



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE
BIOLÓGICA - PPG-MDB**

**DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE ANUROS DE FLORESTA DE TERRA FIRME
NA FAZENDA EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS –
AMAZÔNIA CENTRAL**

DIANA PATRICIA ROJAS AHUMADA

**Manaus-Amazonas
Março/2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA -
PPG-MDB**

**DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE ANUROS DE FLORESTA DE TERRA FIRME
NA FAZENDA EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS –
AMAZÔNIA CENTRAL**

**DIANA PATRICIA ROJAS AHUMADA
ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCELO MENIN**

Dissertação apresentada à
Coordenação do Programa de
Pós-Graduação em Diversidade
Biológica, Universidade Federal
do Amazonas, como requisito
parcial para obtenção do título de
mestre em Diversidade Biológica.

**Manaus-Amazonas
Março/2010**

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Rojas-Ahumada, Diana Patricia

R741d Distribuição e abundância de anuros de floresta de terra firme na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas – Amazônia Central / Diana Patricia Rojas-Ahumada. - Manaus: UFAM, 2010.
60 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica) —
Universidade Federal do Amazonas, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Menin

1. Ecologia de anuros 2. Padrões de distribuição 3. Gradiente ambiental I. Menin, Marcelo II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 597.8(811.3)(043.3)

Sinopse:

A distribuição e abundância de espécies de anuros foram estudadas em uma área de 24 km² de floresta de terra-firme na Amazônia Central. Foram realizadas amostragens noturnas em 41 parcelas. Foram determinadas a composição de espécies e a variação da abundância ao longo de uma estação chuvosa. Foi analisado o papel de fatores ambientais influenciando a composição de espécies em assembléias ripárias e não ripárias.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcelo Menin pela orientação, apoio e dedicação durante a execução deste trabalho e por me ensinar sobre os anuros da Amazônia

Aos Drs. Claudia Keller, Thierry Gasnier, Ermelinda Oliveira, Ronis da Silveira, Tânia Sanaiotti pelas críticas e sugestões dadas ao projeto durante a avaliação e durante a aula de qualificação.

Aos Drs. Renato Cintra, Jansen Zuanon e Ermelinda Oliveira pelas sugestões e avaliação da dissertação.

Ao Dr. Eduardo Venticinque, pela colaboração na interpretação de testes estatísticos e pelas discussões, críticas e sugestões.

À Dra. Maria das Neves pela amizade, apoio e colaboração durante a realização do projeto.

À Paula Coca, pelo companherismo e auxílio em atividades de campo, troca de informações, apoio e discussões.

Ao Luis Fernando García pela amizade, colaboração na aplicação e interpretação de testes estatísticos, sugestões, discussões e apoio.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado.

Ao Dr. Hedinaldo Lima do Laboratório de Solos da UFAM, pelos dados de proporção de argila e pH do solo.

Ao Prof. MSc. Marco A. Mendonça pelo apoio logístico na construção das trilhas e parcelas e facilidades na Fazenda Experimental da UFAM.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro ao projeto (CNPq - processos 470375/2006-0, 555268/2006-3 concedidos ao Dr. Marcelo Menin e 472789/2007-4 concedido ao Dr. Jansen Zuanon – Projeto Igarapés).

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) pela licença de coleta concedida (11323-1).

Ao Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) pela logística e apoio financeiro para infraestrutura da grade da Fazenda UFAM

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia do INPA, Profa. Dra. Claudia Keller, pelo apoio logístico na implementação de infra-estrutura na grade da Fazenda Experimental.

À UFAM e à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica pela oportunidade para realizar este estudo e pelo apoio financeiro.

Ao corpo de professores e funcionários do programa que propiciaram minha formação.

Aos colegas do Laboratório de Zoologia Adna, Washington, Augusto, Michelle, Samara, Bruno M, Silas, pela amizade.

Aos meus amigos da Colômbia Natalia, Laura C, Laura G, Mauro, Agueda pela amizade e apoio apesar da distância.

Aos companheiros do Programa de Pós-Graduação Bruno M, Larissa K, Italo, Carol, Benhur, Roberto, Rossana, Francisco, Larissa L, Grace, Alexandre, Ana Paula, Bruno N, Maria D, Jorge, pelo companheirismo, apoio e discussões.

Aos meus pais Heli e Lucila e minha irmã Johana, pelo incentivo, confiança e dedicação desde o início da minha formação, e o apoio para não desistir nos momentos mais difíceis longe de casa. E a toda minha família pelo apoio em todas minhas experiências e travessias.

Ao Guilherme M. Freire, pelo apoio, carinho, paciência e compreensão o tempo todo.

E a todas as outras pessoas que de uma ou outra forma contribuíram na minha formação e na execução desse projeto.

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	vi
Lista de Tabelas.....	vii
Resumo.....	viii
Abstract.....	ix
Introdução Geral.....	1
Literatura Citada.....	4
Objetivos.....	9
Capítulo 1: Composição e abundância de anuros noturnos em uma floresta de terra firme na Amazônia Central.....	10
Resumo.....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	13
Área de estudo.....	13
Coleta de dados.....	13
Análise dos dados.....	15
Resultados.....	16
Composição de espécies.....	16
Variação temporal na composição e abundância das espécies.....	18
Discussão.....	21
Literatura Citada.....	24
Capítulo 2: Efeitos de fatores ambientais na estruturação da assembléia de anuros em uma floresta de terra firme na Amazônia Central.....	29
Resumo.....	29
Introdução.....	30
Material e Métodos.....	31
Área de estudo.....	31
Coleta de dados.....	32
Variáveis ambientais.....	34
Parcelas não-ripárias.....	34
Parcelas ripárias.....	35
Análise dos dados.....	35
I) Diferenças na estruturação das assembléias entre as áreas ripárias e não-ripárias.....	36
II) Distribuição e abundância das espécies em uma área de 24km ²	36
III) Distribuição e abundância das espécies em áreas ripárias.....	37
IV) Distribuição e abundância das espécies em áreas não-ripárias.....	37
Autocorrelação espacial.....	37
Resultados.....	38
Composição de espécies.....	38
Autocorrelação espacial.....	38
I) Diferenças na estruturação das assembléias entre as áreas ripárias e não-ripárias.....	38
II) Distribuição e abundância das espécies em uma área de 24km ²	40
III) Distribuição e abundância das espécies em áreas ripárias.....	42
IV) Distribuição e abundância das espécies em áreas não-ripárias.....	44
Discussão.....	45
Diferenças entre as áreas ripárias e não-ripárias.....	45
Distribuição e abundância das espécies em uma área de 24km ²	46
Áreas ripárias.....	47
Áreas não-ripárias.....	48
Literatura Citada.....	49
Âpêndice I.....	57

Conclusões Gerais.....	58
Apêndice II.....	59

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Localização da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas ao norte de Manaus, Amazonas, e da grade de trilhas e parcelas no seu interior. Círculos indicam as parcelas ripárias e os triângulos indicam as parcelas não-riparias.

Figura 2. Curvas de rarefação baseadas no número de parcelas (A) e número de indivíduos de anuros (B) para cada amostragem, sem considerar as espécies diurnas e de áreas abertas ocasionalmente registradas, Fazenda UFAM, Manaus, Amazonas. A amostragem no período de novembro-dezembro/2008 correspondeu ao início da estação chuvosa, a amostragem realizada em janeiro-fevereiro/2009 correspondeu ao meio da estação chuvosa e a amostragem entre abril-maio/2009 correspondeu ao final da estação.

Capítulo 2

Figura 1. Localização da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas ao norte de Manaus, Amazonas, e da grade de trilhas e parcelas no seu interior. Círculos indicam as parcelas não-riparias e os triângulos indicam as parcelas ripárias.

Figura 2. Relação entre os dois eixos gerados nas ordenações com NMDS resumindo a composição de espécies nas 41 parcelas da Fazenda UFAM. (A) Ordenação baseada em dados quantitativos (abundância) (MANOVA: $F_{2,38} = 31,625$; $P = <0,001$); (B) ordenação baseada em dados qualitativos (presença/ausência) (MANOVA: $F_{2,38} = 44,908$; $P = <0,001$). Parcelas não-riparias (○) e ripárias (▲).

Figura 3. Relação entre A) o primeiro eixo do NMDS e a distância do igarapé, B) o primeiro eixo do NMDS e a proporção de argila e C) segundo eixo do NMDS e a profundidade da serrapilheira, a partir dos dados quantitativos das 31 parcelas distribuídas uniformemente na Fazenda UFAM. Parcelas ripárias (●), parcelas não ripárias (x).

Figura 4. Relação entre o primeiro eixo do NMDS e a proporção de argila, a partir dos dados qualitativos das 31 parcelas distribuídas uniformemente na Fazenda UFAM. Parcelas ripárias (●), parcelas não ripárias (x).

Figura 5. Distribuição das espécies em relação à proporção de argila (A) e à distância do igarapé (B) das parcelas uniformemente distribuídas, na Fazenda UFAM, Manaus, Brasil.

Figura 6. Relação entre o primeiro eixo do NMDS e a profundidade da serrapilheira, a partir dos dados quantitativos das 21 parcelas não-riparias na Fazenda UFAM. (Valores parciais para as variáveis relacionadas).

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Número de parcelas onde cada espécie de anuro foi registrada e número de indivíduos em cada amostragem, obtidos por amostragens noturnas visuais e auditivas na Fazenda da UFAM, Manaus, Amazonas. O número total corresponde ao número de registros de indivíduos, representado pela soma das três amostragens. (V = amostragem visual; A = amostragem auditiva).

Tabela 2. Número de indivíduos registrados durante os três períodos de amostragem em cada tipo de ambiente (Parcelas ripárias e Parcelas não-ripárias) na Fazenda da UFAM, Manaus, Amazonas.

Capítulo 2

Tabela 1. Valores máximos, mínimos, média e desvio padrão das variáveis ambientais medidas para as 21 parcelas não-ripárias.

Tabela 2. Valores máximos, mínimos, média e desvio padrão das variáveis ambientais medidas para as 20 parcelas ripárias. *Foram desconsideradas os valores correspondentes as duas parcelas localizadas próximas do igarapé de maior porte encontrado na área e que possui características diferenciadas quando comparado com os outros igarapés da área (Tamanho do Igarapé = 218750 e 175000 m³).

Tabela 3. Valores de correlação de Pearson, correspondentes as variáveis que apresentaram correlação para cada conjunto de dados.

Tabela 4. Número de parcelas onde cada espécie de anuro foi registrada e número de indivíduos em cada amostragem, obtidos por amostragens noturnas visuais e auditivas na Fazenda da UFAM, Manaus, Amazonas. O número total corresponde ao número de registro de indivíduos, representado pela soma das três amostragens. (V = amostragem visual; A = amostragem auditiva).

Tabela 5. Valores de autocorrelação espacial entre as variáveis independentes e dependentes com as distâncias geográficas, obtidas por testes de Mantel.

