e grandes ($R = 0,025$, $p = 0,437$), que pode ser visto nos *clusters* formados pela NMDS quanto à composição de espécies (Figura 3). O fragmento Sibiró apresentou um conjunto de espécies que era consideravelmente diferente do resto dos fragmentos estudados, devido ao fato de que foi o que apresentou o menor número de capturas. Em contraste, Tauá, Ubaca, Mata das Cobras e Boca da Mata apresentaram assembléias mais semelhantes (ver figura 3).

Discussão

A comunidade de morcegos do CEPE tem sofrido os efeitos regionais da substituição da floresta por uma extensa matriz não florestal de cana-de-açúcar, que começou há mais de 450 anos e que gerou uma paisagem altamente fragmentada (Mori 1989; Dean 1995). Isto resultou em uma assembléia de morcegos altamente simplificada com apenas cerca de 36% das espécies referidas para a área (Cruz et al. 2002; Sá-Neto 2003; Silva e Farias 2004; Brennand 2006; Lira 2006; Guerra 2007; Feijó 2009). Além disso, a comunidade restante é formada em sua maior parte por espécies com hábitos frugívoros e de maior porte, de acordo com a classificação de Kalko et al. (1996) e que provavelmente foram capazes de superar os obstáculos impostos pelas condições extremamente limitadas impostas por esse cenário.

Estes resultados corroboram com os encontrados também para as árvores (Santos et al. 2008; Silva e Tabarelli 2000), pequenos mamíferos (Asfora e Mendes Pontes 2009), e para os médios e grandes mamíferos (Silva Jr. e Mendes Pontes 2008; Gadelha 2009), segundo os quais cerca de 50% das espécies estão regionalmente e localmente extintas. Concluimos, portanto, que a redução drástica das áreas florestais e a extinção de 50%

das árvores contribuíram decisivamente para a simplificação da fauna de morcegos, que se deve a possíveis extinções locais e regionais, pois parte das espécies registradas para a área de estudo não foram capturadas (mais de 60%; $n = 40$), embora o método de captura seja seletivo.

Localmente, em um cenário representado por pequenos fragmentos e de formas irregulares, os quais estão totalmente isolados, altamente impactados, e circundados por uma matriz não-florestal de cana-de-açúcar, houve o predomínio das espécies frugívoras de maior porte. A persistência de filostomídeos é comum na região neotropical, e em paisagens fragmentadas foi também encontrado na América Central (Schulze et al. 2000; Fenton et al. 1992), Amazônia (Cosson et al. 1998) e floresta atlântica (Gorensen e Willig 2004; Faria 2006).

As espécies de morcegos remanescentes da simplificação da comunidade utilizam, localmente, a paisagem como um todo, formando uma metapopulação. Os resultados do presente estudo indicam que os morcegos não fazem distinção entre o tamanho e a forma dos fragmentos florestais, possivelmente pelo fato de que eles são um dos poucos grupos que conseguiram sobreviver ao intervalo de tempo entre a destruição e a extinção (Brooks et al. 1999).

Esta necessidade de utilizar áreas maiores pode ser acentuada pela falta de uma matriz florestal, uma vez que a cana-de-açúcar em torno dos fragmentos não ajuda a minimizar insularização (por exemplo, não poderia ser utilizado como abrigo ou corredor ecológico). Isso caracteriza uma situação que é pior do que a mostrada por Faria (2006) e por Bernard e Fenton (2007), e destaca os desafios ecológicos inerentes à conservação deste importante *hotspot*.

Esta ausência de relação entre o tamanho e forma dos fragmentos florestais com riqueza e diversidade e o uso da paisagem como um todo, sem distinção entre os fragmentos florestais já foi documentada na América Central (Estrada et al. 1993), Amazônia (Bernard e Fenton a, b) e outras regiões da floresta Atlântica (Gorensen e Willig 2004; Faria 2006). Na Austrália, a riqueza foi menor nos corredores e áreas abertas do que nas florestas e em fragmentos florestais (Law et al. 1999). No México, Estrada et al. (1993) encontraram apenas uma pequena diferença entre as florestas contínuas e fragmentadas, enquanto que na Amazônia, Bernard e Fenton (b, c) encontraram apenas o efeito da forma sobre o número de capturas de morcegos.

Finalmente, os estudos das comunidades de morcegos do CEPE no século 21 revelaram que esta é altamente simplificada, estando num estágio de pós-fragmentação, onde as espécies remanescentes estão aptas a superar os obstáculos impostos pela paisagem fragmentada regionalmente.

Implicações para a Conservação

A manutenção dos fragmentos de Floresta Atlântica remanescentes do CEPE é crucial para a persistência das espécies de morcegos que sobreviveram aos 500 anos de fragmentação em populações viáveis. A ausência de florestas contínuas e a grande quantidade de fragmentos menores que 10 ha (Mendes Pontes et al. *in prep*) sugere a redução de áreas adequadas para a subsistência de populações mínimas viáveis a longo prazo (Chiarello 1999). Com a extinção regional de mamíferos de médio e grande porte (Silva Jr e Mendes Pontes 2008; Mendes Pontes et al. *in prep*) tem-se um colapso de vários processos ecológicos importantes para a manutenção das florestas, como

dispersão e polinização e que esses processos estariam restritos aos animais de menor porte, como aves e morcegos dispersando apenas árvores com frutos pequenos e também espécies de árvores dispersas abioticamente (Silva e Tabarelli 2001).

A persistência desses fragmentos remanescentes pode permitir a manutenção de metapopulações na área de estudo, além de atuarem como “trampolins” entre fragmentos imersos em matriz inadequada (Estrada et al. 1993) e a importância ecológica destes têm sido cada vez mais reforçada em trabalhos anteriores (Pardini 2004; Faria 2006). Tendo em vista o drástico cenário da fragmentação no CEPE, requerem-se medidas conservacionistas urgentes para a manutenção da fauna remanescente, como a implantação de corredores ecológicos, além de preservar as áreas de floresta restantes e priorizar a regeneração e o reflorestamento com vegetação nativa.

