

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE
BIOLÓGICA - PPG-DB

EFEITO DE BORDA SOBRE A ESTRUTURA DE COMUNIDADE
DE MORCEGOS EM FLORESTA DE TERRA-FIRME,
AMAZÔNIA CENTRAL

Luiz Ramos Neves Júnior

Manaus

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA - PPG-DB

EFEITO DE BORDA SOBRE A ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE MORCEGOS EM
FLORESTA DE TERRA-FIRME, AMAZÔNIA CENTRAL

Luiz Ramos Neves Júnior

Orientador: Dr. Antonio Carlos Webber

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica, Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica.

Manaus

2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

N518e Neves Junior, Luiz Ramos
Efeito de borda sobre a estrutura de comunidade de morcegos em floresta de terra-firme, Amazônia Central / Luiz Ramos Neves Junior. 2017
36 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Antonio Carlos Webber
Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica) - Universidade Federal do Amazonas.

1. morcegos. 2. frequência de captura. 3. comunidade. 4. efeito de borda. 5. Amazônia Central. I. Webber, Antonio Carlos II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

LUIZ RAMOS NEVES JÚNIOR

EFEITO DE BORDA SOBRE A ESTRUTURA DE MORCEGOS
EM FLORESTA DE TERRA-FIRME, AMAZÔNIA CENTRAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica, Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica.

Aprovado em 09 de fevereiro de 2012.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Antonio Carlos Webber, presidente

Universidade Federal do Amazonas

Prof.^a Dr.^a Rita de Cássia Guimarães Mesquita, membro

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Prof. Dr. Erich Arnold Fischer, membro

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Marcelo Menin, membro

Universidade Federal do Amazonas

Para o mateiro senhor Anderson e sua família. Espero que suas vidas continuem sendo belas, simples e honestas, qualidades essas que eu presenciei. Minha profunda gratidão.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por ter me dado a oportunidade de ter nascido neste planeta de tanta diversidade;

Aos meus pais, por me apoiarem sempre e incondicionalmente, não só durante o mestrado, mas também em toda minha vida;

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro, assim como à UFAM por ter me dado a oportunidade para realização deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Webber por ter me orientado;

Ao Prof. Dr. Paulo Estefano Dineli Bobrowiec, pelas sugestões e revisões, e apoio que foram muito úteis na hora de escrever esta dissertação;

Ao Prof. Dr. Jaydione Luiz Marcon, Coordenador do Programa de Pós-Graduação do ICB, pela compreensão e sensibilidade;

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFAM, pelas conquistas de bolsas para os mestrandos;

A todos servidores e colaboradores da Fazenda da UFAM, o meu especial agradecimento;

Às Doutoradas Hildes e Nazaré, pela ajuda, apoio e o cuidado especial que tiveram comigo;

E a todos aqueles que, apesar de não estarem citados neste curto agradecimento, não foram esquecidos da minha memória.

AGRADEÇO

RESUMO

Na região da Amazônia brasileira, grande parte das florestas vem sofrendo perdas e alterações com o decorrer dos anos, resultado de ações antrópicas, como o desmatamento e construções de rodovias. Estas ações criam ambientes de borda nas florestas primárias que estão sujeitas aos efeitos intrínsecos que influenciam tanto a parte abiótica como a biótica. Neste estudo foi investigada como a frequência de captura, a estrutura e a composição das comunidades de morcegos respondem ao efeito de borda em floresta de terra-firme. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da UFAM e áreas próximas localizadas na BR-174, Amazônia Central. Em 50 noites (2.100 horas-rede), foram capturados 401 morcegos de 30 espécies pertencentes a cinco famílias: Phyllostomidae (24 spp.), Emballonuridae (2 spp.), Thyropteridae (1 sp.), Mormoopidae (1 sp.) e Vespertilionidae (2 spp.). Destas espécies, 10 representaram 91,48% das capturas. *Carollia* spp. foi a espécie no total com o maior número de capturas (62,07%), e houve maior diferença na frequência de captura no ambiente de borda. *Artibeus concolor*, *Artibeus gnomus*, *Artibeus obscurus*, *Rhinophylla pumilio*, *Pteronotus parnellii*, *Sturnira tildae*, *Phyllostomus discolor* e *Lonchophylla thomasi* não apresentaram diferença nas frequências de capturas entre os ambientes de borda e floresta. *Phyllostomus elongatus* foi mais frequente no interior do que na borda. A técnica de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) permitiu verificar que existe uma bem marcada separação entre as frequências de captura das 10 espécies mais capturadas e dos dados de ocorrência para o ambiente de borda e o interior de floresta. Estas mostraram-se heterogeneamente distribuídas entre os dois ambientes. Os frugívoros, pertencentes às subfamílias Carollinae e Stenodermatinae, foram os mais capturados e que apresentaram diferença na frequência de captura no ambiente de borda. Insetívoros-catadores foram a segunda guilda mais capturada, mas não apresentaram diferenças entre os ambientes, assim como os insetívoros-aéreos, nectarívoros e sanguinívoros. Concluiu-se que com os primeiros resultados desse trabalho pode-se dar início ao entendimento de como o efeito de borda atua na estrutura e composição das comunidades de morcegos para algumas regiões de floresta na Amazônia Central.

PALAVRAS-CHAVE: morcegos, frequência de captura, comunidade, efeito de borda, Amazônia Central.

ABSTRACT

In the Brazilian Amazon region, most of the forests have suffered losses and changes within the years, as the result of human activities such as deforestation and construction of highways. These actions create edge environments in old-growth forests that are subject to intrinsic effects that influence both the abiotic as the biotic part. This study investigated the frequency of capture, structure and communities composition of bats responding to edge effects in tropical rain forest. The study was conducted at Fazenda Experimental da UFAM and surrounding areas located at highway BR-174, Central Amazonia. In 50 Nights (2100 net-hours), 401 bats were captured, 30 species in five families: Phyllostomidae (24 spp.) Emballonuridae (2 spp.), Thyropteridae (1 sp.), Mormoopidae (1 sp.) and Vespertilionidae (2 spp.). Of these species, 10 represent 91.48% of the catch. *Carollia* spp. was the specie with the highest total number of catches (62.07%), and there was a greater difference in the frequency of capture in the border environment. *Artibeus concolor*, *Artibeus gnomus*, *Artibeus obscurus*, *Rhinophylla pumilio*, *Pteronotus parnellii*, *Sturnira tildae*, *Phyllostomus discolor* and *Lonchophylla thomasi* did not differ in the frequencies of capture in environments edge and interior forest. *Phyllostomus elongatus* was more frequent in the interior than on the edge. The technique of non-metric Multidimensional Scaling (NMDS), has shown that there is a well-marked separation between the frequencies of catches of 10 species and occurrence data for the environment and the inside edge of forest. These proved to be heterogeneously distributed between the two environments. The frugivorous, belonging to the subfamilies Carollinae and Stenodermatinae were captured and the most that showed differences in the frequency of capture in the border environment. Insectivore-gatherers were the second most frequently captured guild, but no differences between the environments, as well as air-insectivores, nectarivores and sanguinivorous. We concluded that with the first results of this work, we can begin to understand how the edge effect acts in the community structure and composition of bats species to some areas of forest in Central Amazonia.