Resumo

A distribuição e abundância das espécies podem ser influenciadas por fatores bióticos e abióticos. No presente estudo foi determinada a composição e a variação na abundância da anurofauna de hábitos noturnos durante uma estação chuvosa, e avaliados os efeitos de variáveis ambientais sobre a ocorrência e abundância das espécies, em áreas ripárias e não-ripárias, em floresta de terra firme na Amazônia Central. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, Manaus - Amazonas, Brasil. Foram realizadas três amostragens noturnas entre novembro/2008 e maio/2009 em 41 parcelas distribuídas sobre uma grade de 24 km², sendo 21 parcelas localizadas distantes de igarapés (parcelas não-ripárias) e 20 parcelas localizadas nas margens dos igarapés (parcelas ripárias). A distância mínima entre as parcelas foi de 500 m. As amostragens foram realizadas empregando métodos de amostragem visual e auditiva, simultaneamente, com esforço padronizado. Foram detectados 6.677 indivíduos pertencentes a 33 espécies e oito famílias (Aromobatidae, Bufonidae, Centrolenidae, Ceratophryidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae, Pipidae e Strabomantidae). O número de espécies variou de 23 espécies no início da estação chuvosa até 26 espécies no final do período chuvoso. Vinte e quatro espécies foram detectadas nas parcelas não-ripárias, enquanto nas parcelas ripárias foram registradas 28 espécies. Quinze espécies foram registradas nos três períodos de amostragem. As espécies mais abundantes e amplamente distribuídas na área de estudo foram aquelas com especializações reprodutivas, tais como *Leptodactylus* aff. *andreae*, *Osteocephalus oophagus*, *Pristimantis fenestratus*, *P. ockendeni*, *P. zimmermanae* e *Synapturanus salseri*. Diferenças na riqueza e abundância das espécies entre as parcelas ripárias e não-ripárias foram observadas durante os períodos de amostragem. De maneira geral, nas parcelas ripárias o número de espécies e o número de indivíduos foram maiores que os registrados para as parcelas não ripárias, o que pode estar relacionado com a presença de oito espécies registradas exclusivamente nas parcelas ripárias e que têm reprodução dependente de corpos d'água (*Dendrophryniscus minutus*, *Vitreorana oyampiensis*, *Hypsiboas cinerascens*, *H. geographicus*, *O. buckleyi*, *Phyllomedusa tarsius*, *Pipa pipa* e *Leptodactylus riveroi*). As ordenações obtidas pela técnica de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) permitiram diferenciar as assembléias de espécies ripárias das não-ripárias, caracterizando um gradiente que vai de áreas próximas de igarapés (ripárias) até áreas distantes. Para as parcelas distribuídas sistematicamente, os modelos de regressão linear testados mostraram relação significativa entre a distribuição e a ocorrência das espécies com a proporção de argila no solo e a profundidade da serrapilheira, sugerindo uma influência edáfica na distribuição das espécies de anuros. Os modelos testados para as assembléias separadamente não mostraram efeito das variáveis analisadas sobre a composição de espécies ou o número de espécies das áreas ripárias, já nas áreas não-ripárias, a abundância de anuros foi influenciada pela profundidade da serrapilheira e a proporção de argila. A proporção de argila foi bom preditor para a distribuição das espécies na área em geral e nas áreas não-ripárias. Quando comparada a composição de espécies da Fazenda UFAM com outras áreas próximas na Amazônia Central, foram encontradas diferenças que podem refletir características locais, como variação na topografia e presença de locais específicos para reprodução de algumas espécies.

Abstract

The distribution and abundance of species may be influenced by biotic and abiotic factors. In this study, we determined the composition and the variation in the abundance of nocturnal frog species during a rainy season, and also evaluated the effects of environmental variables on the occurrence and abundance of frog species in riparian and non-riparian zones in a terra-firme forest in the Central Amazon. The study was conducted at the Experimental Farm of the Federal University of Amazonas, Manaus - Amazonas, Brazil. Three night samples were taken from 41 plots distributed across a 24km² grid. Twenty-one of these plots are located away from water bodies (non-riparian plots) and the remaining 20 plots are located along the water bodies (riparian plots). The minimum distance between the plots was 500m. Sampling was performed using standardized sampling methods: visual and auditory sampling simultaneously. A total of 6,677 individuals belonging to 33 species and eight families (Aromobatidae, Bufonidae, Centrolenidae, Ceratophryidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae, Pipidae e Strabomantidae) were detected. The number of species ranged from 23 species at the beginning of the rainy season to 26 species at the end of the season. Twenty-four species were detected in non-riparian plots, whereas 28 species were recorded in riparian plots. Fifteen species were recorded along the three sampling periods. The most abundant and widely distributed species in the study area were those with reproductive specializations such as *Leptodactylus* aff. *andreae*, *Osteocephalus oophagus*, *Pristimantis fenestratus*, *P. ockendeni*, *P. zimmermanae* and *Synapturanus salseri*. Differences in species richness and abundance between riparian and non-riparian plots were observed during sampling periods: in general, in the riparian plots the number of species and number of individuals were higher than those recorded in the non-riparian, differences possibly related to the presence of seven species recorded exclusively in riparian plots, corresponding to aquatic breeding species (*Dendrophryniscus minutus*, *Vitreorana oyampiensis*, *Hypsiboas cinerascens*, *H. geographicus*, *O. buckleyi*, *Phyllomedusa tarsius*, *Pipa pipa* and *Leptodactylus riveroi*). The ordinations obtained by the technique of non-metric multidimensional scaling (NMDS) allowed differentiating between riparian and non-riparian species assemblages that can be explained by the distribution of anuran species along a gradient ranging from areas close to streams (riparian) to areas away from streams. For the plots distributed systematically, linear regression models showed a significant relationship between the distribution and occurrence of species with the clay proportion in the soil and the litter depth, suggesting an edaphic influence on the distribution of frog species. The models for the assemblages separately, showed no effect of variables on the composition of species or the number of species in the riparian areas, while in non-riparian areas, the abundance of frogs was influenced by the depth of litter and the clay proportion. Clay proportion was a good predictor for the distribution of species in the area in general and in non-riparian areas. We detected differences in the species composition between Experimental Farm and nearby areas in central Amazonia. Such differences might represent local characteristics of each area, such as variation in topography and presence of specific sites for reproduction of some species.

FORMATAÇÃO:

A dissertação apresentada segue as normas do periódico *South American Journal of Herpetology*

Introdução Geral

Uma das abordagens centrais dos estudos ecológicos consiste em entender a distribuição e abundância das espécies e os mecanismos que geram os padrões observados (Begon *et al.*, 1996). O conhecimento de quais espécies ocorrem numa área é essencial para o entendimento da complexidade da diversidade biológica (Halffter e Ezcurra, 1992). As listas de espécies de alguns organismos conspícuos estão disponíveis para muitos locais nos países mais desenvolvidos e para poucos locais nas regiões menos desenvolvidas. Entretanto, informações comparáveis para a maioria da biota do mundo estão ausentes, pois os dados disponíveis para muitas regiões têm sido obtidos com métodos não comparáveis (Heyer *et al.*, 1994).

Inventários faunísticos de longo prazo permitem conhecer as espécies que ocorrem em determinada área, ajudam a entender sua distribuição e, frequentemente, permitem a detecção de novas espécies e espécies raras (Ávila-Pires *et al.*, 2007), gerando dados importantes e essenciais para estabelecer unidades de conservação, que requerem manejo efetivo e programas de pesquisa (Duellman, 1999a). Contudo, tais estudos não permitem obter as informações necessárias para se tomar decisões a respeito do impacto de mudanças ambientais sobre espécies residentes (Ávila-Pires *et al.*, 2007), pois raramente incluem medidas de variáveis ambientais.

Os anfíbios possuem características que os tornam organismos especialmente vulneráveis a variações no ambiente, pois a maioria das espécies está exposta a habitats terrestres e aquáticos em diferentes fases de seus ciclos de vida. Além disso, possuem pele permeável, sendo mais sensíveis às toxinas ambientais ou às mudanças nos padrões de temperatura ou precipitação, em comparação com outros grupos de vertebrados terrestres (Heyer *et al.*, 1994; Alford e Richards 1999; Souza *et al.*, 2008). Estas perturbações têm provocado declínios e até mesmo extinções locais de populações de anfíbios no sudeste do Brasil (Heyer *et al.*, 1988 em Souza *et al.*, 2008). Por isso, são considerados excelentes bioindicadores de alterações ambientais e têm adquirido grande relevância nas avaliações ecológicas (Souza *et al.*, 2008). Os anfíbios são abundantes e funcionalmente importantes na maioria de habitats aquáticos e terrestres nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas, sendo assim, componentes significantes da biota da Terra (Heyer *et al.*, 1994).

Os anuros (Amphibia, Anura) representam uma grande parte da diversidade de vertebrados em florestas tropicais, principalmente para a fauna associada à serrapilheira, sendo que a mais alta diversidade está localizada na região Neotropical (Vitt e Caldwell,

1994; Duellman, 1999a). A América do Sul possui a maior riqueza de anfíbios no mundo (Duellman, 1999b) e o Brasil é o país com a maior riqueza desse grupo biológico, com mais de 820 espécies registradas (SBH, 2009). Em geral, as regiões de floresta tropical úmida têm maior diversidade de espécies de anuros que as florestas tropicais secas, que são estruturalmente mais simples, ou formações abertas e habitats temperados (Duellman, 1999a; Ernst e Rödel, 2008). Apesar do número elevado de anfíbios conhecidos para a América do Sul, nosso conhecimento sobre a biologia desse grupo é relativamente escasso (Duellman, 1999b).

A maioria de estudos ecológicos de anuros têm sido desenvolvidos com organismos associadas à serrapilheira e em zonas tropicais (e. g. Allmon, 1991; Moreira e Lima, 1991; Rocha *et al.*, 2000; Rocha *et al.*, 2001). Outras pesquisas, também nas regiões tropicais, têm analisado os efeitos da fragmentação florestal sobre as assembléias de anuros (Tocher *et al.*, 1997; Souza *et al.*, 2008). Em alguns destes estudos foi advertida a existência de diferenças ecológicas entre as espécies no espaço, no tipo de alimento consumido e período de atividade; fatores que podem operar independente, interativa ou conjuntamente (Rincón e Castro 1998). A utilização de microhabitats específicos é um dos mecanismos de distribuição e uso diferenciado do ambiente físico que torna possível manter uma alta densidade populacional e uma utilização ótima dos recursos disponíveis, desenvolvendo nichos muito estreitos que atenuam a intensidade de competição (Heyer e Berven 1973; Rincón e Castro 1998). Não obstante, a ecologia destes organismos na natureza é pobremente entendida. A maioria dos estudos de ecologia e biologia de anfíbios foram realizados em agregações em locais reprodutivos, por isso, relativamente pouco é conhecido de seus movimentos ou atividades longe dos locais de reprodução. Da mesma forma, pouco se sabe sobre as taxas de intercâmbio entre as populações, pois em poucos dos casos foram demonstrados os mecanismos que estão regulando a estrutura da comunidade e as interações intra e interespecíficas (Rincón e Castro 1998; Alford e Richards 1999).

Os padrões de distribuição e abundância das espécies terrestres, incluindo os anuros, podem ser correlacionados com características topográficas, clima e vegetação, além de fenômenos biogeográficos históricos e taxas diferenciais de especiação (Zimmerman e Simberloff, 1996). O relevo, o clima e os grandes tipos vegetacionais são fatores bióticos que influenciam a distribuição das espécies em macroescala (Duellman, 1999b). Em mesoescala, tanto fatores bióticos como abióticos podem influenciar os padrões observados (Duellman, 1995; Zimmerman e Simberloff, 1996; Duellman, 1999a; Williams e

Hero, 2001; Halverson *et al.*, 2003; Doan, 2004; Kinupp e Magnusson, 2005; Menin *et al.*, 2007; Drucker *et al.*, 2008). Para diversas plantas e arbustos de sub-bosque, estudos ecológicos indicam relações entre a distribuição das espécies e características edáficas e topográficas (Kinupp e Magnusson, 2005; Costa *et al.*, 2005), assim como constatado para anuros com reprodução independente de corpos d'água (Menin *et al.*, 2007).

Em regiões tropicais, foram realizados estudos abordando diversidade de anuros em escalas locais, principalmente com assembléias de serrapilheira (Inger e Colwell, 1977; Scott, 1982; Lieberman, 1986; Fauth *et al.*, 1989; Allmon, 1991), nos quais uma maior riqueza de espécies foi encontrada em áreas com maior profundidade e umidade da serrapilheira (Fauth *et al.*, 1989; Van Sluys *et al.*, 2007), ou com abundância maior de artrópodes da serrapilheira, que representariam presas potenciais (Lieberman, 1986).

Para a herpetofauna, de maneira geral, a espessura da camada de serrapilheira e a umidade (Fauth *et al.*, 1989), a distribuição e quantidade de chuvas (Moreira e Lima, 1991; Allmon, 1991; Duellman, 1995), o tamanho do corpo d'água (Parris e McCarthy, 1999), a luz e a estrutura da vegetação (Halverson *et al.*, 2003), a umidade do solo (Vonesh, 2001) e o pH (Wyman, 1988), podem influenciar a ocorrência e a abundância das espécies.