Agradecimentos

Nós agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida; a Enrico Bernard, Bruno Filgueiras e Marcelo Holderbaum pelas sugestões e contribuições ao manuscrito; a Evânia, Mr. Silva pelo apoio nas atividades de campo; a Usina Trapiche S.A. por permitir a realização do presente estudo em suas propriedades; a Conservation International Brasil pelo financiamento concedido; ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN) pela cessão do veículo para uso em campo.

Referências

Aguilar R, Ashworth L, Galetto L et al (2006) Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. *Ecol Let* 9, 968–980.

Asfora PH, Mendes Pontes AR (2009) The small mammals of the highly impacted northeastern Atlantic forest of Brazil, Pernambuco Endemism Center. *B Neotrop*. v. 9, n. 1, p. 31-35.

Bernard E, Fenton MB (2002a) Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in forest fragments, primary forests, and savannas in Central Amazonia, Brazil. *Canadian J. Zool.* 80, 1124–1140.

Bernard E, Fenton MB (2003b) Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35 (2), 262–277.

Bernard E, Fenton MB (2007c) Bats in a fragmented landscape: species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil *Biol Conserv* 134:332–343.

Bierregaard JR RO, Stouffer PC (1997) Understory birds and dynamic habitat mosaics in Amazonian rainforests In: Laurance WF, Bierregaard Jr RO (Eds.), *Tropical Forest Remnants*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 138–155.

Brennand P 2006 Diversidade de mamíferos da Mata Atlântica do Estado de Alagoas, Brasil Monografia de Graduação, Universidade Federal da Paraíba.

Brooks TM, Pimm SL, Oyugi JO (1999) Time lag between deforestation and bird extinction in tropical forest fragments. *Conserv Biol* 13(5): 140-1150.

Carnaval C, Moritz C (2009) Predicting diversity within hotspots to enhance conservation. *Science* 323: 785-789

Chiarello AG (1999) Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biol Conserv* 89:71–82

Clarke KR, Gorley RN (2001) PRIMER v5: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Ltd., Plymouth

Clarke KR, Gorley RN (2006) Primer v6: user manual/tutorial. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

Corlett RT (2000) Environmental heterogeneity and species survival in degraded tropical landscapes. In: Hutchings MJ, John EA, Stewart AJA (Eds.) *The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity*. British Ecological Society, London, pp. 333–355.

Cosson JF, Pons JM, Masson D (1999) Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *J. Trop. Ecol.* 15, 515–534.

Cruz MAO, Cabral MCC, Silva LAM, et al (2002). Mastofauna do estado de Pernambuco: uma contribuição do Atlas de Biodiversidade. In: Tabarelli M; Silva JMC (Org.). *Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco v. 2*, p. 557-579.

Dean W (1995) With the broadax and firebrand, the destruction of the Brazilian Atlantic forest. University of California Press, Berkeley, USA

Didham RK, Hammond PM, Lawton JH et al (1998) Beetle species responses to tropical forest fragmentation. *Ecol Monog* 68, 295–323.

Estrada A, Coates-Estrada R, Merrit Jr D (1993) Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 16, 309–318.

Ewers RM, Didham RK (2006a) Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biol Rev* 81, 117–142.

Ewers RM, Didham RK (2007b) The effect of fragment shape and species' sensitivity a habitat edges on animal population size. *Conserv Biol*. 21, 926-936.

Fahrig L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evol Syst* 34, 487–515.

Faria D. (2006) Phyllostomid bats of a fragmented landscape in northe-eastern Atlantic forest, Brazil. *J Trop Ecol* 21(4):1-12.

Feer F, Hingrat Y (2005) Effects of forest fragmentation on a Dung Beetle community in French Guiana. *Conserv Biol* 19, 1103–1112.

Feijó JA (2009) A quiroptero fauna dos estados da Paraíba e Monografia de Graduação Universidade Federal da Paraíba.

Fenton MB, Acharya L, Audet LD, et al (1992) Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24:440–446.

Filgueiras BK (2009) Besouros escarabeíneos em fragmentos de floresta Atlântica do Centro de Endemismo Pernambuco. Dissertação, Universidade Federal de Pernambuco.

Gadelha JRAA (2009) O efeito do tamanho e forma de fragmentos de mata atlântica do Centro de Endemismo Pernambuco sobre os mamíferos de médio e grande porte Monografia de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco.

Gascon C, Willianson B, Fonseca GAB (2000) Receding Forest edges and vanishing reserves *Science* 288, 1356–1358.

Gorresen PM, Willig MR (2004) Landscape response of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *J Mammal* 85:688–697.

Gotelli NJ, Colwell RK (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol Let* 4, 379–391.

Guerra DQ (2007) Chiroptera de Pernambuco: Distribuição e aspectos biológicos Dissertação, Universidade Federal de Pernambuco.

Handley CO, Wilson DE, Gardner AL (1991) Demography and natural history of the common fruit bat *Artibeus jamaicensis* on Barro Colorado Island, Panamá *Smithsonian Contributions to Zoology* 511, 1–173.

Hanski I, Ovaskainen O (2000) The metapopulation capacity of a fragmented landscape. *Nature* 404:756–758

Kalko EK, Handley CO, Handley D (1996) Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. Pp. 503–551 In: Cody M.; Smallwood J. (eds). Long term studies in vertebrate communities. Academic Press, New York.

Kupfer JA, Malanson GP, Franklin SB (2006) Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. *G Ecol Biog* 15, 8–20.

Laurance WF, Yensen E (1991) Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biol Conserv* 55, 77– 92.

Laurance WF (1999) Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biol Conserv* 91(2-3): 109-117.

Law BS, Anderson J, Chidel M (1999) Bat communities in a fragmented forest landscape on the south-west slopes of New South Wales, Australia. *Biol Conserv* 88, 333–345.

Lira TC (2006) Dados preliminares do inventário da quiropterofauna (Mammalia: Chiroptera) de um remanescente urbano de Mata Atlântica do Litoral Sul de Pernambuco Monografia de Graduação Universidade Federal de Pernambuco.

Marsh DM, Pearman PB (1997) Effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of leptodactylid frogs in an Andean montane forest. *Conserv Biol* 11, 1323–1328.