KEYWORDS: bats, frequency of capture, community, edge effects, Central Amazonia.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados das espécies dos morcegos capturados, esforço de captura e guilda em ambiente de borda e interior de floresta na Amazônia Central.....19

Tabela 2. Riqueza de espécies (S), número de capturas (N) e porcentagem da frequência de captura (%) de morcegos das guildas dos ambientes de borda e interior de floresta.....24

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa da área de estudo na Amazônia Central, Amazonas-Brasil, ilustrando os pontos de coleta localizados na Região Metropolitana de Manaus na BR-174 Os pontos de coleta identificados por cores de acordo com o tipo de ambiente: círculo vermelho=borda e triângulo verde=interior de floresta (imagem de satélite do Google Earth).....15
- Figura 2.** Média e erro padrão (barras finas e verticais) do número total de capturas de morcegos no ambiente de borda e interior de floresta (a 3km da borda). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas usando GLM ($P < 0,05$).....21
- Figura 3.** Ordenações de Escanolamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) para as comunidades de morcegos capturados em dois tipos de ambiente (B - borda e I - interior de floresta), baseadas em (a) dados de abundância relativa e (b) dados de presença-ausência.....23
- Figura 4.** Média e erro padrão (barras finas e verticais) do número de capturas de morcegos das guildas no ambiente de borda e interior de floresta (a 3km da borda). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas usando GLM ($P < 0,05$).....25
- Figura 5.** Ordenação de Escanolamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) para comunidade de morcegos capturados em dois tipos de ambiente (B - borda e I - interior de floresta), baseada em dados de frequência de captura dos indivíduos separados por guildas.....26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	14
2.1.Objetivo geral.....	14
2.2.Objetivos específicos.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1.Área de estudo.....	15
3.2.Pontos de amostragem: áreas de borda e interior de florestas primárias.....	16
3.3.Capturas dos morcegos.....	16
3.4.Análises faunísticas.....	17
3.5.Análises de dados.....	17
4. RESULTADOS.....	19
4.1.Riqueza de espécie e Dominância.....	19
4.2.Estrutura e Composição da comunidade.....	22
4.3.Riqueza e Composição da guilda.....	24
5. DISCUSSÃO.....	27
6. CONCLUSÕES.....	30
7. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	31

EFEITO DE BORDA SOBRE A ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE MORCEGOS EM FLORESTA DE TERRA-FIRME, AMAZÔNIA CENTRAL

1. INTRODUÇÃO

No período de 1990 a 2010 foram derrubados por volta de 29 milhões de hectares de florestas no mundo (FAO 2011). Na Amazônia brasileira, nos últimos cinco anos, o desmatamento atingiu mais 17 % do seu total (INPE 2009). Segundo Fearnside (2006), as principais causas do desmatamento variam entre as regiões e ao longo do tempo. Grandes construções como hidroelétricas e estradas provocam impactos em áreas intactas (Fearnside 2006). Esses impactos afetam negativamente a biota local, uma vez que muitas espécies são dependentes de habitats específicos e não toleram mudanças no ambiente original (Ferreira et al. 2005, Fearnside 2006).

O desmatamento cria bordas de florestas, ambiente que conecta a floresta com a matriz de ambientes modificados pelo homem. O resultado das interações que ocorrem entre esses ecossistemas é conhecido como efeito de borda (Murcia 1995). Este efeito é decorrente da destruição da floresta e causa modificações no ecossistema tanto nos meios físico e biótico (Nascimento & Laurance 2006), podendo também alterar muitos processos ecológicos e ecossistêmicos (Laurance et al. 2002). Assim, o efeito de borda promove alteração nos parâmetros físicos, químicos e biológicos do sistema, como por exemplo, a disponibilidade energética e o fluxo de organismos entre tais ambientes (Wiens et al. 1993).

Os efeitos de borda atuam de forma diferente sobre os grupos biológicos distintos (Murcia 1995). Esse efeito pode ser qualitativo (tipo de efeito) e quantitativo (intensidade), e pode ocorrer dentro de uma faixa de até 500m desde o início da borda em direção ao interior da floresta (Laurance et al. 2002).

O efeito de borda influencia diretamente a distribuição e abundância relativa das espécies. Algumas espécies podem se afastar da borda, ou até se extinguir localmente, por outro lado, outras espécies podem se beneficiar do “efeito de borda”, de forma a aumentarem suas populações (Murcia 1995, Laurance et al. 2002). Harper et al. (2005), enfatizam dois processos importantes que acontecem no ambiente de borda sobre a biota: (1) mudanças

envolvidas em processos biofísicos, na estrutura e composição nos ecossistemas; e (2) troca de energia entre os organismos. Um fator importante que permite a movimentação das espécies pelos ambientes é a permeabilidade da borda, que é definida em relação ao grau do fluxo de energia e matéria que aumenta ou diminui no ambiente (López-Barrera et al. 2007). Assim, o ambiente de borda pode atuar como uma barreira física que nunca é atravessada por determinadas espécies, pois estas são especialistas em habitats específicos ou devido ao risco de predação pelos habitats adjacentes. Essas bordas tendem a ser de difícil acesso ou “impermeáveis”. Por outro lado, bordas que permitem a movimentação dos organismos, são chamadas de bordas de fácil acesso ou permeáveis (Stamps et al. 1987, Córtez-Delgado & Pérez-Torres 2011).

Vários estudos revelam que a comunidade de morcegos neotropicais responde negativamente à perda de habitats, e que os efeitos de borda provocam diminuição na diversidade local e no tamanho de populações de várias espécies (Fenton et al. 1992, Brosset et al. 1996, Wilson et al. 1996, Medellín et al. 2000, Schulze et al. 2000). Dentre os morcegos frugívoros filostomídeos, algumas espécies são mais tolerantes à perda do habitat, podendo atravessar áreas abertas para alcançar outros fragmentos ou outros tipos de vegetação para forragear ou se abrigar (Schulze et al. 2000, Estrada & Coates-Estrada 2002, Bernard & Fenton 2003). Essas espécies se beneficiam das novas condições do ambiente e suas abundâncias tendem a aumentar nas áreas próximas às bordas, provavelmente associadas à disponibilidade de frutos de plantas pioneiras (Kalko 1998, Cosson et al. 1999, Faria et al. 2006). Algumas espécies de *Carollia*, *Artibeus* e *Sturnira* são conhecidas por utilizarem as áreas desmatadas ou até mesmo urbanizadas (Fleming & Heithaus 1981, Cosson et al. 1999, Galindo-González et al. 2000, Bernard & Fenton 2007). Contudo, estudos disponíveis indicam que boa parte das espécies da subfamília Phyllostominae parece ser sensível às modificações do habitat e conseqüentemente não toleram a borda da floresta, sofrendo reduções locais em sua diversidade e no tamanho das populações (Estrada et al. 1993, Brosset et al. 1996, Schulze et al. 2000).

Mesmo que já tenha sido demonstrado que alguns morcegos frugívoros são capazes de atravessar áreas abertas e habitats alterados (Galindo-González 1998, Medellín & Gaona 1999, Delaval & Charles-Dominique 2006), não se sabe como o ambiente de borda pode influenciar a movimentação dos morcegos.

Muitos estudos têm sido voltados para análises de como as comunidades de morcegos respondem aos efeitos das mudanças ambientais originadas por ações antrópicas. Faria (2006) em estudos em florestas de Mata Atlântica ao sul da Bahia (Brasil), fornece evidências de como as comunidades de morcegos empobrecem em habitats alterados pelo homem, quando estas áreas sofrem desmatamento e perturbações da fragmentação, como o efeito de borda. Meyer et al. (2008), em florestas tropicais em ilhas no Panamá, não conseguiram achar evidências significativas de como as bordas de florestas podem influenciar na estrutura e composição nas assembleias de morcegos filostomídeos. Outro importante, trabalho e único até agora, foi o de Delaval & Charles-Dominique (2006), que estudaram os efeitos de borda originados por rodovias em florestas tropicais para guildas de morcegos frugívoros e nectarívoros na Guiana-Francesa. Cortés-Delgado & Pérez-Torres (2011), estudaram como dois tipos de ambiente de borda influenciavam a estrutura e composição da assembleia de morcegos na parte central dos Andes na Colômbia.

Ainda são poucos os trabalhos que estudaram os efeitos da borda em relação à comunidade de morcegos nas florestas tropicais. Neste contexto, investigar como os efeitos das mudanças ambientais agem sobre a estrutura da comunidade de morcegos, pode ajudar a compreender e avaliar as possíveis respostas aos processos ecológicos que os morcegos desempenham nas florestas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Comparar a estrutura de comunidade de morcegos (composição, riqueza, abundância, dominância e guilda tróficas) entre o ambiente de borda e o interior de floresta contínua de terra-firme.