Estudos realizados em zonas ripárias têm constatado uma diversidade alfa mais baixa que nas áreas circundantes, mas estas áreas contribuem para a riqueza regional de espécies, porque abrigam espécies diferentes (Sabo *et al.*, 2005). No entanto, Drucker *et al.* (2008) reportaram uma alta diversidade alfa para ervas em zonas ripárias, assim como a ocorrência de espécies únicas. Espécies de anuros com reprodução aquática estão distribuídas principalmente próximas a essas áreas, sendo raras em locais mais distantes, indicando que essas espécies podem utilizar as margens dos corpos d'água como corredores de dispersão (Menin, 2005). Em estudos desenvolvidos na Amazônia Central, constatou-se que a distribuição de anuros em uma mesoescala espacial (10.000 ha) está relacionada com o tipo de reprodução, topografia e características edáficas, criando uma distribuição diferencial das espécies no ambiente (Menin *et al.*, 2007). Espécies com reprodução terrestre são encontradas ao longo de todo o gradiente ambiental, com alguns fatores determinando uma maior abundância, enquanto as espécies com reprodução aquática foram encontradas principalmente em zonas ripárias, sendo raras em áreas distantes de corpos d'água (Menin, 2005; Menin *et al.*, 2007). Além disso, existe também variação na ocorrência das espécies ao longo do período chuvoso (Menin *et al.*, 2008). Dados da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), próxima a cidade de Manaus, indicaram que espécies com reprodução terrestre e aquelas que se reproduzem em

microhabitats arbóreos foram encontradas principalmente no início da época chuvosa (Hero, 1990; Menin *et al.*, 2008).

O presente estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, que faz parte do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio: <http://ppbio.inpa.gov.br>). A Fazenda UFAM é o sítio de coleta mais recentemente implantado dentro do PPBio, e a anurofauna do local não tinha sido caracterizada até o presente estudo. Portanto, os resultados do presente estudo permitem o aporte ao conhecimento da biodiversidade presente na Amazônia e no Brasil, assim como a comparação e análise de diferenças na diversidade beta das espécies de anuros da Fazenda UFAM e de outras áreas próximas, relacionadas com variações topográficas entre as áreas, e a comparação dos padrões de distribuição das espécies de anuros em áreas ripárias e não-ripárias em função do efeito de gradientes ambientais. Além disso, a área de estudo encontra-se às margens da BR 174, e, com a criação da região metropolitana de Manaus, esta área provavelmente sofrerá um grande impacto com o crescimento da cidade, com possíveis impactos ambientais regionais. Assim, este estudo poderá possibilitar comparações com dados futuros.

Literatura Citada

- Alford, R.A. & S.J. Richards. 1999. Global Amphibians declines: A problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30: 133-165.
- Allmon, W.D. 1991. A plot study of forest floor litter frogs, Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 7: 503-52.
- Avila-Pires, T.C.S., M.S.Hoogmoed & L.J.Vitt. 2007. *In*: L.B. Nascimento & M.E. Oliveira (Eds.). *Herpetologia no Brasil II*. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Belo Horizonte, Brasil. p.13-43.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. *Ecology: individuals, populations and communities*. 3rd ed. Oxford, Blackwell Science.
- Costa, F.R.C., W.E. Magnusson & R.C. Luizão. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology*, 93: 863-878.

- Doan, T.M. 2004. Extreme weather events and the vertical microhabitat of rain forest anurans. *Journal of Herpetology*, 38(3): 422-425.
- Drucker, D.P., F.R.C. Costa & W.E. Magnusson. 2008. How wide is the riparian zone of small streams in tropical forests? A test with terrestrial herbs. *Journal of Tropical Ecology*, 24: 65-74.
- Duellman, W.E. 1995. Temporal fluctuations in abundance of anuran amphibians in a seasonal amazonian rainforest. *Journal of Herpetology*, 29(1): 13-21.
- Duellman, W.E. 1999a. Global distribution of amphibians: Patterns, conservation, and future challenges. In: W.E. Duellman (Ed). *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Duellman, W.E. 1999b. Distribution patterns of amphibians in South America. In: W.E. Duellman (Ed). *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Ernst, R. & M.-O. Rödel. 2008. Patterns of community composition in two tropical tree frog assemblages: separating spatial structure and environmental effects in disturbed and undisturbed forests. *Journal of Tropical Ecology*, 24: 111-120.
- Fauth, J.E., B.I. Crother & J.B. Slowinski. 1989. Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of the Costa Rican leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 21(2): 178-185.
- Halverson, M.A., D.K. Skelly, J.M. Kiesecker & L.K. Freidenburg. 2003. Forest mediated light regime linked to amphibian distribution and performance. *Oecologia*, 134: 360-364.
- Hero, J.-M. 1990. An illustrated key to tadpoles occurring in the Central Amazon rainforest, Manaus, Amazonas, Brasil. *Amazoniana*, 11(2): 201-262.
- Heyer, W.R. 1988. On frog distribution patterns east of the Andes. In: P.E. Vanzolini & W.R. Heyer (eds.). *Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, p. 245-273.
- Heyer, W.R. & K.A. Berven. 1973. Species diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites. *Ecology*, 54(3): 642-645.

- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.-A.C. Hayek & M.S. Foster. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for amphibians. *Smithsonian Institution Press*. Washington, USA. 364pp.
- Inger, R.F. & R.K. Colwell. 1977. Organization of contiguous communities of amphibians and reptiles in Thailand. *Ecological Monographs*, 47: 229-253.
- Kinupp, V.F. & W.E. Magnusson. 2005. Spatial patterns in the understory shrub genus *Psychotria* in central Amazonia: effects of distance and topography. *Journal of Tropical Ecology*, 21: 363-374.
- Lieberman, S.S. 1986. Ecology of the leaf-litter herpetofauna of a Neotropical rain forest: La Selva, Costa Rica. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 15: 1-72.
- Menin, M. 2005. *Padrões de distribuição e abundância de anuros em 64 km² de floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 103pp.
- Menin, M. A.P. Lima, W.E. Magnusson & F. Waldez. 2007. Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*, 23: 539-547.
- Menin, M., F. Waldez & A.P. Lima. 2008. Temporal variation in the abundance and number of species of frogs in 10,000 ha of a forest in Central Amazonia, Brazil. *South America Journal of Herpetology*, 3(1): 68-81.
- Moreira, G. & A.P. Lima. 1991. Seasonal patterns of juvenile recruitment and reproduction in four species of leaf litter frogs in Central Amazonia. *Herpetologica*, 47(3): 295-300.
- Parris, K.M. & M.A. McCarthy. 1999. What influences the structure of frogs assemblages at forest streams? *Australian Journal of Ecology*, 24: 495-502.
- Rincón-Franco, F. & F. Castro-H. 1998. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque de niebla del occidente de Colombia. *Caldasia*, 20(2): 193-202.
- Rocha, C.F., M.V. Sluys, M.A.S. Alves, H.G. Bergallo & D. Vrcibradic. 2000. Activity of leaf-litter frogs: When should frogs be sampled? *Journal of Herpetology*, 34(2): 285-287.

- Rocha, C.F., M.V. Sluys, M.A.S. Alves, H.G. Bergallo & D. Vrcibradic. 2001. Estimates of forest floor litter frog communities: A comparison of two methods. *Austral Ecology*, 26: 14-21.
- Sabo, J.L., R. Sponseller, M. Dixon, K. Gade, T. Harms, J. Heffernan, A. Jani, G. Katz, C. Soykan, J. Watts & J. Welter. 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology*, 86(1): 56-62.
- SBH – Sociedade Brasileira de Herpetologia. 2009. Lista de espécies de anfíbios do Brasil. Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH). Disponível na WorldWideWeb em: <http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm> [Acessado em 4/XI/2009].
- Scott Jr., N.J. 1982. The herpetofauna of forest litter plots from Cameron, Africa. In: Scott Jr., N.J. (Ed.). *Herpetological Communities: a symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologists' League*. United States Department of the Interior, Washington, USA. p. 145-150.
- Souza, V.M., M.B. Souza & E.F. Morato. 2008. Efeitos da sucessão florestal sobre a anurofauna (Amphibia: Anura) da Reserva Catuaba e seu entorno, Acre, Amazônia sul-ocidental. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(1): 49-57.
- Tocher, M.D., C. Gascon & B.L. Zimmerman. 1997. Fragmentation effects on a Central Amazonian frog community: a ten-year study. In: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard (eds.). *tropical Forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, University of Chicago Press, pp. 124-137.
- Van Sluys, M., D. Vrcibradic, C.E.L. Esbérad, M.A.S. Alves, H.H. Bergallo & C.F.D. Rocha. 2007. Ecological parameters of the leaf litter frog community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro State, Brazil. *Austral Ecology*, 32: 254-260.
- Vitt, L.J. & J.P. Caldwell. 1994. Resource utilization and guild structure of small vertebrates in the Amazon forest leaf litter. *Journal of Zoology*, 234: 463-476.
- Vonesh, J.R. 2001. Patterns of richness and abundance in a tropical African leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 33(3): 502-510.
- Williams, S.E. & J-M.Hero. 2001. Multiple determinants of Australian tropical frog biodiversity. *Biological Conservation*, 98: 1-10.

Wyman, R.L. 1988. Soil acidity and moisture and the distribution of amphibians in five Forests of Southcentral New York. *Copeia*, 1988(2): 394-399.

Zimmerman, B.L. & D. Simberloff. 1996. An historical interpretation of habitat use by frogs in a Central Amazonian Forest. *Journal of Biogeography*, 23: 27-46.

Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo foi avaliar a distribuição e a abundância das espécies de anuros noturnos e suas relações com variáveis ambientais em uma área de floresta de terra-firme na Amazônia Central.

Objetivos Específicos

- Identificar e comparar a composição de espécies de anuros noturnos em áreas ripárias e não ripárias, bem como sua variação temporal;
- Avaliar os efeitos da altitude, proporção de argila, pH e profundidade da serrapilheira sobre a ocorrência e abundância das espécies de anuros em 24 km² de floresta, usando parcelas sistematicamente distribuídas;
- Avaliar os efeitos da altitude, tamanho do igarapé, largura do baixio, e correnteza da água sobre a ocorrência e a distribuição de espécies de anuros de áreas ripárias;
- Avaliar os efeitos da altitude, proporção de argila, pH, profundidade da serrapilheira e distância do igarapé sobre a ocorrência e a distribuição de espécies de anuros em áreas não-riparias.

CAPÍTULO 1: COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE ANUROS NOTURNOS EM UMA FLORESTA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL

Diana Patricia Rojas Ahumada¹; Marcelo Menin¹

¹ Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus/AM, draplucas@gmail.com

Resumo

No presente estudo foi determinada a composição e a variação na abundância da anurofauna noturna de uma floresta de terra-firme de 3000 ha, amostrada durante uma estação chuvosa. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, Manaus - Amazonas, Brasil. Foram realizadas três amostragens noturnas entre novembro/2008 e maio/2009 em 41 parcelas distribuídas sobre uma grade de 24 km², sendo 21 parcelas localizadas distantes de igarapés (parcelas não-ripárias) e 20 parcelas localizadas nas margens dos igarapés (parcelas ripárias). A distância mínima entre as parcelas foi de 500 m. As amostragens foram realizadas empregando métodos de amostragem visual e auditiva, simultaneamente e com esforço padronizado. Foram detectados 6.677 indivíduos pertencentes a 33 espécies e nove famílias (Aromobatidae, Bufonidae, Centrolenidae, Ceratophryidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae, Pipidae e Strabomantidae). O número de espécies variou de 23 espécies no início da estação chuvosa até 26 espécies no final da estação. Vinte e quatro espécies foram detectadas nas parcelas não-ripárias, enquanto nas parcelas ripárias foram registradas 28 espécies. Quinze espécies foram registradas nos três períodos de amostragem. As espécies mais abundantes e amplamente distribuídas na área de estudo foram aquelas com especializações reprodutivas, tais como *Leptodactylus* aff. *andreae*, *Osteocephalus oophagus*, *Pristimantis fenestratus*, *P. ockendeni*, *P. zimmermanae* e *Synapturanus salseri*. Diferenças na riqueza e abundância de espécies entre as parcelas ripárias e não-ripárias foram observadas durante os períodos de amostragem: de maneira geral, nas parcelas ripárias o número de espécies e o número de indivíduos foram maiores que os registrados para as parcelas não-ripárias. Essas diferenças foram possivelmente relacionadas com a presença de oito espécies registradas exclusivamente nas parcelas ripárias, correspondendo a espécies com reprodução dependente de corpos d'água (*Dendrophryniscus minutus*, *Vitreorana oyampiensis*, *Hypsiboas cinerascens*, *H. geographicus*, *Osteocephalus buckleyi*, *Phyllomedusa tarsius*, *Pipa pipa* e *Leptodactylus riveroi*). Quando comparada a composição de espécies da Fazenda UFAM com outras áreas próximas na Amazônia Central, foram encontradas diferenças que podem refletir características locais de cada área, como variação na topografia e presença de locais específicos para reprodução de algumas espécies.