Martensen AC, Pimentel RG, Metzger JP (2008) Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: implications for conservation. *Biol Conserv* 141, 2184–2192.

Melo ERA (2009) O impacto humano e o declínio da comunidade de mamíferos de médio e grande porte do Centro de Endemismo Pernambuco Monografia de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco.

Mendes Pontes AR, Santos AMM, Normande IC et al Mass extinction of the mammals of the Pernambuco Endemism Centre: implications and alternatives for conservation. (In. Prep).

Metzger JP (2000) Tree functional group richness and spatial structure in a tropical fragmented landscape (SE Brazil). *Ecol Appl* 10, 1147–1161.

Mori SA (1989) Eastern, Extra-amazonian Brazil. In: Campbell DG, Hammond HD (eds) *Floristic Inventory of Tropical Countries: the status of Plant Systematics, Collections, and Vegetation Plus Recommendations for the Future*. The New York Botanical Garden, New York, 428-454

Oliveira MA, Grillo AS, Tabarelli M (2004). Forest edge in the Brazilian Atlantic Forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx* 38: 389-394.

Pardini R (2004) Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. *Biodiv Conserv* v. 13, p. 2567- 2586.

Punde S, Godbole A, Sarnaik J (2008). Searching for hotspots within a hotspot – using global prioritization schemes at a regional level. An example from the Northern

Western Ghats. Paper presented at the annual meeting of the International Congress for Conservation Biology, Convention Center, Chattanooga, TN, Jul 10, 2008.
<http://www.allacademic.com/meta/p237444_index.html>

Puttker T, Meyer–Lucht Y, Sommer S (2008) Fragmentation effects on population density of three rodent species in secondary Atlantic Rainforest, Brazil. *Studies on Neotrop F Environm* 43, 11–18.

Ranta P, Bloom T, Niemela J, et al. (1998) The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiv Conserv* 7:385-403

Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, et al. (2009) The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* 142, 1141–1153.

Sá-Neto RJ (2003) Comunidade de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em fragmentos de Floresta Atlântica, Usina Serra Grande Dissertação Universidade Federal de Pernambuco.

Santos BA, Peres CA, Oliveira MA et al (2008) Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic Forest fragments of northeastern Brazil. *Biol Conserv* 141:249–260

Schulze MD, Seavy NE, Whitacre DF (2000) A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Peten, Guatemala. *Biotropica* 32 (1), 174–184.

Silva Júnior AP, Mendes Pontes AR (2008) The effect of a mega-fragmentation process on large mammal assemblages in the highly-threatened Pernambuco Endemism Centre, northeastern Brazil. *Biodiv Conserv* 17(6):1455–1464

Silva LAM, Farias AMI (2005) Quiropteroфаuna (Mammalia: Chiroptera) da estação Ecológica de Caetés, Paulista, Pernambuco: Levantamento. *Rev N Biol* 18(1):55-61.

Silva JMC, Casteleti CHM (2003) Status of the biodiversity of the Atlantic forest of Brazil. In: Galindo-Leal C, Câmara IG (Eds.) *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats and Outlook*. Island Press and CABS, Washington, DC, pp. 43–59.

Silva JMC, Tabarelli M (2000) Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404, 72–73.

Sokal RR, Rohlf FJ (1995) *Biometry*. Freeman and Company, New York.

Simmons NB (2005) Order Chiroptera. In: Wilson, D.E., Reeder, D.M. (Eds.), *Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*, third ed. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Taylor PD, Fahrig L, Henein K, et al. (1993) Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68, 571–573.

Tabarelli M, Silva JMC, Gascon C (2004) Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodiv Conserv* 13, 1419–1425.

Uehara-Prado M, Brown KS Jr, Freitas AVL (2007) Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. *G Ecol Biog* 16, 43–54.

Veech JA, Summerville KS, Crist TO et al (2002) The additive partitioning of species diversity: recent revival of an old idea. *Oikos* 99:3–9.

Veloso HP, Rangel Filho JC, Lima A (1991) Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal, IBGE Rio de Janeiro.

Wilkinson L (1996) SYSTAT, Version 6.0. SPSS, Chicago, IL, USA

Whitmore TC (1997) Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. In: Laurance WF, Bierregaard Jr RO (Eds), *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 3–12.

Lista de Abreviaturas

ANOSIM: Análise de Similaridade

AT: Área total

CEPE: Centro de Endemismo Pernambuco

GLM: Modelo linear geral

ha: Hectares

km: Kilometros

NMDS: Escalonamento multidimensional não-métrico

P: Perímetro

SI: Índice de forma, calculado a partir da fórmula $SI = P/200 [(\pi \cdot AT)^{0,5}]$.

Legenda das Figuras

Figura 1: Localização da área de estudo, em (A) Brasil (B) nordeste brasileiro e a área remanescente de floresta atlântica e (C) fragmentos de floresta atlântica no Município de Sirinhaém, Centro de Endemismo Pernambuco: (1) Pedra do Cão (2) Sibiró (3) Boca da Mata (4) Mata das Cobras (5) Canto Escuro (6) Tauá (7) Xanguá (8) Jaguaré e (9) Ubaca.

Figura 2: Os fragmentos selecionados na área de estudo e o *buffer* de 1km em torno de cada um deles. Dentro desta área foi quantificada em porcentagem, a cobertura florestal e esse parâmetro foi avaliado como conectividade. Os fragmentos de cor cinza claro são os que estão na classe dos menores de 50 hectares e os em cinza escuro na classe dos maiores que 50 hectares.

Figura 3: Ordenações referentes ao Escalonamento Métrico multi-Dimensional (NMDS) em relação à diversidade dos fragmentos estudados. Quanto mais verticalmente acima está o fragmento, maior a sua diversidade. Os triângulos em cinza claro indicam fragmentos com variação de tamanho menor ou igual a 50 ha e os quadrados em preto indicam fragmentos com tamanho maiores que 50 ha.