A minha hipótese é que o ambiente de borda possui composição de espécies de morcegos mais generalistas, portanto, se beneficiam ao efeito de borda, e que determinadas espécies são excluídas, como por exemplo, algumas da subfamília Phyllostominae que possuem espécies que são mais sensíveis às alterações do ambiente.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar as espécies que utilizam o ambiente de borda e o interior de floresta.
- Avaliar se há alterações na frequência de capturas entre a borda e o interior de floresta.

Minha predição é que no ambiente de borda haverá um número maior de capturas de espécies que se beneficiam aos efeitos de borda, principalmente os frugívoros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas e em áreas próximas a BR-174 (figura 1). A Fazenda da UFAM está localizada no km 38 da rodovia BR-174 e possui uma área de 3.000 ha de floresta ombrófila. Limita-se ao sul com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e ao norte com a Estação Experimental de Fruticultura Tropical e Estação Experimental de Silvicultura Tropical, ambas pertencentes ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

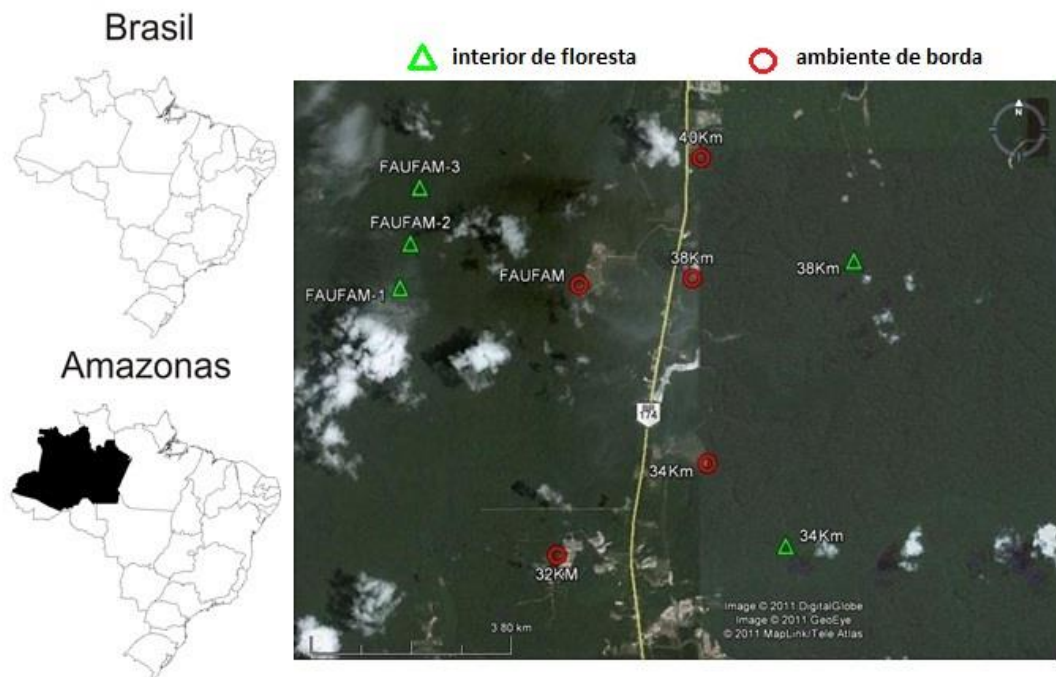


Figura 1. Mapa da área de estudo na Amazônia Central, Amazonas-Brasil, ilustrando os pontos de coleta localizados na Região Metropolitana de Manaus na BR-174. Os pontos de coleta identificados por cores de acordo com o tipo de ambiente: círculo vermelho=borda e triângulo verde=interior de floresta (imagem de satélite do Google Earth).

3.2. Pontos de amostragem: áreas de borda e interior da floresta primária

Neste estudo foram amostrados 10 pontos distantes, no mínimo 1 km, um do outro. Esse distanciamento entre os pontos visou obter dados de frequência das espécies de morcegos a partir de unidades de amostragem com o máximo de independência possível. Procurando abranger locais que estavam sujeitos ao efeito de borda da floresta e locais no interior da floresta que não sofrem tais efeitos, foram amostrados cinco pontos que estavam posicionados a 20m da borda da floresta, enquanto os cinco pontos do interior da floresta foram posicionados a 3.000m da borda. Os pontos nas diferentes distâncias da borda não foram distribuídos em um transecto linear ao longo da mata, para se evitar a recaptura de indivíduos de um ponto sobre o outro e garantindo assim a maior independência entre os pontos de amostragem. Todos os 10 pontos de amostragem foram visitados cinco vezes em intervalos de até 30 dias no período de maio de 2010 a dezembro de 2010, totalizando 50 noites de capturas e esforço amostral de 2.100 horas.rede. Uma hora.rede equivale a uma rede aberta por uma hora de amostragem.

3.3. Captura dos morcegos

Neste estudo, em cada tipo de ambiente (borda e interior de floresta), para cada ponto de amostragem foram utilizadas sete redes de captura de morcegos (12,0 x 2,5 m) armadas ao nível do solo em trilhas abertas ou já existentes nesses ambientes, onde apenas se capturou morcegos na região do sub-bosque da floresta. As redes permaneceram abertas entre 18:00 e 00:00 h e verificadas em intervalos de 20 a 30 minutos; não foram amostradas noites com chuva intensa e lua cheia, por afetarem as taxas de captura dos morcegos (Crespo et al. 1975). Todos os morcegos capturados foram colocados em sacos de pano individual para posterior identificação da espécie. As identificações foram feitas seguindo a chave de identificação de Charles-Dominique (2001) e confirmadas na coleção de Mamíferos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) junto com os indivíduos coletados como material testemunho. *Carollia perspicillata* e *Carollia brevicauda* não puderam ser diferenciadas uma da outra em campo, por isso as espécies foram agrupadas como *Carollia* spp. nas análises. Os morcegos foram classificados nas seguintes guildas (Fauth et al. 1996): frugívoros, insetívoros-catadores, insetívoros-aéreos, saguinívoros e nectarívoros.

3.4. Análises Faunísticas

As análises faunísticas foram baseadas em Ludwig & Reynolds (1988) e Uramoto et al. (2005), sendo estimados os seguintes parâmetros:

Frequência: Proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra: $p_i = \frac{n_i}{N}$, onde n_i : número de indivíduos da espécie i e N : total de indivíduos da amostra.

Riqueza (S): Número total de espécies observadas na comunidade.

Número de espécies dominantes: Uma espécie é considerada dominante quando apresenta frequência superior a $1/S$, onde S é o número total de espécies na comunidade.

3.5. Análises de Dados

As possíveis diferenças entre as taxas de capturas entre o ambiente de borda e o interior de floresta foram examinadas por meio de um teste paramétrico o GLM (General Linear Models). Todos os resultados do teste estatístico foram considerados ao nível de significância $P < 0,05$.