Palavras chave: Abundância, Amostragem padronizada, Anura, Riqueza, Zona Ripária

Introdução

O conhecimento de quais espécies ocorrem em uma área é essencial para o entendimento da complexidade da diversidade biológica (Halffter e Ezcurra, 1992), mas informações comparáveis para a maioria da biota do mundo estão ausentes, pois os dados disponíveis têm sido obtidos com métodos diferentes e, conseqüentemente, não comparáveis (Heyer *et al.*, 1994).

A região Neotropical abriga uma grande diversidade de espécies de anuros (Duellman, 1999), e a maioria dos estudos com esse grupo em zonas tropicais têm sido desenvolvidos, principalmente, com assembléias em ambientes de reprodução, tais como poças e lagos (Crump, 1974; Aichinger, 1987; Tocher *et al.*, 1997), ou associadas à serrapilheira (Allmon, 1991; Moreira e Lima, 1991; Giaretta *et al.*, 1999; Rocha *et al.*, 2000; Rocha *et al.*, 2001). Em alguns desses estudos, verificou-se a existência de diferenças entre as espécies no uso do espaço, na dieta e período de atividade, fatores que podem operar independente, interativa ou conjuntamente (Toft, 1985; Rincón-Franco e Castro, 1998). A utilização de microhabitats específicos é um dos fatores que permitem o uso diferencial do ambiente físico, possibilitando manter uma alta diversidade, com a utilização ótima dos recursos disponíveis, desenvolvendo nichos muito próximos que atenuam os graus de competição (Heyer e Berven, 1973; Rincón-Franco e Castro, 1998). Além disso, Allmon (1991) demonstrou que a densidade de anuros da serrapilheira varia muito entre florestas tropicais do mundo todo, fato que pode estar relacionado com as variações na disponibilidade de nutrientes e características de diferentes tipos de solo, juntamente com as idades das florestas em questão.

Muitas espécies de anuros estão associadas a ambientes aquáticos em uma ou mais fases de seu ciclo de vida (Duellman e Trueb, 1994). No entanto, aquelas espécies com especializações reprodutivas com reprodução terrestre onde há independência de corpos d'água e com desenvolvimento direto, podem apresentar ampla distribuição (Menin *et al.*, 2007a), enquanto a distribuição de espécies com reprodução aquática depende dos corpos d'água e das zonas ripárias que os acompanham. Sabo *et al.* (2005) constataram para diferentes grupos taxonômicos que em zonas ripárias existe uma diversidade alfa mais baixa que as áreas circundantes, mas estas áreas contribuem na riqueza regional de espécies, porque abrigam espécies diferentes. No entanto, Drucker *et al.* (2008) reportaram uma alta diversidade alfa para ervas em zonas ripárias, assim como a ocorrência de espécies únicas, e sugerem que o mesmo pode estar ocorrendo com outros grupos biológicos. Especificamente para anuros, Menin (2005) encontrou que espécies com reprodução

aquática estão distribuídas principalmente próximas a essas áreas, sendo raras em locais mais distantes, indicando que essas espécies podem utilizar as margens dos corpos d'água como corredores de dispersão (Menin, 2005).

Em estudos desenvolvidos na Amazônia Central em uma mesoescala espacial (10.000 ha), constatou-se que existe variação na ocorrência das espécies ao longo do período chuvoso (Menin *et al.*, 2008). Dados da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), próxima à cidade de Manaus, indicaram que espécies com reprodução terrestre e espécies que se reproduzem em microhabitats arbóreos foram encontradas principalmente no início da época chuvosa (Hero, 1990; Menin *et al.*, 2008). Duellman (1995), em uma floresta amazônica no Peru, encontrou correlação entre a atividade de anuros e a ocorrência de chuvas fortes, além de variação na ocorrência dos indivíduos durante os períodos de amostragem na estação chuvosa. Bernarde (2007), no sudoeste da Amazônia brasileira, encontrou correlação significativa entre o número de espécies em atividade de vocalização e a pluviosidade. Gottsberger e Gruber (2004) na Amazônia da Guiana Francesa encontraram correlação entre a atividade de vocalização e a chuva do dia, a chuva das 24-h anteriores e a chuva das 72-hr anteriores ao horário de amostragem.

Este estudo teve como objetivos identificar e comparar a composição de espécies de anuros noturnos ocorrentes em áreas ripárias e não-ripárias, e avaliar a variação temporal na abundância e ocorrência dessas espécies durante uma estação chuvosa.

O presente estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, que faz parte do Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio: <http://ppbio.inpa.gov.br>). A Fazenda UFAM é o sítio de coleta mais recentemente implantado dentro do PPBio, e a anurofauna do local não tinha sido caracterizada até o presente estudo. Assim, o presente estudo permite o aporte de novo conhecimento da biodiversidade presente na Amazônia e no Brasil, permitindo analisar diferenças na diversidade beta com áreas próximas dentro da região. Além disso, a área de estudo encontra-se as margens da BR 174 e com a criação da região metropolitana de Manaus esta área provavelmente sofrerá um grande impacto com o crescimento da cidade, possibilitando assim fazer comparações com dados futuros.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas - UFAM (02° 37' 17.1" e 02° 39' 41.4"S, 60° 03' 29.1" e 60° 07' 57.5"W). A Fazenda UFAM está localizada no km 38 da rodovia BR-174 e faz limites ao sul com terras do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e ao norte com a Estação Experimental de Fruticultura Tropical (EEFT) e Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST), ambas pertencentes ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (Figura 1). A Fazenda UFAM possui uma área de 3.000 ha, ainda não caracterizada em termos florísticos, topográficos e climáticos, mas por fazer limite com as reservas do IBAMA e do INPA, a vegetação da Fazenda faz parte de um grande *continuum* (Cruz, 2001). A floresta da região é classificada como floresta tropical úmida de terra-firme, com dossel bastante fechado e sub-bosque com pouca luminosidade, caracterizado pela abundância de palmeiras acaules como *Astrocaryum* spp. e *Attalea* spp. (Guillaumet e Kahn, 1982). A altura média das árvores está compreendida entre 35 e 40 m, com árvores emergentes que atingem 50 m (Ribeiro *et al.*, 1999). A variação mensal na temperatura do ar é muito baixa, com valores de temperatura média entre 24.6 °C e 26.9 °C; a média da umidade relativa diária oscila entre 75% durante os dias relativamente secos até 92% em plena estação chuvosa (Araújo *et al.*, 2002), e a precipitação média anual é de 2362 mm (Marques Filho *et al.*, 1981). A estação chuvosa ocorre geralmente de novembro a maio, com uma estação seca entre junho e outubro, sendo março, abril e maio os meses que geralmente possuem maior precipitação (Marques Filho *et al.*, 1981; Araújo *et al.*, 2002; Bohlman *et al.*, 2008). Análises topográficas preliminares têm mostrado que a Fazenda UFAM, encontra-se localizada basicamente sobre duas grandes formações geomorfológicas (comunicação pessoal Dr. Eduardo Venticinque e Larissa Lança, UFAM). A área da Fazenda UFAM compreende, além de construções e áreas de plantio, uma área verde com floresta primária de terra firme. Essa área apresenta igarapés de grande porte que inundam grandes áreas nas suas margens, respondendo às cheias dos grandes rios, além de cabeceiras e igarapés de primeira e segunda ordem que inundam pequenas áreas em reposta às chuvas diárias. O relevo é bastante acidentado, possuindo áreas de vertentes com inclinações bastante acentuadas.

Coleta de dados

Foram realizadas três amostragens noturnas durante a estação chuvosa (novembro-dezembro 2008, janeiro-fevereiro 2009 e abril-maio 2009). Os dados foram coletados em 41

parcelas, sendo 31 parcelas distribuídas uniformemente e distanciadas pelo menos por 1 km entre elas, e outras 10 parcelas localizadas próximas a igarapés e distanciadas das parcelas uniformemente distribuídas por no mínimo 500 m; as 41 parcelas se distribuem sobre uma grade de 24 km² formada por 4 trilhas de 8 km no sentido leste-oeste e 9 trilhas de 3km no sentido norte-sul (Figura 1). Cada parcela compreende um trecho de 250 metros de comprimento e as 31 parcelas distribuídas sistematicamente foram posicionadas seguindo a curva de nível do terreno, minimizando a variação da altitude e do solo dentro da parcela (Magnusson *et al.*, 2005). As outras 10 parcelas seguem a margem dos igarapés. As parcelas foram classificadas como ripárias ou não ripárias em relação à proximidade do igarapé (Ripárias: <100m do igarapé; Não-ripárias: >100m do igarapé). Cada período de amostragem durou entre 19 e 21 dias.

As amostragens foram realizadas empregando métodos de amostragem padronizados: amostragem visual (*visual encounter surveys*, com uso de lanterna de cabeça) e auditiva, simultaneamente (Crump e Scott, 1994; Zimmerman, 1994; Rödel e Ernst, 2004; Menin *et al.*, 2007a, 2008). Estes métodos são complementares e adequados para amostragens de distribuição e abundância de anuros em estudos de curto e longo prazos (Tocher, 1998; Doan, 2003; Rödel e Ernst, 2004). Cada parcela foi percorrida por duas pessoas caminhando lado a lado, por cerca de uma hora. As amostragens foram realizadas entre 18:30 e 22:00 horas. A cada 5 m, os observadores pararam e anotaram o número de indivíduos de cada espécie em atividade de vocalização. Ao mesmo tempo, procuraram visualmente na serrapilheira e na vegetação até uma altura aproximada de 2 m. Todos os anuros avistados e/ou ouvidos até uma faixa aproximada de 20 m de cada lado da linha central da parcela de 250 m de comprimento foram contados, totalizando cerca de 1 ha por parcela. Todas as amostragens foram realizadas pelas mesmas pessoas (autor sênior e auxiliar de campo).

O horário de amostragem para cada parcela foi alternado, procurando amostrar cada parcela pelo menos em um período ao início do anoitecer, para evitar subestimar a distribuição e abundância de *Leptodactylus aff. andreae*, que é uma espécie de hábitos crepusculares (Menin *et al.*, 2008).

Cada indivíduo encontrado e capturado nas amostragens foi identificado no nível específico e classificado como adulto (macho ou fêmea) ou juvenil. Alguns exemplares coletados foram anestesiados, sacrificados e fixados com formol 10% e posteriormente conservados em álcool 70%. Todos os exemplares foram depositados na Coleção de Anfíbios e Répteis do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA-H).