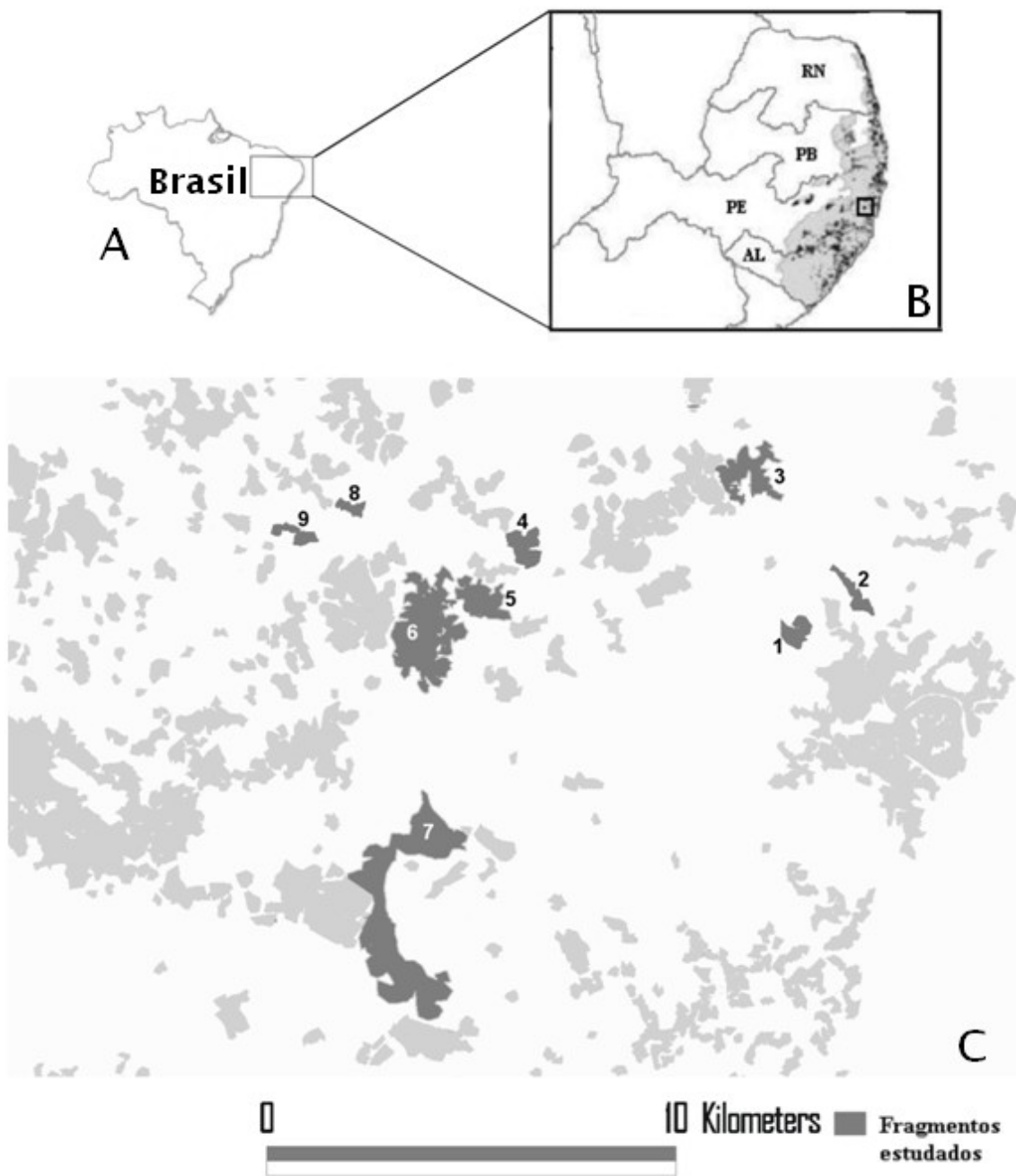


Figura 1

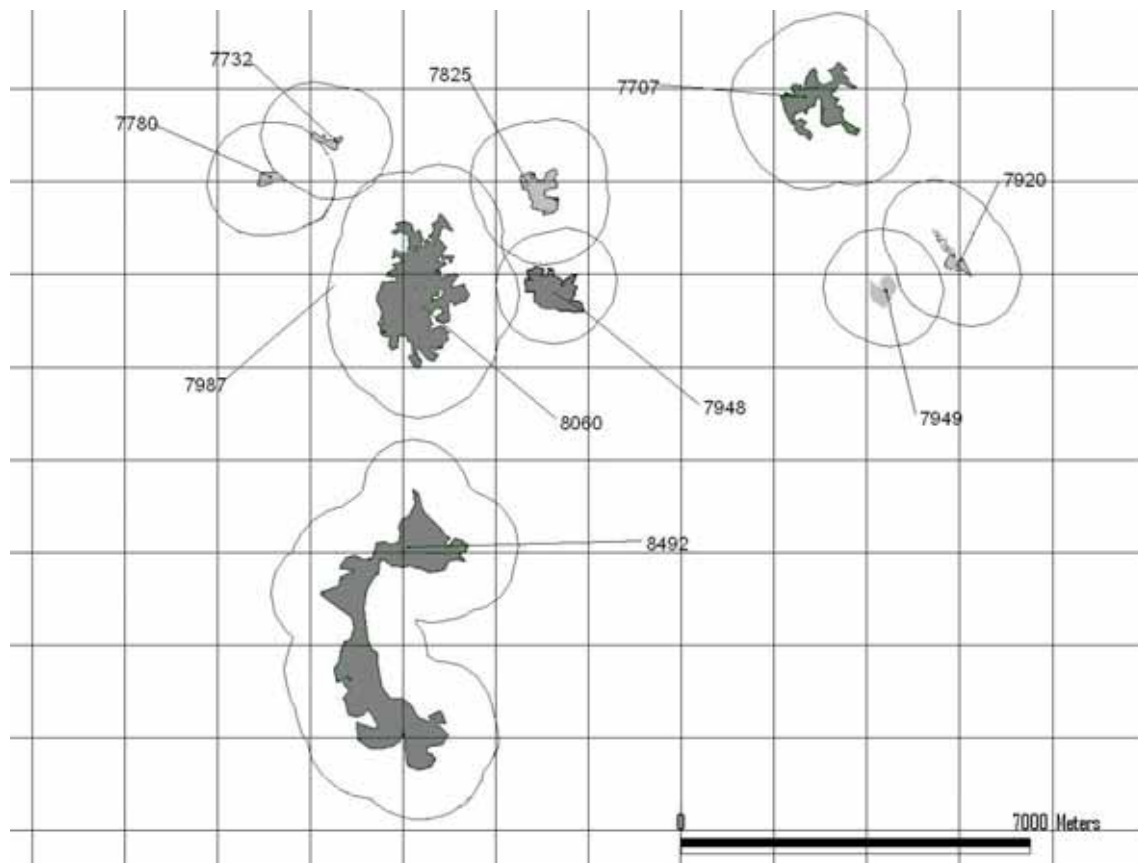


Figura 2:

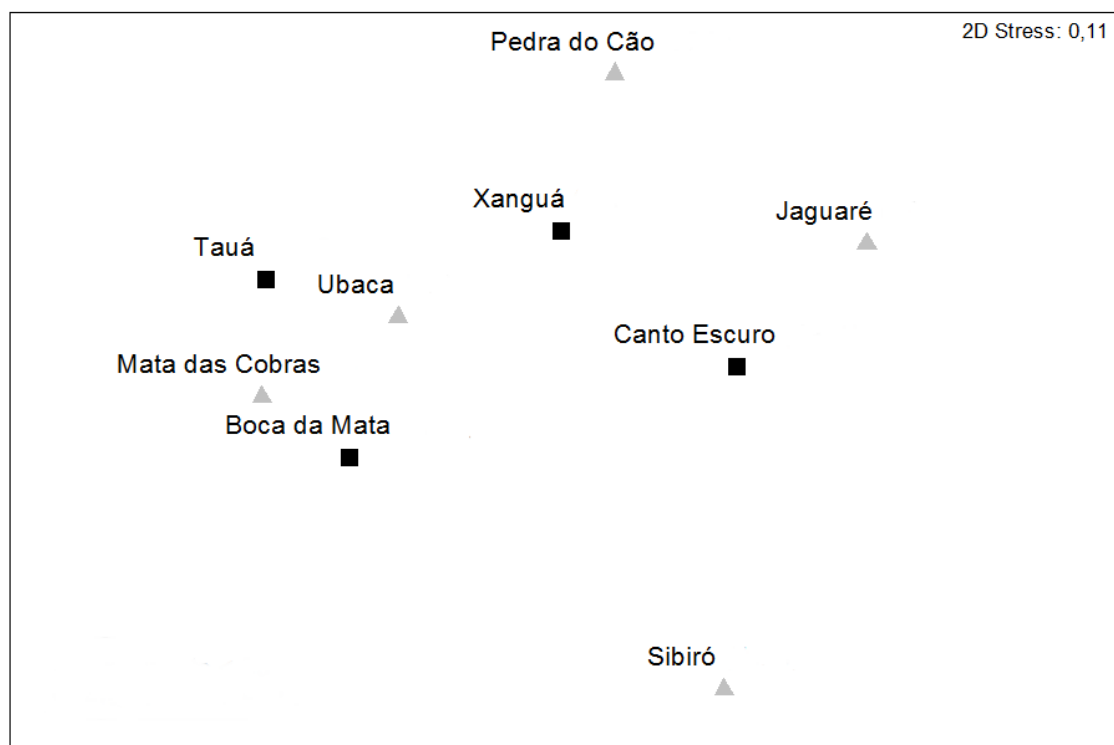


Figura 3:

Tabela 1: Lista dos fragmentos estudados e seus respectivos valores de tamanho, complexidade de forma, conectividade, riqueza, diversidade e número de capturas.

Fragmento	Tamanho	SI	Conectividade (%)	Riqueza	Diversidade	n
Pedra do Cão	7.32	1.27	8.7689	13	0.922	68
Ubaca	8.12	1.82	6.2502	14	0.8455	88
Jaguaré	10.2	1.27	6.6802	16	0.8871	168
Sibiró	15.5	2.65	7.998	7	0.4677	38
Mata das Cobras	40.03	1.91	6.9638	10	0.8094	85
Canto Escuro	75.88	1.98	29.892	13	0.9101	65
Boca da Mata	94.11	2.9	9.4355	10	0.7798	178
Tauá	288.33	3.27	14.9998	11	0.8415	94
Xanguá	469.76	2.88	12.7373	16	0.8982	331

Tamanho em Hectares; SI: Índice de Forma; Riqueza: número de espécies por fragmento; n: Numero de Captura

Tabela 2: Espécies referidas para o Centro de Endemismo Pernambuco em trabalhos prévios e seus hábitos alimentares predominantes.

Espécies	Hábito alimentar
Família Emballonuridae	
<i>Centronycteris maximilliani</i>	Insetívoro
<i>Diclidurus albus</i>	Insetívoro
<i>Peropteryx kappleri</i>	Insetívoro
<i>Peropteryx leucoptera</i>	Insetívoro
<i>Peropteryx macrotis</i>	Insetívoro
<i>Rhynchonycteris naso</i>	Insetívoro
<i>Saccopteryx bilineata</i>	Insetívoro
<i>Saccopteryx leptura</i>	Insetívoro
Família Phyllostomidae	
<i>Anoura caudifera</i>	Nectarívoro
<i>Anoura geoffroyi</i>	Nectarívoro
<i>Artibeus cinereus</i>	Frugívoro
<i>Artibeus fimbriatus</i>	Frugívoro
<i>Artibeus lituratus</i>	Frugívoro
<i>Artibeus obscurus</i>	Frugívoro
<i>Artibeus planirostris</i>	Frugívoro
<i>Carollia perspicillata</i>	Frugívoro
<i>Chiroderma doriae</i>	Frugívoro
<i>Chiroderma villosum</i>	Frugívoro
<i>Choeroniscus degener</i>	Nectarívoro
<i>Choeroniscus minor</i>	Nectarívoro
<i>Chrotopterus auritus</i>	Carnívoro
<i>Desmodus rotundus</i>	Hematófago
<i>Diaemus youngi</i>	Hematófago
<i>Diphylla ecaudata</i>	Hematófago
<i>Glossophaga soricina</i>	Nectarívoro
<i>Lichonycteris obscura</i>	Nectarívoro
<i>Lionycteris spurrelli</i>	Nectarívoro
<i>Lonchorhina aurita</i>	Insetívoro
<i>Lophostoma brasiliense</i>	Insetívoro
<i>Lophostoma silvicolum</i>	Insetívoro
<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	Insetívoro
<i>Micronycteris megalotis</i>	Insetívoro
<i>Micronycteris minuta</i>	Insetívoro
<i>Micronycteris nicefori</i>	Insetívoro
<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Insetívoro
<i>Phylloderma stenops</i>	Onívoro
<i>Phyllostomus discolor</i>	Onívoro

Tabela 2: cont.