Foi usada uma ordenação para reduzir a matriz de dados das espécies capturadas e os pontos de captura em duas dimensões (em dois eixos), para identificar as dissimilaridades referentes aos parâmetros ambientais e à comunidade de morcegos nos diferentes pontos amostrados. A ordenação foi feita utilizando-se uma Análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), a qual é recomendada para dados que apresentem uma distribuição anormal ou que sejam arbitrários, descontínuos, ou que estejam em escalas questionáveis. Os dados são trabalhados numa busca interativa de um ranqueamento de n entidades em k dimensões (eixos). Neste método de ordenação, os locais de amostragem são representados num sistema de eixos, de tal modo que os pontos mais próximos entre si correspondem aos locais mais semelhantes e os pontos mais afastados aos locais com maiores dessemelhanças. Este ranqueamento deve minimizar o “stress” da configuração k -dimensional. Os cálculos são baseados em uma matriz de distância $n \times n$ calculada a partir de uma matriz principal $n \times p$ -dimensional, onde n é o número de linhas e p é o número de colunas. Em minha análise n representou os pontos de amostragem, e p representou o número

de espécies capturadas ou a sua ocorrência. “Stress” é a medida de partida da monotonicidade no relacionamento entre a dissimilaridade (distância) no espaço p -dimensional original e a distância no espaço ordenado k -dimensional reduzido (Bernard 1997). Foram realizadas três ordenações: a primeira para os dados de frequência de captura das 11 espécies que tiveram o número de indivíduos capturados maior que quatro, a segunda com os dados do número de indivíduos capturados separados por guildas e a terceira usando os dados de ocorrência de indivíduos capturados. Em cada um dos 10 pontos de amostragem, a frequência de captura foi padronizada pelo esforço de captura (hora.rede). Para a análise de ordenação usando os dados de frequência de captura por espécies e por guilda, foi utilizado o índice de Bray-Curtis para medir a similaridade entre as comunidades de morcegos entre os 10 pontos de amostragem. Este índice é considerado robusto quando há grandes diferenças na composição de espécies entre locais distintos. O índice de Jaccard foi utilizado para estimar a similaridade dos lugares amostrados, usando os dados de ocorrência das espécies. Foram comparados os dois tipos de ambiente (borda e interior de floresta) usando uma múltipla análise de variância (MANOVA), com os dois primeiros eixos do NMDS como variáveis respostas e os tipos de ambiente como variáveis explicativas (ver Bobrowiec 2010).

As análises de ordenação e MANOVA foram efetuadas utilizando-se o software R (R Development Core Team, 2008). As análises de GLM foram efetuadas usando programa estatístico SYSTAT versão 8.0.

4. RESULTADOS

4.1. Riqueza de espécies e Dominância

Em 50 noites, foram capturados 401 morcegos (Tabela 1), distribuídos em 30 espécies pertencentes a 22 gêneros e cinco famílias (Emballonuridae, Mormoopidae, Phyllostomidae, Thyropteridae e Vespertilionidae). A distribuição de indivíduos por espécie, nos dois ambientes, mostrou poucas espécies com muitos indivíduos, sendo que 18 das 30 espécies foram representadas por três indivíduos ou menos.

Tabela 1. Dados das espécies dos morcegos capturados, esforço de captura e guilda em ambiente de borda e interior de floresta na Amazônia Central.

Espécies	Guilda	Borda de floresta	Interior de floresta	Total
Phyllostomidae				
Carollinae				
<i>Carollia</i> spp.**	F	202	12	214
<i>Rhinophylla pumilio</i>	F	29	35	64
Sternodemartinae				
<i>Artibeus concolor</i>	F	5	0	5
<i>Artibeus gnomus</i>	F	2	6	8
<i>Artibeus lituratus</i>	F	0	1	1
<i>Artibeus obscurus</i>	F	3	5	8
<i>Artibeus planirostris</i>	F	1	2	3
<i>Sturnira tildae</i>	F	16	0	16
<i>Mesophylla macconnelli</i>	F	2	0	1
<i>Uroderma bilobatum</i>	F	2	0	2
Phyllostominae				
<i>Micronycteris microtis</i>	Ic	1	0	1
<i>Micronycteris nicefori</i>	Ic	0	1	1
<i>Glyphonycteris sylvestris</i>	Ic	1	0	1
<i>Mimon crenulatum</i>	Ic	2	1	3
<i>Phylloderma stenops</i>	Ic	2	1	3
<i>Phyllostomus discolor</i>	Ic	11	0	11
<i>Phyllostomus elongatus</i>	Ic	0	8	8
<i>Tonatia saurophila</i>	Ic	0	4	4
Glossophaginae				
<i>Anoura caudifera</i>	N	0	3	3
<i>Choeroniscus minor</i>	N	1	0	1
<i>Glossophaga soricina</i>	N	1	0	1
<i>Lonchophylla thomasi</i>	N	6	8	14

Desmodontinae				
<i>Desmodus rotundus</i>	Sang	0	1	1
Emballonuridae				
<i>Peropteryx leucoptera</i>	Ia	0	1	1
<i>Saccopteryx bilineata</i>	Ia	1	0	1
Mormoopidae				
<i>Pteronotus parnellii</i>	Ic	8	11	19
Thyropteridae				
<i>Thyroptera tricolor</i>	Ia	0	1	1
Vespertilionidae				
<i>Eptesicus</i> sp. 1	Ia	2	0	2
<i>Eptesicus</i> sp. 2	Ia	2	0	2
Capturas		300	101	401
Espécies		22	18	30
Esforço de captura (hora.rede)		1050	1050	2100

Guildas: F-Frugívoros, Ic-Insetívoros-catadores, Ia-Insetívoros-aéreos, Sang-Sanguinívoro e N-Nectarívoros. ** *Carollia perspicillata* e *C. brevicauda*.

No ambiente de borda foram capturados 300 indivíduos (75% do total), sendo o ambiente com maior taxa de captura de morcegos (0,28 morcegos/hora.rede), enquanto que no ambiente de interior de floresta foram capturados 101 indivíduos (25% do total) com uma taxa de 0,09 morcegos/hora.rede. Houve diferença estatística significativa (Figura 2) nas taxas de captura entre o ambiente de borda e o interior de floresta (GLM, $F=16,545$ e $P=0,004$). A frequência de captura da borda foi três vezes maior que o interior de floresta.

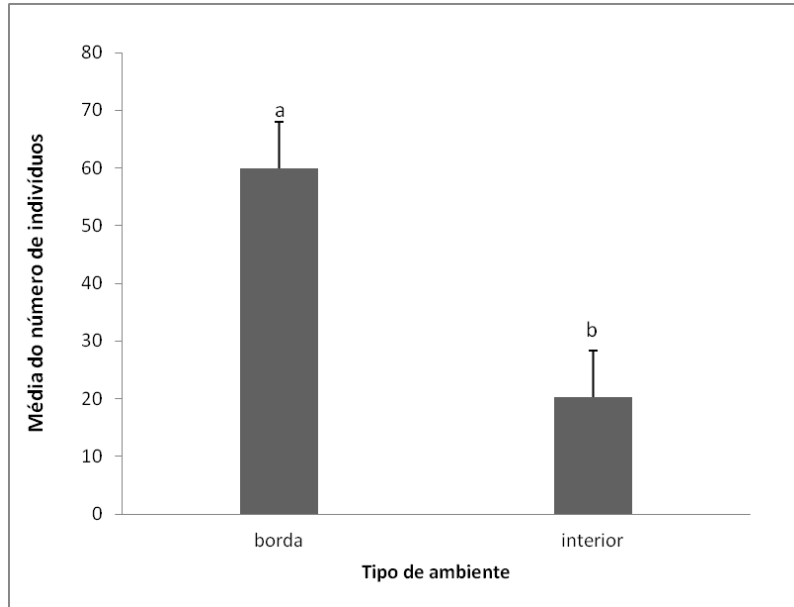


Figura 2. Média e erro padrão (barras finas e verticais) do número total de capturas de morcegos no ambiente de borda e interior de floresta. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas usando GLM ($P < 0,05$).

A família Phyllostomidae foi a mais representativa, com 23 das 30 espécies registradas, e 375 das 401 capturas. A subfamília Carrollinae foi a mais abundante, com 278 das capturas (74%), seguida por Sternodermatinae com 45 capturas (12%), Phyllostominae com 32 capturas (8,5%), Glossophaginae 19 capturas (5%) e Desmodontinae com uma captura (0,5%). As espécies mais abundantes foram *Carollia* spp., *Lonchophylla thomasi*, *Pteronotus parnellii*, *Rhinophylla pumilio* e *Sturnira tildae*.