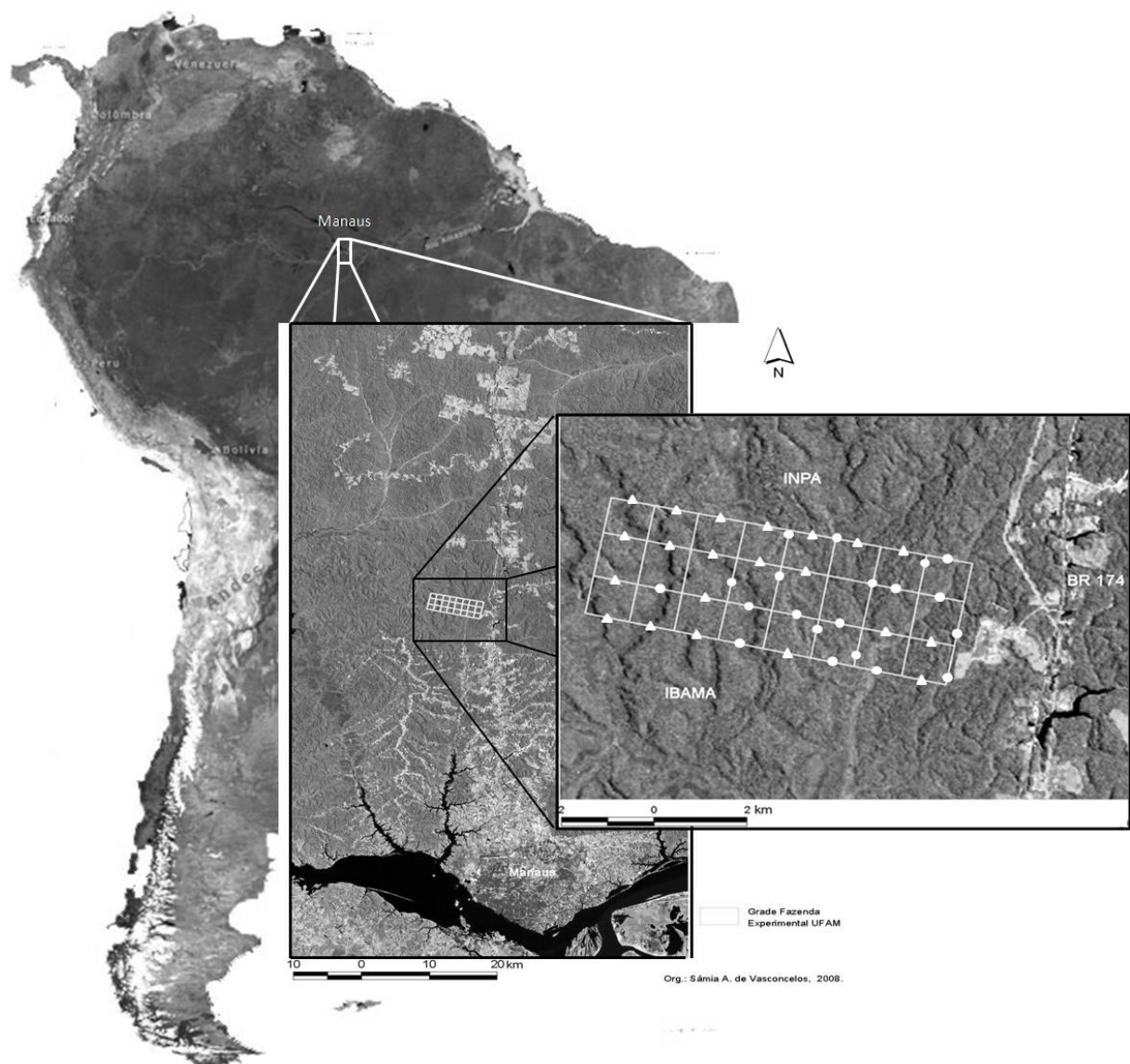


Figura 1. Localização da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas ao norte de Manaus, Amazonas, e da grade de trilhas e parcelas no seu interior. Círculos indicam as parcelas ripárias e os triângulos indicam as parcelas não-riparias.

Análise dos dados

Foram construídas curvas de rarefação de espécies baseadas no número de indivíduos e no número de amostras (*sensu* Gotelli e Colwell, 2001), usando o programa EstimateS 7.5.1, índice *Sobs Mao Tau* (Colwell *et al.*, 2004; Colwell, 2005). Os métodos de rarefação são adequados para estimativas de riqueza de espécies e comparações entre conjuntos de dados com diferentes números de indivíduos (Gotelli e Colwell, 2001). Essas curvas permitiram avaliar o número de parcelas e indivíduos necessários para atingir o maior número de espécies em cada amostragem na área de estudo (Menin *et al.*, 2008).

Resultados

Composição de espécies

Foram registradas 33 espécies (6.677 indivíduos) pertencentes a nove famílias (Tabela 1). Desse total, quatro espécies apresentaram atividade diurna (*Allobates femoralis*, *Atelopus spumaris*, *Rhinella proboscidea* e *Dendrophryniscus minutus*), sendo que *A. femoralis* foi registrada auditivamente, durante as horas iniciais do primeiro período de amostragem (entre 18:30 – 19:00h). As outras três espécies foram detectadas visualmente e ocasionalmente. Outras espécies como *Rhinella marina*, *Hypsiboas lanciformis*, *Leptodactylus fuscus* e *L. longirostris*, espécies com reprodução em áreas abertas mas encontradas eventualmente no interior de floresta (Menin, 2005; Lima *et al.*, 2006), foram registradas ocasionalmente, nas parcelas próximas à borda da grade, na porção leste. Estas espécies, juntamente com outras espécies de interior de floresta e de atividade diurna e/ou noturna e registradas ocasionalmente (uma ou duas ocorrências: *A. spumaris*, *Ceratophrys cornuta*, *Osteocephalus buckleyi*, *Phyllomedusa tarsius*, *Phyllomedusa tomopterna* e *Pipa pipa*), assim como *A. femoralis* de atividade diurna e registrada em uma única amostragem, foram excluídas das análises.

Com a exclusão dessas 11 espécies, a assembléia de anuros noturnos da Fazenda UFAM foi composta por 22 espécies. A família Leptodactylidae foi representada por sete espécies, enquanto Hylidae foi representada por seis espécies, Microhylidae e Strabomantidae por três, Bufonidae por duas e Centrolenidae por uma espécie (Tabela 1).

Seis espécies representaram 83,66% do total de indivíduos registrados no período de estudo, sendo *Osteocephalus oophagus* (20,44%) a espécie mais abundante, seguida de *Pristimantis zimmermanae* (16,86%), *Synapturanus salseri* (13,85%), *Hypsiboas cinerascens* (12,39%), *Leptodactylus* aff. *andreae* (10,13%) e *Pristimantis fenestratus* (9,99%). *Osteocephalus oophagus* e *P. zimmermanae* ocorreram nas 41 parcelas, enquanto *P. fenestratus* e *P. ockendeni* ocorreram em 40 e 39 parcelas, respectivamente (Tabela 1).

Allobates femoralis, *Vitreorana oyampiensis*, *Hypsiboas lanciformis*, *Phyllomedusa bicolor*, *Trachycephalus resinifictrix*, *L. fuscus*, *Leptodactylus lineatus*, *L. longirostris*, *Chiasmocleis hudsoni*, *Synapturanus mirandariberoi*, *S. salseri*, *P. ockendeni* e *P. zimmermanae* foram registradas nas amostragens auditivas exclusivamente, enquanto *A. spumaris*, *D. minutus*, *R. marina*, *R. proboscidea*, *O. buckleyi*, *P. tarsius*, *P. pipa* e *C. cornuta* foram encontradas unicamente nas amostragens visuais.

Tabela 1. Número de parcelas onde cada espécie de anuro foi registrada e número de indivíduos em cada amostragem, obtidos por amostragens noturnas visuais e auditivas na Fazenda da UFAM, Manaus, Amazonas. O número total corresponde ao número de registros de indivíduos, representado pela soma das três amostragens. (V = amostragem visual; A = amostragem auditiva).

Família/Espécie	Número de Parcelas	novembro-dezembro/2008		janeiro-fevereiro/2009		abril-maio/2009		Total
		V	A	V	A	V	A	
Aromobatidae								
<i>Allobates femoralis</i>	3	0	13	0	0	0	0	13
Bufoidea								
<i>Atelopus spumaris</i>	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Dendrophryniscus minutus</i>	3	0	0	2	0	1	0	3
<i>Rhinella marina</i>	3	0	0	1	0	3	0	4
<i>Rhinella proboscidea</i>	7	3	0	0	0	5	0	8
Centrolenidae								
<i>Vitreorana oyampiensis</i>	16	0	0	0	47	0	129	176
Ceratophryidae								
<i>Ceratophrys cornuta</i>	1	0	0	0	0	1	0	1
Hylidae								
<i>Hypsiboas cinerascens</i>	18	0	131	2	432	1	261	827
<i>Hypsiboas geographicus</i>	7	2	0	23	1	9	0	35
<i>Hypsiboas lanciformis</i>	1	0	9	0	0	0	0	9
<i>Osteocephalus buckleyi</i>	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Osteocephalus oophagus</i>	41	39	527	44	547	27	181	1.365
<i>Osteocephalus taurinus</i>	19	7	0	12	3	4	4	30
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	4	0	4	0	2	0	2	8
<i>Phyllomedusa tarsius</i>	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	15	0	0	0	17	0	11	28
Leptodactylidae								
<i>Leptodactylus aff. andreae</i>	33	0	130	0	456	1	89	676
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1	0	6	0	0	0	0	6
<i>Leptodactylus knudseni</i>	6	1	0	1	2	3	2	9
<i>Leptodactylus lineatus</i>	18	0	3	0	4	0	23	30
<i>Leptodactylus longirostris</i>	3	0	0	0	0	0	4	4
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	5	0	2	0	2	2	1	7
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	15	12	0	15	4	19	4	54
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	20	3	28	7	23	11	4	76
<i>Leptodactylus riveroi</i>	11	14	0	26	2	11	1	54
Microhylidae								
<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	2	0	2	0	0	0	2	4
<i>Synapturanus mirandaribeiroi</i>	27	0	96	0	134	0	0	230
<i>Synapturanus salseri</i>	35	0	466	0	446	0	13	925
Pipidae								
<i>Pipa pipa</i>	1	0	0	1	0	0	0	1
Strabomantidae								
<i>Pristimantis fenestratus</i>	40	6	300	8	215	6	132	667
<i>Pristimantis ockendeni</i>	39	0	0	0	165	0	132	297
<i>Pristimantis zimmermanae</i>	41	0	471	0	509	0	146	1.126
Número de espécies		11	15	11	19	17	19	33
Número Total de espécies		23		22		26		
Número de indivíduos		2.277		3.153		1.247		6.677

Vinte e quatro espécies (2.750 indivíduos), pertencentes a seis famílias, foram registradas nas parcelas não-riparias (Tabela 2), sendo as mais abundantes *O. oophagus* (24,7%), *P. zimmermanae* (20,25%), *S. salseri* (17,09%), *P. fenestratus* (13,02%) e *L. aff. andreae* (12,47%).

Nas parcelas ripárias foram registradas 28 espécies (3.927 indivíduos), distribuídas em nove famílias (Tabela 2). As espécies mais abundantes foram *H. cinereascens* (21,06%), *O. oophagus* (17,63%), *P. zimmermanae* (14,49%), *S. salseri* (11,59%), *L. aff. andreae* (8,48%) e *P. fenestratus* (7,87%). Além disso, espécies como *D. minutus*, *V. oyampiensis*, *H. cinereascens*, *Leptodactylus riveroi*, *O. buckleyi*, *P. tarsius* e *P. pipa* foram registradas exclusivamente neste tipo de parcela.

Variação temporal na composição e abundância das espécies

O número de espécies variou de 23 no início da estação chuvosa (novembro/dezembro), para 22 em plena estação chuvosa, e 26 espécies no final da estação (abril/maio); no entanto o número total de indivíduos variou contrariamente, passando de 2.277 no início da estação chuvosa para 3.153 em plena estação chuvosa e 1.247 no final da estação (Tabela 1; Figura 2B).

Quinze espécies foram encontradas nos três períodos de amostragem (Tabela 1). O número de espécies em cada parcela variou de duas a 14 (média = $6,22 \pm 2,41$, $n = 123$) sendo maior em plena estação chuvosa (14 espécies – janeiro-fevereiro/2009), enquanto o número mais baixo foi encontrado no início da estação (duas espécies). Existem diferenças no número de parcelas necessário para atingir o mesmo número de espécies ao longo da estação chuvosa. O número de parcelas necessário para atingir o número mínimo de espécies (18 espécies) variou entre as amostragens. Foram necessárias 41 parcelas para alcançar este número no início do período de chuvas, aproximadamente 16 no meio da estação e 14 no final do período de chuvas (Figura 2A).