Espécies	Hábito alimentar
<i>Phyllostomus elongatus</i>	Onívoro
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Onívoro
<i>Platyrrhinus recifinus</i>	Frugívoro
<i>Platyrrhinus helleri</i>	Frugívoro
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Frugívoro
<i>Pygoderma bilabiatum</i>	Frugívoro
<i>Rhinophylla pumilio</i>	Frugívoro
<i>Sturnira lilium</i>	Frugívoro
<i>Tonatia saurophila</i>	Insetívoro
<i>Trachops cirrhosus</i>	Carnívoro
<i>Vampyressa pussilla</i>	Frugívoro
Família Noctilionidae	
<i>Noctilio leporinus</i>	Piscívoro
Família Molossidae	
<i>Cynomops planirostris</i>	Insetívoro
<i>Eumops glaucinus</i>	Insetívoro
<i>Molossops greenhalli</i>	Insetívoro
<i>Molossus molossus</i>	Insetívoro
<i>Molossus rufus</i>	Insetívoro
Família Vespertilionidae	
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	Insetívoro
<i>Eptesicus furinalis</i>	Insetívoro
<i>Lasiurus ega</i>	Insetívoro
<i>Lasiurus borealis</i>	Insetívoro
<i>Lasiurus egregius</i>	Insetívoro
<i>Myotis nigricans</i>	Insetívoro
<i>Myotis riparius</i>	Insetívoro
<i>Rhogessa io</i>	Insetívoro
<i>Rhogessa tumida</i>	Insetívoro
Família Thyropteridae	
<i>Thyroptera tricolor</i>	Insetívoro

Tabela 3: Espécies capturadas na área de estudo, com médias de valores de antebráço, peso, guilda e o numero de indivíduos capturados

Espécie	Antebraço (mm)	Peso (g)	Guilda^a	n
<i>Peropteryx macrotis</i>	42.35	16	US/AI	2
<i>Saccopteryx leptura</i>	41.13±2.11	4.0±1.0	BC/AI	2
<i>Desmodus rotundus</i>	63.32 ± 2.68	38.6±3.60	HC/GH	5
<i>Diphylla ecaudata</i>	49.15	23	HC/GH	1
<i>Glossophaga soricina</i>	34.45±3.3	8.05±1.5	HC/GO	3
<i>Lonchorhina aurita</i>	50.37±1.38	12.81±2.20	HC/GI	4
<i>Lophostoma silvicolum</i>	53.23±1.58	25.3±1.75	HC/GI	7
<i>Micronycteris megalotis</i>	36.45±1.45	7.33±1.66	HC/GI	3
<i>Phyllostomus discolor</i>	60.83±4.73	36.35±5.35	HC/GO	176
<i>Phyllostomus elongatus</i>	66.77±2.42	36.23±4.58	HC/GI	13
<i>Phyllostomus hastatus</i>	88.07±1.22	96.26±17.22	HC/GO	7
<i>Trachops cirrhosus</i>	61.83±1.33	36.16±4.5	HC/GI	16
<i>Carollia perspicillata</i>	41.28±2.1	15.82±3.18	HC/GF	262
<i>Rhinophylla pumilio</i>	34.04±1.21	8.85±2.25	HC/GF	8
<i>Artibeus cinereus</i>	39.86±1.83	11.36±2.14	HC/GF	161
<i>Artibeus fimbriatus</i>	68.75±1.75	56.35±3.5	HC/GF	9
<i>Artibeus lituratus</i>	70.58±1.58	62.52±3.47	HC/GF	188
<i>Artibeus obscurus</i>	57.47±2.21	31.35±2.85	HC/GF	54
<i>Artibeus planirostris</i>	64.64±4.3	50.35±9.5	HC/GF	147
<i>Chiroderma doriae</i>	50.9±2.4	32±3.1	HC/GF	4
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	47.43±2.57	25.45±7.3	HC/GF	27
<i>Sturnira lilium</i>	41.59±1.54	19.20±1.20	HC/GF	8
<i>Myotis nigricans</i>	34.58±3.6	4.5±0.5	BC/AI	8

^a US: Espaço aberto; HC: Sub-bosque; BC: Dossel; AI: Insetívoros aéreos; GI: Insetívoros catadores; GH: Hematófagos; GO: Onívoros catadores; GF: Frugívoros catadores.

Tabela 4: Captura, diversidade e representatividade da assembléia de morcegos em cada um dos fragmentos em relação à paisagem da área de estudo.

Fragmento	Nº capturas^a	H'^b	Sp obs^c	Sp (raref)^d	Exclusiva (%)^e	Completeness (%)^f	β (%)^g
Pedra do Cão	68	0.922	13	7	0	57	11
Ubaca	88	0.8455	14	5	0	61	10
Jaguaré	168	0.8871	16	9	9	70	7
Sibiró	38	0.4677	7	1	0	30	18
Mata das Cobras	85	0.8094	10	3	0	43	14
Canto Escuro	65	0.9101	13	6	0	57	11
Boca da Mata	178	0.7798	10	3	0	30	14
Tauá	94	0.8415	11	4	0	48	13
Xanguá	331	0.8982	16	9	0	70	7

^aNúmero de indivíduos capturados. ^bÍndice de Shannon-Wiener. ^cNúmero de espécies observadas. ^dRiqueza ajustada a partir da rarefação do número de indivíduos. ^e Número de espécies não encontradas nos outros como uma porcentagem total da paisagem. ^fNúmero de espécies observadas como uma porcentagem do total da paisagem. ^gDiversidade beta da paisagem.