Entre os morcegos capturados, nove espécies de Phyllostomidae e uma espécie de Mormoopidae representam juntas 91,48% do total de capturas (tabela 1). *Carollia* spp. (lembrando que para as análises *Carollia perspicillata* e *C. brevicauda* foram tratadas como uma única espécie) foi a espécie dominante com o maior número de capturas (53,36% do total de capturas; $n = 214$), seguido por *Rhinophylla pumilio* (15,96%; $n=64$), *Pteronotus parnellii* (4,73%; $n=19$), *Sturnira tildae* (3,99%; $n=16$), *Lonchophylla thomasi* (3,49%; $n=14$), *Phyllostomus discolor* (2,74%; $n=11$), *Artibeus gnomus* (1,99%; $n=8$), *Artibeus obscurus* (1,99%; $n=8$) *Phyllostomus elongatus* (1,99%; $n=8$) e *Artibeus concolor* (1,24%; $n=5$).

Entre as 10 espécies mais capturadas, apenas *Carollia* spp. e *Phyllostomus elongatus* foram as que tiveram diferenças significativas em suas frequências de capturas. As duas espécies de *Carollia* foram predominantes para o ambiente de borda (GLM, $F=16,348$, $P=0,004$, $gl=1$), e *Phyllostomus elongatus* foi apenas capturada no ambiente de interior de floresta (GLM, $F=5,565$, $P=0,046$, $gl=1$).

4.2. Estrutura e Composição da comunidade

Por meio da ordenação por Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) [$R^2=0,905$, $stress=5,57$], foi constatada que há uma forte separação entre as comunidades de morcegos do ambiente de borda e do ambiente de floresta (Figura a) com os dados de frequência relativa. A MANOVA realizada com os dois ambientes indica uma separação significativa na composição da comunidade entre os locais nos eixos da ordenação, baseados nos dados de frequência relativa (Pillai=0,914, $P=0,0001$), sendo assim, os pontos de borda são mais homogêneos entre eles, demonstrando frequências de capturas semelhantes, enquanto, os pontos de interior de floresta se apresentam mais heterogêneos. A ordenação com os dados de ocorrência (Figura b) foi feita incluindo todas as espécies, e o NMDS [$R^2=0,704$, $stress=12,46$] demonstrou separação entre o ambiente de borda e interior de floresta. Quanto à MANOVA nos dados de ocorrência das espécies de morcegos, houve diferença na composição de espécies entre os ambientes (Pillai 0,6279, $P=0,03$), os pontos de borda são mais distantes entre si no espaço ordenado, sendo assim mais heterogêneos, indicando que suas composições sejam dessemelhantes, já os pontos de interior de floresta tendem a ser mais próximos no espaço ordenado, tornando-se mais homogêneos, ou seja, com a composição de espécies de morcegos mais parecidas entre si.

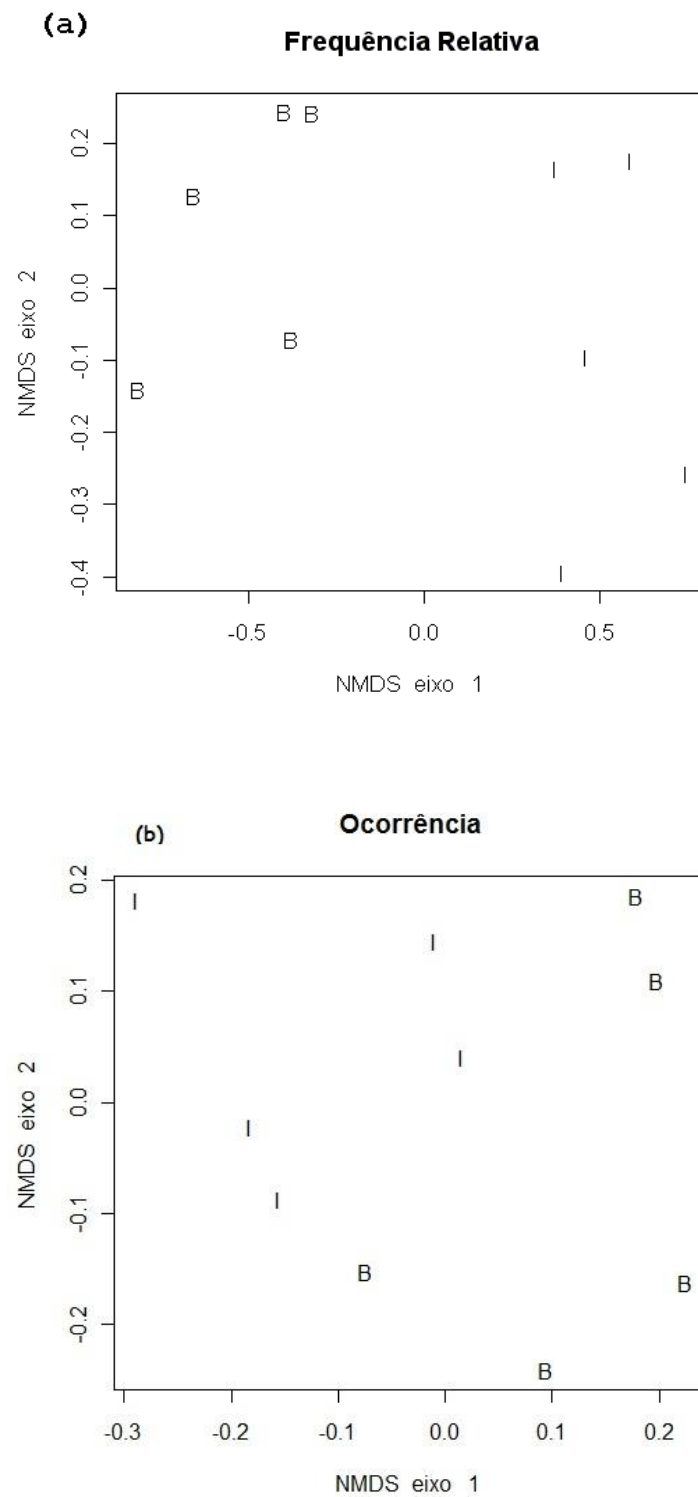


Figura 3. Ordenações de Escanolamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) para as comunidades de morcegos capturados em dois tipos de ambiente (B - borda e I - interior de floresta), baseadas em (a) dados de frequência de captura e (b) dados de ocorrência.

4.3. Riqueza e Composição da guilda

Nos ambientes estudados, os frugívoros representaram a maioria das capturas (borda 87% e interior 60%) e o número de espécies, seguido pelos insetívoros-catadores (Tabela 2). Houve diferença estatística significativa para frequência de capturas dos frugívoros (GLM, $F=17,683$, $P=0,003$, $gl=1$). Não houve diferenças estatísticas para as frequências de capturas de insetívoros-catadores (GLM, $F=0,009$, $P=0,927$, $gl=1$) e nectarívoros (GLM, $F=0,24$, $P=0,637$, $gl=1$) entre o interior e a borda (Figura 4).

Das 30 espécies de morcegos registradas, nove espécies de Phyllostomidae (maioria frugívora) e uma espécie de Mormoopidae (37,93% das espécies), somam 91,48% do total de morcegos capturados. As espécies consideradas raras, com menos de cinco capturas, representaram apenas 8,52% das capturas, mas 65,5% das espécies ($n=39$). *Carollia* spp. foram os morcegos mais abundantes no ambiente de borda, representando 62,07% das capturas, e *Rhinophylla pumilio* foi um dos morcegos dominantes tanto no ambiente de borda quanto no interior de floresta, representando 16 % do total de capturas.

Tabela 2. Riqueza de espécies (S), número de capturas (N), e porcentagem da frequência de capturas (%) de morcegos das guildas dos ambientes de borda e interior de floresta.