O número de indivíduos necessário para atingir o número mínimo de espécies (18 espécies) foi maior (aproximadamente 2.250 indivíduos) no início do período de chuvas em comparação com o final do período (aproximadamente 430 indivíduos) (Figura 2B).

Tabela 2. Número de indivíduos registrados durante os três períodos de amostragem em cada tipo de ambiente (Parcelas ripárias e Parcelas não-ripárias) na Fazenda da UFAM, Manaus, Amazonas.

Família/Espécie	Parcelas ripárias			Parcelas não-ripárias		
	nov-dez 2008	jan-fev 2009	abr-mai 2009	nov-dez 2008	jan-fev 2009	abr-mai 2009
Aromobatidae						
<i>Allobates femoralis</i>	8	0	0	5	0	0
Bufoidea						
<i>Atelopus spumaris</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Dendrophryniscus minutus</i>	0	2	1	0	0	0
<i>Rhinella marina</i>	0	1	3	0	0	0
<i>Rhinella proboscidea</i>	2	0	1	1	0	4
Centrolenidae						
<i>Vitreorana oyampiensis</i>	0	47	129	0	0	0
Ceratophryidae						
<i>Ceratophrys cornuta</i>	0	0	0	0	0	1
Hylidae						
<i>Hypsiboas cinerascens</i>	131	434	262	0	0	0
<i>Hypsiboas geographicus</i>	1	24	9	1	0	0
<i>Hypsiboas lanciformis</i>	0	0	0	9	0	0
<i>Osteocephalus buckleyi</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Osteocephalus oophagus</i>	287	311	94	279	280	114
<i>Osteocephalus taurinus</i>	5	9	8	2	6	0
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	0	2	2	4	0	0
<i>Phyllomedusa tarsius</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	0	6	1	0	11	10
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus</i> aff. <i>andreae</i>	67	240	26	63	216	66
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	0	0	6	0	0
<i>Leptodactylus knudseni</i>	0	1	1	1	2	4
<i>Leptodactylus lineatus</i>	3	2	14	0	2	9
<i>Leptodactylus longirostris</i>	0	0	4	0	0	0
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	0	2	1	2	0	2
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	12	17	20	0	2	3
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	29	22	12	2	8	3
<i>Leptodactylus riveroi</i>	14	28	12	0	0	0
Microhylidae						
<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	0	0	2	2	0	0
<i>Synapturanus mirandaribeiroi</i>	19	96	0	77	38	0
<i>Synapturanus salseri</i>	173	271	11	293	175	2
Pipidae						
<i>Pipa pipa</i>	0	1	0	0	0	0
Strabomantidae						
<i>Pristimantis fenestratus</i>	160	94	55	146	129	83
<i>Pristimantis ockendeni</i>	0	119	48	0	46	84
<i>Pristimantis zimmermanae</i>	262	258	49	209	251	97
N. de espécies em cada amostragem	16	22	23	18	12	15
N. de indivíduos em cada amostragem	1174	1987	766	1103	1166	481
N. de espécies em cada tipo de parcela		28			24	
N. de indivíduos em cada tipo de parcela		3927			2750	

Nas parcelas ripárias o maior número de espécies foi registrado no final da estação chuvosa (23 espécies) e o número mais baixo no início da estação (16 espécies), mas o maior número de indivíduos se apresentou no meio da estação (1.987 indivíduos) e o menor número no final da estação (766 indivíduos). Contudo, nas parcelas não-riparias o maior número de espécies foi registrado no início da estação chuvosa (18 espécies) e o menor no meio da estação (12 espécies), já o número de indivíduos foi maior no meio do período de chuvas (1.166 indivíduos) e menor no final (481 indivíduos). De forma geral, ao longo de todo o período de estudo tanto o número de espécies como o número de indivíduos foi maior nas parcelas ripárias (Tabela 2).

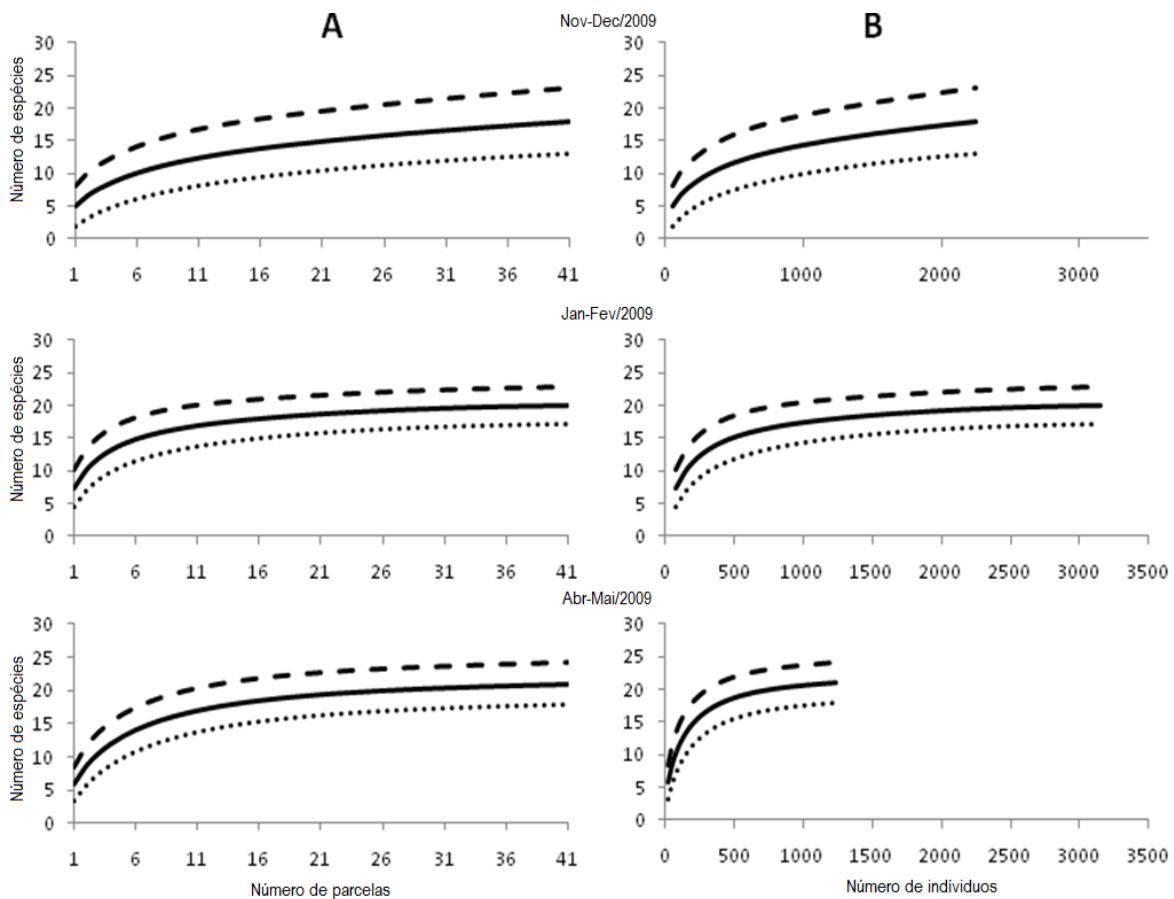


Figura 2. Curvas de rarefação baseadas no número de parcelas (A) e número de indivíduos de anuros (B) para cada amostragem, sem considerar as espécies diurnas e de áreas abertas ocasionalmente registradas, Fazenda UFAM, Manaus, Amazonas. A amostragem no período de novembro-dezembro/2008 correspondeu ao início da estação chuvosa, a amostragem realizada em janeiro-fevereiro/2009 correspondeu ao meio da estação chuvosa e a amostragem entre abril-maio/2009 correspondeu ao final da estação.

Discussão

As espécies registradas na área de estudo representam táxons já registrados para outras áreas na Amazônia Central, como a Reserva Florestal Adolpho Ducke – RFAD (Lima *et al.*, 2006) e áreas do Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais - PDBFF (Zimmerman e Bierregaard, 1986; Allmon, 1991). No entanto, diferentemente dessas áreas, o número total de espécies registradas no presente estudo é menor, provavelmente devido ao menor tempo de amostragem (uma estação chuvosa). Contudo, ao comparar com o estudo de Menin *et al.* (2008) na RFAD e que envolveu 72 parcelas e duas estações chuvosas, o número de espécies reportado por esses autores nas amostragens noturnas (25 espécies) é inferior ao encontrado na Fazenda UFAM (33 espécies). Esta diferença pode estar relacionada com a proporção de parcelas ripárias que eles estudaram (25% do total de parcelas, enquanto para a Fazenda UFAM correspondem a 49%) e também pelo registro de algumas espécies de hábitos diurnos (*A. femoralis* e *D. minutus*), outras de reprodução em áreas abertas e encontradas ocasionalmente no interior da floresta (*L. fuscus* e *L. longirostris*); e outras espécies registradas em baixa abundância no presente estudo (*O. buckleyi*, *C. cornuta* e *C. hudsoni*) não registradas por aqueles autores. Porém, estas espécies estão presentes na RFAD, e ocorrem em habitats específicos e/ou baixa abundância naquela reserva (Lima *et al.*, 2006).

Zimmerman e Bierregaard (1986) encontraram 39 espécies em floresta primária nas áreas do PDBFF, 21 das quais foram encontradas na Fazenda UFAM no presente estudo. Algumas dessas espécies, como *D. minutus*, *V. oyampiensis*, *H. geographicus*, *H. cinerascens* e *L. riveroi* foram registradas em ambos os estudos com distribuição restrita às proximidades de corpos d'água. Já para outras espécies como *L. aff. andreae*, *Pristimantis* spp. e *Synapturanus* spp. foram registradas pelos autores como espécies com reprodução terrestre e aparentemente com ampla distribuição nas áreas do PDBFF. Estas últimas espécies também apresentaram uma ampla distribuição e abundância no presente estudo, concordando com os resultados obtidos por Menin *et al.* (2008) para a RFAD .

Allmon (1991), na mesma área do PDBFF e utilizando parcelas quadradas de serrapilheira amostradas durante o dia ao longo de um ano, encontrou 14 espécies, incluindo *R. marina* e *D. minutus*. Assim como no trabalho de Allmon (1991), estas espécies também foram registradas em baixa abundância na Fazenda UFAM. Menin *et al.* (2008) reportaram um número maior de indivíduos destas espécies na RFAD, contudo, o número de parcelas foi superior (72 parcelas) sendo os indivíduos de *D. minutus* registrados em amostragens diurnas; já para *R. marina* reportada pelos autores nas amostragens noturnas

é uma espécie ocasionalmente encontrada em floresta primária, pois sua reprodução ocorre em corpos d'água em áreas abertas (Menin *et al.*, 2008).

Leptodactylus aff. *andreae*, espécie crepuscular e de hábitos terrestres, foi registrada em 33 parcelas. Nessas parcelas foi possível observar que, após as 19:00 horas, há uma redução na atividade de vocalização da espécie, o que também foi notado por Menin *et al.* (2008), onde a espécie foi encontrada em atividade desde o início do entardecer até as primeiras horas da noite. Entretanto, no final da estação chuvosa esta espécie mostrou uma grande diminuição na abundância de indivíduos em vocalização e um aumento no número de juvenis (Menin *et al.*, 2008), o que pode estar relacionado com o término da estação reprodutiva da espécie.

Os indivíduos de *R. proboscidea* e o único indivíduo de *A. spumaris* registrados no presente estudo, foram encontrados repousando sobre folhas de pequenas herbáceas ou galhos de arbustos, assim como foi observado por Zimmerman e Bogart (1984) e Menin *et al.* (2008). No entanto, ambas as espécies, mesmo sendo de atividade diurna, foram registradas em maior abundância na RFAD, usando os mesmos métodos de amostragem durante a noite (Menin *et al.*, 2008).