Tabela 5: Resultados dos modelos gerais lineares (GLMs) demonstrando os efeitos do tamanho, forma e conectividade sobre a riqueza, diversidade e número de capturas de morcegos do Município de Sirinhaém, Centro de Endemismo Pernambuco. Transformações estão indicadas nas variáveis. Valores em negrito indicam efeito significativo.

Variável resposta	Variáveis explanatórias	Estimates (SE)	GL	F	p
Riqueza	Área dos fragmentos Log ₁₀ (ha)	0.019 (0.005)	1	27.518	0.002
	Complexidade de forma (SI)	-4.418 (0.803)	1	30.276	0.002
	Conectividade (%)	0.076 (0.089)	1	0.029	0.872
Número de capturas	Área dos fragmentos Log ₁₀ (ha)	0.594 (0.190)	1	9.721	0.026
	Complexidade de forma (SI)	-45.129 (41.117)	1	1.205	0.322
	Conectividade (%)	-3.396 (3.079)	1	1.216	0.320
Diversidade	Área dos fragmentos Log ₁₀ (ha)	0.001 (0.000)	1	5.875	0.05
	Complexidade de forma (SI)	-0.182 (0.070)	1	6.818	0.040
	Conectividade (%)	0.005 (0.005)	1	0.830	0.404

Instructions for Authors

Biodiversity and Conservation

Online Manuscript Submission

Springer now offers authors, editors and reviewers of Biodiversity & Conservation the option of using our fully web-enabled online manuscript submission and review system. To keep the review time as short as possible (no postal delays!), we encourage authors to submit manuscripts online to the journal's editorial office. Our online manuscript submission and review system offers authors the option to track the progress of the review process of manuscripts in real time. Manuscripts should be submitted to: <http://bioc.edmgr.com>

The online manuscript submission and review system for Biodiversity & Conservation offers easy and straightforward log-in and submission procedures. This system supports a wide range of submission file formats: for manuscripts - Word, WordPerfect, RTF, TXT and LaTeX; for figures - TIFF, GIF, JPEG, EPS, PPT, and Postscript.

NOTE: By using the online manuscript submission and review system, it is NOT necessary to submit the manuscript also in printout + disk.

In case you encounter any difficulties while submitting your manuscript on line, please get in touch with the responsible Editorial Assistant by clicking on "CONTACT US" from the tool bar.

The journal also publishes Editorials, Comments and Research notes. These types of articles should be submitted to the Journals Editorial Office in the usual way, but authors should clearly indicate that they are Editorials, Comments or Research notes.

Electronic figures

Electronic versions of your figures must be supplied. For vector graphics, EPS is the preferred format. For bitmapped graphics, TIFF is the preferred format. The following resolutions are optimal: line figures - 600 - 1200 dpi; photographs - 300 dpi; screen dumps - leave as is. Colour figures can be submitted in the RGB colour system. Font-related problems can be avoided by using standard fonts such as Times Roman, Courier and Helvetica.

Colour figures

Springer offers two options for reproducing colour illustrations in your article. Please let us know what you prefer: 1) Free online colour. The colour figure will only appear in colour on www.springer.com and not in the printed version of the journal. 2) Online and printed colour. The colour figures will appear in colour on our website and in the printed version of the journal. The charges are EUR 950/USD 1150 per article.

Language

We appreciate any efforts that you make to ensure that the language is corrected before submission. This will greatly improve the legibility of your paper if English is not your first language.

www.springer.com/authors/jrnstylefiles

Manuscript Presentation

The journal's language is English. British English or American English spelling and terminology may be used, but either one should be followed consistently throughout the article. Leave adequate margins on all sides to allow reviewers' remarks. Please double-space all material, including notes and references. Quotations of more than 40 words should be set off clearly, either by indenting the left-hand margin or by using a smaller typeface. Use double quotation marks for direct quotations and single quotation marks for quotations within quotations and for words or phrases used in a special sense.

Number the pages consecutively with the first page containing:

running head (shortened title)

title

author(s)

affiliation(s)

full address for correspondence, including telephone and fax number and e-mail address

Abstract

Please provide a short abstract of 100 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Key words

Please provide 5 to 10 key words or short phrases in alphabetical order.

Abbreviations

Abbreviations and their explanations should be collected in a list.

Symbols and units

Please use the recommended SI units.

Nomenclature

The correct names of organisms conforming with the international rules of nomenclature must be used. Descriptions of new taxa should not be submitted unless a specimen has been deposited in a recognized collection and it is designated as a type strain in the paper. Biodiversity and Conservation uses the same conventions for the

genetics nomenclature of bacteria, viruses, transposable elements, plasmids and restriction enzymes as the American Society for Microbiology journals.

Figures

All photographs, graphs and diagrams should be referred to as a 'Figure' and they should be numbered consecutively (1, 2, etc.). Multi-part figures ought to be labelled with lower case letters (a, b, etc.). Please insert keys and scale bars directly in the figures. Relatively small text and great variation in text sizes within figures should be avoided as figures are often reduced in size. Figures may be sized to fit approximately within the column(s) of the journal. Provide a detailed legend (without abbreviations) to each figure, refer to the figure in the text and note its approximate location in the margin. Please place the legends in the manuscript after the references.

Tables

Each table should be numbered consecutively (1, 2, etc.). In tables, footnotes are preferable to long explanatory material in either the heading or body of the table. Such explanatory footnotes, identified by superscript letters, should be placed immediately below the table. Please provide a caption (without abbreviations) to each table, refer to the table in the text and note its approximate location in the margin. Finally, please place the tables after the figure legends in the manuscript.

Section headings

First-, second-, third-, and fourth-order headings should be clearly distinguishable but not numbered.

Appendices

Supplementary material should be collected in an Appendix and placed before the Notes and Reference sections.