Guildas	Ambiente					
	Interior			Borda		
	S	N	%	S	N	%
Frugívoros	7	61	60,4	10262	87,3	
Insetívoros catadores	6	26	25,7	6	25	8,3
Insetívoros aéreos	2	2	1,9	2	5	1,6
Nectarívoros	2	11	10,9	3	8	2,6
Sanguinívoros	1	1	0,9	0	0	0

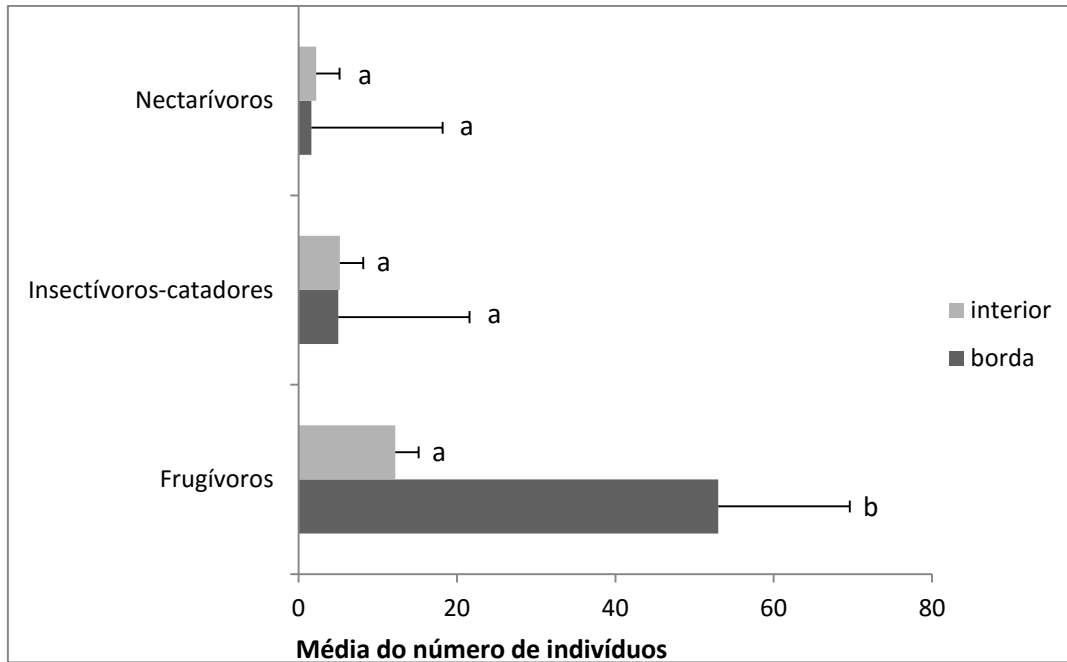


Figura 4. Média e erro padrão (barras finas e horizontais) do número de capturas de morcegos das guildas no ambiente de borda e interior de floresta. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas usando GLM ($P < 0,05$).

A ordenação por NMDS [$R^2=0,951$, $stress=1,09$] feita com os dados de número de indivíduos capturados separados por guildas, foi constatada que há uma forte separação entre a comunidade de morcegos do ambiente de borda e do ambiente de floresta (Figura 4). A MANOVA realizada com os dois ambientes indica uma separação significativa na composição da comunidade entre os locais nos eixos da ordenação, baseados nos dados de frequência relativa por guilda ($Pillai=0,840$, $P=0,001$), sendo assim, os pontos de borda são mais homogêneos entre eles, demonstrando que suas frequências de capturas são semelhantes, enquanto, os pontos de interior de floresta se apresentam mais heterogêneos.

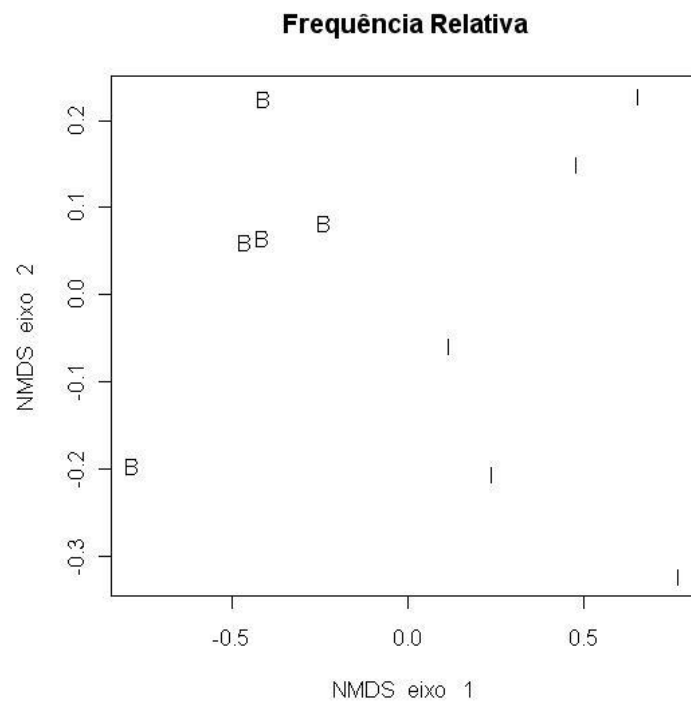


Figura 5. Ordenação de Escançamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) para comunidade de morcegos capturados em dois tipos de ambiente (B - borda e I - interior de floresta), baseada em dados de frequência de captura dos indivíduos separados por guildas.

5. DISCUSSÃO

Meus resultados sugerem que existe uma separação muito bem acentuada na composição da comunidade de morcegos entre o ambiente de borda e o interior de floresta de terra-firme estudada na Amazônia Central, indicando assim, que o efeito de borda influencia a composição e estrutura da comunidade, mais do que na riqueza das espécies. O número de espécies foi diferente entre os dois tipos de ambiente (Tabela 1), mas houve diferenças na composição e estrutura da comunidade nos dois ambientes. A borda de floresta foi o ambiente que proporcionou um maior número da frequência total de capturas.

Espécies de *Carollia* são mais abundantes no ambiente de borda, como apontado por Brosset et al. (1996), Bernard (1997), Sampaio (2000), Bobrowiec (2003) e Delaval (2006), que descreveram uma alta abundância para algumas espécies frugívoras de filostomídeos oportunistas em áreas degradadas ou de florestas secundárias. Confirmam que a dominância de um pequeno número de espécies e baixa diversidade na comunidade são devidas às consequências de uma alteração do ambiente (neste caso os efeitos do ambiente de borda), enquanto os valores de alta diversidade e uma baixa abundância relativa estão referentes às espécies mais comuns que estão relacionadas a habitats não perturbados (Medellín et al. 2000).

A guilda dos frugívoros foi a mais abundante neste estudo. Representada com as maiores taxas de capturas (87% para o ambiente de borda e 60% para o interior de floresta) e 37,9% do total das espécies capturadas. A frequência de capturas dos frugívoros responde de forma positiva para a influência dos efeitos do ambiente de borda, com um aumento significativo das capturas. A guilda dos insetívoros-catadores foi a segunda mais abundante com 31% do total das espécies capturadas, mas não houve diferenças significativas para ambos os ambientes, assim como também para os nectarívoros e os insetívoros-aéreos, que tiveram uma baixa amostragem nesse estudo.

O número de espécies e a frequência de captura obtidos, neste estudo, foram muitos semelhantes aos obtidos por Delaval & Charles-Dominique (2006) para as florestas da Guiana Francesa. Ambos os estudos tiveram uma alta frequência de captura de morcegos e uma alta abundância de frugívoros para o ambiente de borda. É de se esperar que a frequência de morcegos frugívoros fosse aumentada no ambiente de borda, uma vez que, há uma alta produtividade em bordas de florestas, refletindo assim em uma alta frutificação e uma maior produção de frutos ao longo do ano (Ranney et al. 1981). Devido ao grande número de

espécies de plantas pioneiras como as dos gêneros *Solanum*, *Piper*, *Cecropia*, *Vismia* (Fleming 1988) no ambiente de borda, acredita-se que isto seja um grande atrativo para os frugívoros considerados como generalistas e por isso mais beneficiados aos efeitos da borda. Esta situação explica a alta abundância de frugívoros de sub-bosque como do gênero *Carollia* na borda e sua diminuição em direção ao interior da floresta (Restrepo et al. 1999).