As mudanças no número de espécies entre os períodos podem ter sido causadas pela presença/ausência de espécies raras em cada amostragem, como foi observado no trabalho do Allmon (1991), onde a riqueza e diversidade flutuaram mais que a abundância. Contudo, no presente trabalho e de forma contrária ao observado por Menin *et al.* (2008), o número de espécies foi menor no segundo período de amostragem (meio da estação chuvosa), o qual pode ser consequência de diferenças nas condições ambientais durante os períodos de amostragem de cada estudo. É possível que o volume e a intensidade de chuvas durante o dia ou nos vários dias que antecedem às amostragens, bem como a disponibilidade de sítios de reprodução, influenciem diretamente a atividade dos anuros (Allmon, 1991; Duellman, 1995; Gottsberger e Gruber, 2004).

Espécies raras durante as amostragens podem apresentar requisitos muito particulares de habitat para reprodução, como *P. bicolor*, *C. cornuta* e *L. lineatus*. No caso dos indivíduos do gênero *Phyllomedusa*, a reprodução ocorre principalmente em poças temporárias isoladas de riachos, formadas por água de chuvas e sobre terrenos mais argilosos, sendo observado o mesmo para *C. cornuta* (Zimmerman e Simberloff, 1996). Já *L. lineatus* é uma espécie frequentemente encontrada em associação com colônias de formigas cortadoras de folhas (saúvas) onde os machos vocalizam em túneis subterrâneos

dentro dos ninhos da formiga (Lima *et al.*, 2006). Por isso, espécies como estas, na verdade, podem ser abundantes na área de estudo e terem sido subestimadas, pois o método de amostragem utilizado pode não ser o melhor para detectá-las. Alternativamente, os habitats ou microhabitats específicos para reprodução, fator limitante na distribuição de vários ou da maioria de anuros de floresta (Zimmerman e Bierregard, 1986), podem ter sido ausentes nas parcelas instaladas na Fazenda UFAM. Porém, espécies raras e/ou ausentes na área da Fazenda UFAM (*Phyllomedusa bicolor*, *P. tarsi*, *P. tomopterna*, *P. vaillanti*, *C. cornuta*, *P. pipa*, *P. arrabaldi*, *Chiasmocleis shudikarensis*, *Ctenophryne geayi*, entre outras) estiveram presentes em outras áreas próximas (RFAD e PDBFF) (Zimmerman e Bierregard, 1986; Allmon, 1991; Zimmerman e Simberloff, 1996; Lima *et al.*, 2006; Menin *et al.*, 2008), onde o tipo de amostragem e/ou o tempo de estudo utilizados diferiram dos empregados na Fazenda UFAM.

As espécies mais abundantes registradas neste estudo foram aquelas espécies que possuem especializações reprodutivas, tais como reprodução em axilas de folhas de bromélias e cavidades em troncos (*O. ophagus*) (Höld, 1990, Jungfer e Schiesari, 1995), desenvolvimento direto (*Pristimantis* spp.), ou desenvolvimento dos girinos em ninhos terrestres (*L. aff. andreae*, *Synapturanus* spp.) (Höld, 1990; Menin *et al.*, 2007a, b). Tais resultados concordam com outros estudos realizados em diferentes áreas da Amazônia Central (Allmon, 1991; Menin, 2005; Menin *et al.*, 2007a, 2008), e outras florestas da América do Sul (Doan e Arriaga, 2002).

Diferenças na riqueza e abundância de espécies entre as parcelas ripárias e não-ripárias foram observadas durante os períodos de amostragem. De maneira geral, nas parcelas ripárias o número de espécies e o número de indivíduos foram maiores que os registrados para as parcelas não-ripárias (com exceção do início da estação chuvosa, onde foi maior o número de espécies nas parcelas não-ripárias) (Tabela 2). Essa diferença está relacionada com a presença de espécies registradas exclusivamente nas parcelas ripárias (*D. minutus*, *V. oyampiensis*, *H. cinerascens*, *H. geographicus*, *O. buckleyi*, *P. tarsi* e *Leptodactylus riveroi*), correspondendo a espécies com reprodução dependente de corpos d'água, representando 15,62% do número de espécies registrado para a área de estudo e concorda, assim, com trabalhos prévios em áreas próximas onde estas espécies são reportadas próximas de corpos d'água (Zimmerman e Bierregaard, 1986). Além disso, estes resultados contrariam o estudo de Sabo *et al.* (2005), que encontraram que as zonas ripárias têm uma baixa diversidade alfa em relação às áreas circundantes, mas apoia o trabalho de Drucker *et al.* (2008) que encontraram uma alta diversidade alfa e presença de

espécies únicas para herbáceas em áreas ripárias e sugerem que a distribuição de outros grupos taxonômicos podem apresentar fortes variações nas áreas ripárias.

As diferenças encontradas na composição de espécies entre áreas próximas na Amazônia Central, como a RFAD e as reservas do PDBFF, podem refletir características locais de cada área, como a variação na topografia e a presença de locais específicos de reprodução para algumas espécies.

Literatura Citada

- Allmon, W.D. 1991. A plot study of forest floor litter frogs, Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 7: 503-52.
- Araújo, A.C., A.D. Nobre, B. Kruijt, J.A. Elbers, R. Dallarosa, P. Stefani, C. von Randow, A.O. Manzi, A.D. Culf, J.H.C. Gash, R. Valentini & P. Kabat. 2002. Comparative measurements of carbon dioxide fluxes from two nearby towers in a central Amazonian rainforest: The Manaus LBA site. *Journal of Geophysical Research*, 107(D20): 8066-8091.
- Bohlman, S.A., W.F. Laurence, S.G. Laurence, H.E.M. Nascimento, P.M. Fearnside, & A. Andrade. 2008. Importance of soils topography and geographic distance in structuring central Amazonian tree communities. *Journal of vegetation Science*, 19: 863-874.
- Colwell, R.K. 2005. *EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 7.5. <purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell, R.K., C.X. Mao & J .Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85(10): 2717-2727.
- Crump, M.L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Miscellaneous Publications of the Museum of natural History, University of Kansas*, 3: 1-62.
- Crump, M.L. & N.J. Scott Jr. 1994. Visual encounter surveys. In: W.R. Heyer; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; Hayek, L.-A.C.; Foster, M.S. (Eds.). *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington, USA. p. 84-92.
- Cruz, J. 2001. *Caracterização morfológica, fenológica e produtividade de Oenocarpus bacaba Martius (Palmae) em floresta de terra firme e pastagens na Amazônia Central*.

- Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 149p.
- Doan, T.M. & W.A., Arriaga. 2002. Microgeographic variation in species composition of the herpetofaunal communities of Tambopata region, Peru. *Biotropica*, 34(1):101-117
- Doan, T.M. 2003. Which methods are most effective for surveying rain forest herpetofauna? *Journal of Herpetology*, 37(1): 72-81.
- Drucker, D.P., F.R.C. Costa & W.E. Magnusson. 2008. How wide is the riparian zone of small streams in tropical forests? A test with terrestrial herbs. *Journal of Tropical Ecology*, 24: 65-74.
- Duellman, W.E. 1995. Temporal fluctuations in abundance of anuran amphibians in a seasonal amazonian rainforest. *Journal of Herpetology*, 29(1): 13-21.
- Duellman, W.E. 1999. *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Duellman, W.E. & L. Trueb. 1994. *Biology of amphibians*. Baltimore. The Johns Hopkins University Press.
- Ernst, R. & M-O. Rödel. 2008. Patterns of community composition in two tropical tree frog assemblages: separating spatial structure and environmental effects in disturbed and undisturbed forests. *Journal of Tropical Ecology*, 24: 111-120.
- Giaretta, A.A., K.G. Facure, R.J. Sawaya, J.H. de M. Meyer & N. Chemin. 1999. Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of Southeastern Brazil: seasonal and altitudinal changes. *Biotropica*, 31(4): 669-674.
- Gotelli, N.J. & R.K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.
- Gottsberger, B. & E. Gruber. 2004. Temporal partitioning of reproductivity in neotropical anuran community. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 271-280.
- Guillaumet, J. & F. Kahn. 1982. Estrutura e dinamismo da floresta. *Acta Amazônica*, 12(4): 61-77.

- Halffter, G. & E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la biodiversidad?. *In: G. Halffter (ed.). La diversidad de Iberoamérica I*. Acta Zoológica Mexicana, Instituto de Ecología, A.C., México, p. 3-24.
- Hero, J.-M. 1990. An illustrated key to tadpoles occurring in the Central Amazon rainforest, Manaus, Amazonas, Brasil. *Amazoniana*, 11(2): 201-262.
- Heyer, W.R. & K.A. Berven. 1973. Species diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites. *Ecology*, 54(3): 642-645.
- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.-A.C. Hayek, M.S. Foster. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for amphibians. *Smithsonian Institution Press*. Washington, USA. 364pp.
- Höld, W. 1990. Reproductive diversity in Amazonian lowland frogs. *In: W. Hanke (Ed.). Biology and Physiology of the Amphibians*. G. Fischer Verlag, Stuttgart and New York. pp. 41-60.
- Jungfer, K.H. & L.C. Schiesari. 1995. Description of a Central Amazonian and Guianan treefrog, genus *Osteocephalus* (Anura, Hylidae), with oophagus tadpoles. *Alytes*, 13(1):1-13
- Lima, A.P., W.E. Magnusson, M. Menin, L.K. Erdtmann, D.J. Rodrigues, C. Keller, & W. Höld. 2006. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central = Guide to the frogs to Reserva Adolpho Ducke, Central Amazonia. Atemma, Manaus. 168pp.
- Magnusson, W.E., A.P. Lima, R.C. Luizão, F. Luizão, F.R.C. Costa, C.V. Castilho, & V.F. Kinupp. 2005. RAPELD: uma modificação do método de Gentry pra inventários de biodiversidade em sítios para pesquisa ecológica de longa duração. *Biota Neotropica*, 5(2). <<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?point-of-view+bn01005022005>>
- Marques Filho, A.O., M.N.G. Ribeiro, H.M. Santos & J.M. Santos. 1981. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke – Manaus – AM. IV. Precipitação. *Acta Amazonica*, 11: 759-768.
- Menin, M. 2005. *Padrões de distribuição e abundância de anuros em 64 km² de floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 103pp.

- Menin, M., A.P. Lima, W.E. Magnusson & F. Waldez. 2007a. Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*, 23: 539-547.
- Menin, M., D.J. Rodrigues & A.P. Lima. 2007b. Clutches, tadpoles and advertisement calls of *Synapturanus mirandaribeiroi* and *S. cf. salseri* in Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Journal*, 17(2): 86-91.
- Menin, M., F. Waldez & A.P. Lima. 2008. Temporal variation in the abundance and number of species of frogs in 10,000 ha of a forest in Central Amazonia, Brazil. *South America Journal of Herpetology*, 3(1): 68-81.
- Moreira, G. & A.P. Lima. 1991. Seasonal patterns of juvenile recruitment and reproduction in four species of leaf litter frogs in Central Amazonia. *Herpetologica*, 47(3): 295-300.
- Ribeiro, J.E.L.S., M.G. Hopkins, A. Vicentini, C.A. Sothers, M.A.S. Costa, J.M. Brito, M.A.D. Souza, L.H.P. Martins, L.G. Lohmann, P.A.C.L. Assunção, E.C. Pereira, C.F. Silva, & M.R. Mesquita. Procópio, L. 1999. *Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 800pp.
- Rincón-Franco, F. & F. Castro-H. 1998. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque de niebla del occidente de Colombia. *Caldasia*, 20(2): 193-202.
- Rocha, C.F., M.V. Sluys, M.A.S. Alves, H.G. Bergallo, & D. Vrcibradic. 2000. Activity of leaf-litter frogs: When should frogs be sampled? *Journal of Herpetology*, 34(2): 285-287.
- Rocha, C.F., M.V. Sluys, M.A.S. Alves, H. G. Bergallo & D. Vrcibradic. 2001. Estimates of forest floor litter frog communities: A comparison of two methods. *Austral Ecology*, 26: 14-21.
- Rödel, M.-O. & R. Ernest. 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*, 10: 1-14
- Sabo, J.L., R. Sponseller, M. Dixon, K. Gade, T. Harms, J. Heffernan, A. Jani, G. Katz, C. Soykan, J. Watts & J. Welter. 2005. Riparian zones increase regional harboring different, not more, species. *Ecology*, 86(1): 56-62.