Notes

Please use endnotes rather than footnotes. Notes should be indicated by consecutive superscript numbers in the text and listed at the end of the article before the References. A source reference note should be indicated by means of an asterisk after the title. This note should be placed at the bottom of the first page.

Cross-referencing

In the text, a reference identified by means of an author's name should be followed by the date of the reference in parentheses and page number(s) where appropriate. When there are more than two authors, only the first author's name should be mentioned, followed by 'et al'. In the event that an author cited has had two or more works published during the same year, the reference, both in the text and in the reference list, should be identified by a lower case letter like 'a' and 'b' after the date to distinguish the works.

Examples:

Winograd (1986, p. 204)

(Winograd 1986a, b)

(Winograd 1986; Flores et al. 1988)
(Bullen and Bennett 1990)

Acknowledgements

Acknowledgements of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the References.

References

1. Journal article:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

2. Inclusion of issue number (optional):

Saunders DS (1976) The biological clock of insects. *Sci Am* 234(2):114–121

3. Journal issue with issue editor:

Smith J (ed) (1998) Rodent genes. *Mod Genomics J* 14(6):126–233

4. Journal issue with no issue editor:

Mod Genomics J (1998) Rodent genes. *Mod Genomics J* 14(6):126–233

5. Book chapter:

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York

6. Book, authored:

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

7. Book, edited:

Smith J, Brown B (eds) (2001) *The demise of modern genomics*. Blackwell, London

8. Chapter in a book in a series without volume titles:

Schmidt H (1989) Testing results. In: Hutzinger O (ed) *Handbook of environmental chemistry*, vol 2E. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 111

9. Chapter in a book in a series with volume title:

Smith SE (1976) Neuromuscular blocking drugs in man. In: Zaimis E (ed) *Neuromuscular junction. Handbook of experimental pharmacology*, vol 42. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp593–660

10. Proceedings as a book (in a series and subseries):

Zowghi D et al (1996) A framework for reasoning about requirements in evolution. In: Foo N, Goebel R (eds) *PRICAI'96: topics in artificial intelligence. 4th Pacific Rim conference on artificial intelligence, Cairns, August 1996. Lecture notes in computer science (Lecture notes in artificial intelligence)*, vol 1114. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 157

11. Proceedings with an editor (without a publisher):

Aaron M (1999) The future of genomics. In: Williams H (ed) *Proceedings of the genomic researchers*, Boston, 1999

12. Proceedings without an editor (without a publisher):
Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. In: Abstracts of the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978
13. Paper presented at a conference:
Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. Paper presented at the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978
14. Patent:
Name and date of patent are optional

Norman LO (1998) Lightning rods. US Patent 4,379,752, 9 Sept 1998
15. Dissertation:
Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California
16. Institutional author (book):
International Anatomical Nomenclature Committee (1966) *Nomina anatomica*. Excerpta Medica, Amsterdam
17. Non-English publication cited in an English publication:
Wolf GH, Lehman P-F (1976) *Atlas der Anatomie*, vol 4/3, 4th edn. Fischer, Berlin.
[NB: Use the language of the primary document, not that of the reference for "vol" etc.!]
18. Non-Latin alphabet publication:
The English translation is optional.
Marikhin VY, Myasnikova LP (1977) *Nadmolekulyarnaya struktura polimerov* (The supramolecular structure of polymers). Khimiya, Leningrad
19. Published and In press articles with or without DOI:
19.1 In press
Wilson M et al (2006) References. In: Wilson M (ed) *Style manual*. Springer, Berlin Heidelberg New York (in press)
19.2. Article by DOI (with page numbers)
Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med* 78:74–80. DOI 10.1007/s001090000086
19.3. Article by DOI (before issue publication with page numbers)
Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med* (in press). DOI 10.1007/s001090000086
19.4. Article in electronic journal by DOI (no paginated version)
Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *Dig J Mol Med*. DOI 10.1007/s801090000086
20. Internet publication/Online document

Doe J (1999) Title of subordinate document. In: *The dictionary of substances and their*

effects. Royal Society of Chemistry. Available via DIALOG.
[http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document](http://www.rsc.org/dose/title%20of%20subordinate%20document). Cited 15 Jan 1999

20.1. Online database

Healthwise Knowledgebase (1998) US Pharmacopeia, Rockville.

<http://www.healthwise.org>. Cited 21 Sept 1998

Supplementary material/private homepage

Doe J (2000) Title of supplementary material. <http://www.privatehomepage.com>. Cited 22 Feb 2000

University site

Doe J (1999) Title of preprint. <http://www.uni-heidelberg.de/mydata.html>. Cited 25 Dec 1999

FTP site

Doe J (1999) Trivial HTTP, RFC2169. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2169.txt>. Cited 12 Nov 1999

Organization site

ISSN International Centre (1999) Global ISSN database. <http://www.issn.org>. Cited 20 Feb 2000

Proofs

Proofs will be sent to the corresponding author. One corrected proof, together with the original, edited manuscript, should be returned to the Publisher within three days of receipt by mail (airmail overseas).

Offprints

Fifty offprints of each article will be provided free of charge. Additional offprints can be ordered by means of an offprint order form supplied with the proofs.

Page charges and colour figures

No page charges are levied on authors or their institutions. Colour figures are published at the author's expense only.

Copyright

Authors will be asked, upon acceptance of an article, to transfer copyright of the article to the Publisher. This will ensure the widest possible dissemination of information under copyright laws.

Permissions

It is the responsibility of the author to obtain written permission for a quotation from unpublished material, or for all quotations in excess of 250 words in one extract or 500 words in total from any work still in copyright, and for the reprinting of figures, tables or poems from unpublished or copyrighted material.

Springer Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer now provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. To publish via Springer Open Choice, upon acceptance please click on the link below to complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before publication or

articles will publish as regular subscription–model articles. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.
www.springer.com/openchoice

Additional information

Additional information can be obtained from:

Biodiversity and Conservation
Springer
P.O. Box 17
3300 AA Dordrecht
The Netherlands
Fax: +31–78–6576254

Internet:
www.springer.com