Em meus resultados *Phyllostomus discolor* foi um dos morcegos capturados somente no ambiente de borda, porém não foi estatisticamente significativa esta comprovação. *Phyllostomus elongatus* apenas foi capturado no interior de floresta, com diferença estatística significativa, dando indícios que esta espécie seja sensível aos efeitos do ambiente de borda. Os insetívoros-catadores da subfamília Phyllostominae, são apontados em outros estudos como sensíveis aos distúrbios provocados no habitat (Meyer et al. 2008, Kalka et al. 2008, Córtes-Delgado & Pérez-Torres 2011). Para Medellín et al. (2000) e Delaval (2006), quanto maior o número de espécies de filostominíós, menor é o grau de distúrbio no ambiente.

A especialização ecológica entre as espécies de morcegos é responsável por essa sensibilidade, o que torna uma incapacidade relativa de algumas espécies de se adaptarem aos novos ambientes criados pelas alterações antrópicas (Delaval 2006, Córtes-Delgado & Pérez-Torres 2011). Algumas espécies parecem ser limitadas em relação aos abrigos (Humphrey, 1975), certas espécies são limitadas por habitat de forrageamento (Fenton et al. 1992), enquanto outras parecem ser limitadas por estes dois fatores. Espécies de frugívoros oportunistas, como *C. perspicillata*, que é bem adaptada às áreas abertas, se alimentam de uma grande variedade de plantas pioneiras e podem alojar-se em túneis de água sob as estradas ou em outros tipos de construções (Cosson, 1994). A concentração dessas espécies oportunistas, bem como a chegada de espécies provenientes de áreas abertas e invadindo as bordas, poderiam exercer uma forte concorrência, forçando uma pressão sobre as espécies menos flexíveis adaptadas às condições ecológicas da floresta primária (Meyer et al. 2008, Delaval 2006).

Além disso, o aumento de algumas espécies de morcegos generalistas podem eliminar outras espécies mais especializadas na realização de interações específicas com certas espécies de plantas peculiares. Estas modificações observadas na comunidade de morcegos podem ter consequências importantes sobre a dispersão de sementes e transferência do pólen, com efeitos significativos nos processos do ecossistema por meio de interações ecológicas (Fleming 1988; Fleming et al. 1993).

Essa riqueza relativa elevada da borda pode ser explicada através de trocas entre a floresta primária e habitats abertos. No entanto, tanto nos pontos de interior de floresta como na borda, a diversidade de espécies permanece baixa. Muitas espécies sensíveis à borda aparentemente desaparecem (ver Lovejoy, 1986). Estes resultados sugerem que as bordas de floresta e o interior de floresta fornecem aos morcegos diferentes condições ambientais, e que a distribuição de uma espécie varia de acordo com suas exigências ecológicas (Meyer et al. 2008, Delaval 2006).

As análises de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) mostraram neste estudo que há alteração nas composições da comunidade entre os ambientes de borda e interior de floresta. Essa alteração é mais evidente na composição de espécies do que na riqueza, onde que com a ordenação feita com os dados de abundância das espécies mais capturadas mostraram uma forte separação entre a comunidade que utiliza a borda em relação ao de interior de floresta. Isso, aparentemente, indica que esta relação está fortemente condicionada pelas espécies comuns mais abundantes, como *Carollia* spp., para o ambiente de borda, e *Rhinophylla pumilio* para interior de floresta. Contudo, a ordenação feita com os dados de presença-ausência demonstraram apenas indícios de uma separação entre essas comunidades.

Apesar da ausência de diferença no número de espécies, a composição de espécies e de guildas, diferiram significativamente entre o ambiente de borda e o interior de floresta. A distância que compreende a zona do ambiente de borda até o interior de floresta, aparentemente influencia a composição de espécies e guildas em ambos os ambientes. Laurance et al. (2002), demonstraram que o efeito de borda pode influenciar tanto características abióticas e quanto características bióticas em florestas tropicais, numa faixa que compreende a 500 metros em direção ao interior de floresta.

No entanto, meus resultados podem ser o reflexo da baixa abundância natural das espécies, pois em florestas neotropicais, a maioria das espécies de morcegos é capturada em baixo número de indivíduos (Brosset et al. 1996; Lim & Engstrom, 2001). Assim, estudos mais detalhados serão necessários para compreender as causas da relação entre variáveis ambientais e da paisagem, que podem responder como os efeitos do ambiente de borda influenciam na comunidade de morcegos da Amazônia Central.

6. CONCLUSÕES

- Houve uma riqueza maior no ambiente de borda em relação ao ambiente de interior de floresta a uma distância de 3 km, com 21 espécies e 17 espécies, respectivamente.
- A taxa de captura do ambiente de borda é três vezes maior que a taxa do interior de floresta.
- O ambiente de borda propicia uma elevada taxa de captura de frugívoros.
- Em áreas alteradas, como o ambiente de borda, a maioria das espécies são raras, sendo que apenas sete espécies representaram 91% do total de capturas na borda: *Carollia* spp., *Lonchophylla thomasi*, *Phyllostomus discolor*, *Pteronotus parnellii*, *Rhinophylla pumilio* e *Sturnira tildae*. Entre estes morcegos, *Carollia* spp. foi a espécie dominante, com 65% das capturas.
- A estrutura e composição da comunidade de morcegos têm diferenças evidentes entre o ambiente de borda e interior de floresta, o que estariam atreladas pelas as diferenças no total de capturas entre as espécies e no total de captura entre as guildas.

7. BIBLIOGRAFIA CITADA

- BERNARD, E. 1997. Estratificação vertical de comunidades de morcegos em clareiras abertas em matas de terra-firme da Amazônia Central – Manaus: INPA/UFAM, 158.
- BERNARD, E., & M. B. FENTON. 2003. Bat Mobility and Roosts in a Fragmented Landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica*, 35(2): 262-277.
- BERNARD, E., & M.B. FENTON. 2007. Bats in a fragmented landscape: Species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. *Biological Conservation*, 134:332–343.
- BIERREGAARD Jr., R. O., T. E. LOVEJOY, V. KAPOV, A. A. dos SANTOS, & R. W. HUTCHINGS. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *BioScience*, 42: 859–866.
- BOBROWIEC, P.E.D. 2003. Padrão alimentar de morcegos frugívoros em áreas alteradas na Amazônia Central - Manaus: INPA/UFAM.
- BOBROWIEC, P.E.D., & R. GRIBEL. 2010. Effects of different secondary vegetation types on bat community composition in Central Amazonia, Brazil. *Animal Conservation*, 13(2): 204-216.
- BROSSET, A., P. CHARLES-DOMINIQUE, A. COCKLE, J. COSSON, & D. MASSON. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology*, 74(11): 1974-1982.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana. Pp. 119-135, in: A. Estrada & T.H. Fleming (eds.), *Frugivores and seed dispersal*. Dr Junk W Publishers.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. 1991. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, 7: 243-256.

- COSSON, J.F. 1994. Dynamique de population et dispersion de la chauve-souris frugivore *Carollia perspicillata* en Guyane Française. Thèse de doctorat, Université Paris Sud XI.
- COSSON, J., PONS, J. & MASSON, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, 15 (4): 515-534.
- DELAVAL, M. & P. CHARLES-DOMINIQUE. 2006. Edge effects on frugivorous and nectarivorous bat communities in a Neotropical primary forest in French Guiana. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 61: 343-352.
- ESTRADA, A., R. COATES-ESTRADA, & D. MERRIT JR. 1993. Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography*, 16: 309–318.
- ESTRADA, A., & R. COATES-ESTRADA. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*, 103: 237–245.
- FAO. 2005. Progress towards sustainable forest management. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS eds. Global forest resources assessment. Rome. FAO forestry paper.
- FARIA, D. 2006. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 22: 531–542.
- FARIA, D., B. SOARES-SANTOS, & E. SAMPAIO. 2006. Bats from the Atlantic rainforest of southern Bahia, Brazil. *Biota Neotropica*, 6(2): 1-13.
- FAUTH, J.E., J. BERNARDO, M. CAMARA, W.J. RESETARITS, J. Jr, VAN BUSKIRK & S.A. MCCOLLUM. 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *The American Naturalist*, 147: 282–286.
- FEARNSIDE, P. M. 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates and consequences. *Conservation Biology* 19 (3): 680-688.
- FEARNSIDE, P. M. 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica*, 36: 395-400.

- FENTON, M.B., L. ACHARYA, D. AUDET, M. B. HICKEY, C. MERRIMAN, M. OBRIST, & S. M. SYME. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24: 440–446.
- FERREIRA, L.V., E. VENTICINQUE, & S. S. de ALMEIDA. 2005. O Desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avanzados*, 19 (53): 1-10.
- FINDLEY, J. S. 1993. *Bats: a community perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- FIEMING, T. H., & E. R. HEITHAUS. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica (Reprod. Bot. Suppl.)* 13: 45–53.
- FLEMING, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*. University of Chicago Press, Chicago.
- FLEMING, T.H., D.L. VENABLE & L.G. HERRERA. 1993. Opportunism vs. specialization: the evolution of dispersal strategies in fleshy-fruited plants. Pp. 107-120, in: T.H. Fleming & A. Estrada (eds.), *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects*. Kluwer Academic Publishers.
- FOWLER H.G., C. A. SILVA, & E. VENTICINQUE. 1993. Size taxonomic and biomass distribution of flying insects in Central Amazonia: forest edge vs. understory. *Revista de Biologia Tropical*, 41: 755–760.
- FUENTES-MONTEMAYOR, E., A. D. CUARÓN, E. VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, J. BENÍTEZ-MALVIDO, D. VALENZUELA-GÁLVAN, & E. ANDRESEN. 2009. Living on the edge: roads and edge effects on small mammal populations. *Journal of Animal Ecology*, 78: 857-865.
- GALINDO-GONZÁLEZ, J. G., & D. E. MURCI. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: Su Importancia para la Conservación y Regeneración Del Bosque Tropical. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 78: 57-74.
- GALINDO-GONZÁLEZ, J., S. GUEVARA, & V. J. SOSA. 2000. Bat- and Bird-Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest. *Conservation Biology*, 14(6): 1693-1703.

- GARDNER, A. L. 1977. Feeding habitats. in Baker, R. J., Jones, J. K. & Carter, D. C. Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. Part II. Special Publication of the Museum, Texas Technical University, Lubbock, 13: 293-350.
- GORCHOV, D. L., F. CORNEJO, C. ASCORRA & M. JAMARILLO. 1993. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetation* 107/108: 339–349.
- HARPER, K.A., S.E. MACDONALD, P.J. BURTON, J. CHEN, K.D. BROSOFSKE, S.C. SAUNDERS, E.S. EUSKIRCHEN, D. ROBERTS, M.S. JAITEH & P. ESSE. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19: 768–782.
- HEITHAUS, E. R. 1982. Coevolution between bats and plants. In: Kunz, T.H. (ed) *Ecology of bats*. Plenum Press, New York, pp.327-367.
- HEITHAUS, E.R., T.H. FLEMING & P.A. OPLER. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, 56: 841-854.
- HUMPHREY, S.R. 1975. Nursery roosts and community diversity of nearctic bats. *Journal of Mammalogy*, 56: 321-346.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2009. Serviço de informação e documentação (INPE.SID). Biblioteca On-line. São José dos Campos.
- KALKA, M. B., A R. SMITH, & E. K. KALKO. 2008. Bats Limit Arthropods and Herbivory in a Tropical Forest. *Science*, 320(April).
- KALKO, E.K.V. 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*, 101: 281–297.
- KLINGBEIL, B.T., & M.R. WILLIG. 2009. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *Journal of Applied Ecology*, 46: 203–213.
- LAURANCE, S. G. W., P. C. STOUFFER, & W. F. LAURANCE. 2004. Effects of road clearings on movement patterns of understory rainforest birds in central Amazonia. *Conservation Biology*, 18: 1099–1109.

- LAURANCE, W.F., & R. O. BIERREGAARD. 1996. Fragmented Tropical Forests. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 77: 34-36.
- LAURANCE, W.F., T. E. LOVEJOY, H. L. VASCONCELOS, E. M. BRUNA, R. K. DIDHAM, P. C. STOUFFER, C. GASCON, R. O. BIERREGAARD, S. G. LAURENCE, & E. SAMPAIO. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments a 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16: 605-618.
- LAURANCE, W. F. 2004. Forest–climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 359: 345–352.
- LÓPEZ-BARRERA F., R.H. MANSON, M. GONZÁLEZ-ESPINOSA & A.C. NEWTON. 2007. Effects of varying forest edge permeability on seed dispersal in a neotropical montane forest. *LandscapeEcology*,22: 189–203.
- LOURENÇO, L. 2007. Agência Brasil de Notícias. Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/10/19/materia.2007-10-19.7107889370/view>>. Acessoem 20.11.09.
- LUDWIG, J.A. & J.F. REYNOLDS. 1988. *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. New York: John Wiley, p.337.
- McCUNE, B. & M. J. MEFFORD. 1999. *Multivariate Analysis of Ecological Data Version 4.25*. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- MEDELLÍN, R. & O. GAONA. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, México. *Biotropica*, 31:478–485.
- MEDELLÍN, R. A., M. EQUIHUA, & M. A. AMIN. 2000. Bat Diversity and Abundance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology*, 14(6): 1666-1675.
- MEYER, C. F., & E. K. KALKO. 2000. Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *Journal of Biogeography*, 35(9): 1711-1726.
- MORRISON, D.W. 1978a. Influence of habitat on the foraging distances of the fruit bat, *Artibeusjamaicensis*. *Journal of Mammalogy*, 59: 622-624.

- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 58–62.
- NASCIMENTO, H. E., & W. F. LAURANCE. 2006. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. *Acta Amazonica*, 36(2): 183 – 192.
- RESTREPO, C., N. GOMEZ & S. HEREDIA. 1999. Anthropogenic edges, treefall gaps, and fruit-frugivore interactions in a Neotropical montane forest. *Ecology*, 80: 668-685.
- SAMPAIO, E.M., 2000. Effects of Forest Fragmentation on the Diversity and Abundance Patterns of Central Amazonian Bats. University of Tübingen, Berlin, Logos-Verlag.
- SCHULZE, M. D. 2000. A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and in forest fragments in a slash-and-burn farming mosaic in Peten, Guatemala. *Biotropica*, 32: 174-184.
- STAMPS J.A., M. BUECHNER & V.V. KRISHNAN. 1987. The effects of edge permeability and habitat geometry on emigration from patches of habitat. *American Naturalist*, 129:533–552.
- URAMOTO, K., J.M.M. WALDER & R.A. ZUCCHI. 2005. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera:Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. *Neotropical Entomology*, 34: 33-39.
- WIENS, J.A., N.C. STENSETH, B. VAN HORNE & R.A. IMS. 1993. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos*, 66:369-380.
- WILSON, D.E., C.F. ASCORRA & S. SOLARI. 1996. Bats as indicators of habitat disturbance, p.613-625. In: D.E. Wilson & A. Sandoval (eds.). *Manu: the biodiversity of southeastern Peru*. Washington D.C., Smithsonian Institution Press, p. 657.