- Souza, V.M., M.B. Souza & E.F. Morato. 2008. Efeitos da sucessão florestal sobre a anurofauna (Amphibia: Anura) da Reserva Catuaba e seu entorno, Acre, Amazônia sul-ocidental. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(1): 49-57.
- Tocher, M.D. 1998. Diferenças na composição de espécies de sapos entre três tipos de floresta e campo de pastagem na Amazônia central. *In: Gascon, C.; Montinho, P. (Eds.). Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo*. Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia, Manaus. p. 219-232.
- Tocher, M.D., C. Gascon, & B.L. Zimmerman. 1997. Fragmentation effects on a Central Amazonian frog community: a ten-year study. *In: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard (eds.). Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, University of Chicago Press, pp. 124-137.
- Toft, C.A. 1985. Resource partitioning in amphibians & reptiles. *Copeia*, 1985: 1-21.
- Zimmerman, B.L. 1994. Audio Strip Transects. *In: W.R. Heyer; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; Hayek, L.-A.C.; Foster, M.S. (Eds.). Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington, USA. p. 92-97.
- Zimmerman, B.L. & R.O. Bierregaard. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. *Journal of Biogeography*, 13: 133-143.
- Zimmerman, B.L. & J.P. Bogart. 1984. Vocalizations of primary forest frog species in the Central Amazon. *Acta Amazonica*, 14: 473-519.
- Zimmerman, B.L. & D. Simberloff. 1996. An historical interpretation of habitat use by frogs in a Central Amazonian Forest. *Journal of Biogeography*, 23: 27-46.

CAPÍTULO 2: EFEITOS DE FATORES AMBIENTAIS NA ESTRUTURA DAS ASSEMBLÉIAS DE ANUROS EM UMA FLORESTA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL

Diana Patricia Rojas Ahumada¹; Marcelo Menin¹

¹ Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus/AM, draplucas@gmail.com

Resumo

A distribuição e abundância de espécies podem ser influenciadas por fatores bióticos e abióticos. O presente estudo teve como objetivos avaliar os efeitos das variáveis ambientais: altitude, proporção de argila, pH do solo, distância do igarapé, tamanho do igarapé, largura do baixio, correnteza da água e profundidade da serrapilheira sobre a ocorrência e abundância das espécies de anuros em áreas ripárias e não-ripárias em 24 km² de floresta de terra firme na Amazônia Central. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, Manaus - Amazonas, Brasil. Foram realizadas três amostragens noturnas entre novembro/2008 e maio/2009 em 41 parcelas, sendo 31 parcelas uniformemente distribuídas e outras 10 localizadas nas margens dos igarapés (parcelas ripárias). As ordenações obtidas pela técnica de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) permitiram diferenciar a assembléia de espécies ripárias da assembléia de espécies não-ripárias. Foram detectadas espécies com distribuição restrita às áreas ripárias. As espécies se distribuíram ao longo de um gradiente envolvendo desde áreas próximas de igarapés (ripárias) até áreas distantes. Analisando as parcelas uniformemente distribuídas, o presente estudo permitiu encontrar relação significativa entre a distribuição e a ocorrência das espécies da área com a proporção de argila, sugerindo uma influência edáfica na distribuição das espécies de anuros. A abundância de anuros aumentou com o aumento da profundidade da serrapilheira. Ao analisar as assembléias separadamente, as variáveis analisadas não tiveram efeito significativo sobre a mudança na composição de espécies ou o número de espécies das áreas ripárias. Já para as áreas não-ripárias, a abundância de anuros foi influenciada pela profundidade da serrapilheira e a proporção de argila. A proporção de argila foi bom preditor para distribuição das espécies. Concluindo, os resultados deste estudo mostraram diferenças entre as assembléias de áreas ripárias e não-ripárias que podem ser explicadas pela distribuição de espécies de anuros ao longo de um gradiente que vai de áreas próximas de igarapés (ripárias) até áreas distantes.

Palavras chave: Amazônia, Anuros, Distribuição, Gradiente ambiental, Zonas Ripárias

Introdução

Os anuros (Amphibia, Anura) representam uma grande parte da diversidade de vertebrados em florestas tropicais, principalmente para a fauna associada à serrapilheira, sendo que a mais alta diversidade está localizada na região Neotropical (Vitt e Caldwell, 1994; Duellman, 1999a). A América do Sul possui a maior riqueza de anfíbios no mundo (Duellman, 1999b) e o Brasil é o país com o maior número de espécies desse grupo biológico, com mais de 820 espécies registradas (SBH, 2009).

Cada espécie possui um conjunto próprio de requisitos ecológicos e fisiológicos (Begon *et al.*, 1996) e, para os anuros, esses requisitos estão relacionados principalmente com fatores ambientais como a umidade e a temperatura (Duellman e Trueb, 1994). Mudanças ambientais que alterem determinados fatores podem resultar na extinção local ou total de uma ou mais espécies, e estudos são necessários para predizer as consequências de determinadas alterações do hábitat sobre as espécies que nele vivem.

Os principais fatores abióticos que determinam a distribuição e a abundância de espécies de anuros em uma macroescala espacial são o relevo, o clima e os grandes tipos vegetacionais, sendo que um número maior de espécies é encontrado em florestas neotropicais com grande volume de chuvas (Duellman, 1999b). Em regiões tropicais foram realizados estudos abordando a diversidade de anuros em diferentes escalas, principalmente com assembléias de serrapilheira (Inger e Colwell, 1977; Scott, 1982; Lieberman, 1986; Fauth *et al.*, 1989; Allmon, 1991), onde uma maior riqueza de espécies foi encontrada em áreas com maior profundidade e umidade da serrapilheira (Fauth *et al.*, 1989; Van Sluys *et al.*, 2007), ou com abundância maior de artrópodes (Lieberman, 1986). Fatores edáficos, como a umidade do solo (Vonesh, 2001) e o pH (Wyman, 1988), também foram registrados como importantes características determinando a abundância de espécies.

Em uma mesoescala espacial, para diversos grupos taxonômicos, fatores bióticos e abióticos podem influenciar a distribuição das espécies (Duellman, 1995; Zimmerman e Simberloff, 1996; Duellman, 1999a; Williams e Hero, 2001; Halverson *et al.*, 2003; Doan, 2004; Kinupp e Magnusson, 2005; Menin *et al.*, 2007; Drucker *et al.*, 2008). Para diversas espécies de plantas e arbustos de sub-bosque, os estudos indicam relações entre a distribuição das espécies e características edáficas e topográficas (Kinupp e Magnusson, 2005; Costa *et al.*, 2005), assim como constatado para anuros com reprodução independente de corpos d'água (Menin *et al.*, 2007). Para a herpetofauna, de maneira geral,

a espessura da camada de serrapilheira e a umidade, a distribuição e quantidade de chuvas, o tamanho do corpo d'água, a luz e a estrutura da vegetação podem influenciar a ocorrência e a abundância das espécies (Fauth *et al.*, 1989; Moreira e Lima, 1991; Allmon, 1991; Duellman, 1995; Parris e McCarthy, 1999; Halverson *et al.*, 2003).

Espécies de anuros com reprodução aquática estão distribuídas principalmente próximas a áreas ripárias, sendo raras em locais mais distantes, indicando que essas espécies podem utilizar as margens dos corpos d'água como corredores de dispersão (Menin, 2005). Em estudos desenvolvidos na Amazônia Central, constatou-se que a distribuição de anuros com reprodução terrestre em uma mesoescala espacial (10.000 ha) está relacionada com o tipo de reprodução, topografia e características edáficas, criando uma distribuição diferencial das espécies no ambiente (Menin *et al.*, 2007), e permitindo a verificação de variações sutis ao longo de gradientes ambientais.

Os objetivos do presente estudo foram avaliar os efeitos de variáveis ambientais (altitude, proporção de argila, pH, distância do igarapé, profundidade e largura do igarapé, largura do baixio, correnteza da água e profundidade da serrapilheira) sobre a ocorrência e abundância de espécies de anuros em áreas ripárias e não-ripárias em uma área de 24 km² de floresta de terra firme na Amazônia Central.

O presente estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, que faz parte do Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio: <http://ppbio.inpa.gov.br>). Na área foram posicionadas parcelas próximas de corpos d'água (ripárias) e outras distantes (não-ripárias), sendo que a composição de espécies entre as áreas foi comparada, a fim de observar as diferenças entre as comunidades de cada área relacionadas à distribuição e riqueza de espécies.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas - UFAM (02° 37' 17.1" e 02° 39' 41.4"S, 60° 03' 29.1" e 60° 07' 57.5"W). A Fazenda UFAM está localizada no km 38 da rodovia BR-174 e faz limites ao sul com terras do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e ao norte com a Estação Experimental de Fruticultura Tropical (EEFT) e Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST), ambas pertencentes ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (Figura 1). A Fazenda UFAM possui uma área de 3.000 ha, ainda não

caracterizada em termos florísticos, topográficos e climáticos, mas por fazer limite com as reservas do IBAMA e o INPA a vegetação da Fazenda faz parte de um grande *continuum* (Cruz, 2001). A floresta da região é classificada como floresta tropical úmida de terra-firme, com dossel bastante fechado e sub-bosque com pouca luminosidade, caracterizado pela abundância de palmeiras acaules como *Astrocaryum* spp. e *Attalea* spp. (Guillaumet e Kahn, 1982). A altura média das árvores está compreendida entre 35 e 40 m, com árvores emergentes que atingem 50 m (Ribeiro *et al.*, 1999). A variação mensal na temperatura do ar é muito baixa, com valores de temperatura média entre 24.6 °C e 26.9 °C; a média da umidade relativa diária oscila entre 75% durante os dias relativamente secos até 92% em plena estação chuvosa (Araújo *et al.*, 2002), e a precipitação média anual é de 2362 mm (Marques Filho *et al.*, 1981). A estação chuvosa ocorre geralmente de novembro a maio, com uma estação com baixa precipitação entre junho e outubro, sendo março, abril e maio os meses que geralmente possuem maior precipitação (Marques Filho *et al.*, 1981; Araújo *et al.*, 2002; Bohlman *et al.*, 2008). Análises topográficas preliminares têm mostrado que a Fazenda UFAM encontra-se localizada basicamente sobre duas grandes formações geomorfológicas (Figura 2, comunicação pessoal Dr. Eduardo Venticinque e Larissa Lança, UFAM). A área da Fazenda UFAM compreende, além de construções e áreas de plantio, uma área verde com floresta primária de terra firme apresentando igarapés de grande porte que inundam grandes áreas nas suas margens, respondendo as cheias dos grandes rios, além de cabeceiras e igarapés de primeira e segunda ordens que inundam pequenas áreas em reposta às chuvas diárias, e o relevo é bastante acidentado, possuindo áreas de vertentes com inclinações bastante acentuadas.

Coleta de dados

Foram realizadas três amostragens noturnas durante uma estação chuvosa (novembro-dezembro 2008, janeiro-fevereiro 2009 e abril-maio 2009). Os dados foram coletados em 41 parcelas, sendo 31 parcelas distribuídas uniformemente e distanciadas pelo menos por 1 km entre elas, e outras 10 parcelas localizadas próximas a igarapés e distanciadas das parcelas uniformemente distribuídas por no mínimo 500 m; as 41 parcelas se distribuem sobre uma grade de 24 km² formada por 4 trilhas de 8 km no sentido Leste-Oeste e 9 trilhas de 3km no sentido Norte-Sul (Figura 1). Cada parcela compreende um trecho de 250 metros de comprimento e as 31 parcelas distribuídas sistematicamente foram posicionadas seguindo a curva de nível do terreno, minimizando a variação da altitude e do solo dentro da parcela (Magnusson *et al.*, 2005). As outras 10 parcelas seguem a margem dos igarapés. As parcelas foram classificadas como ripárias ou não ripárias em relação à

proximidade do igarapé (Ripárias: <100m do igarapé; Não-ripárias: >100m do igarapé). Cada período de amostragem durou entre 19 e 21 dias.

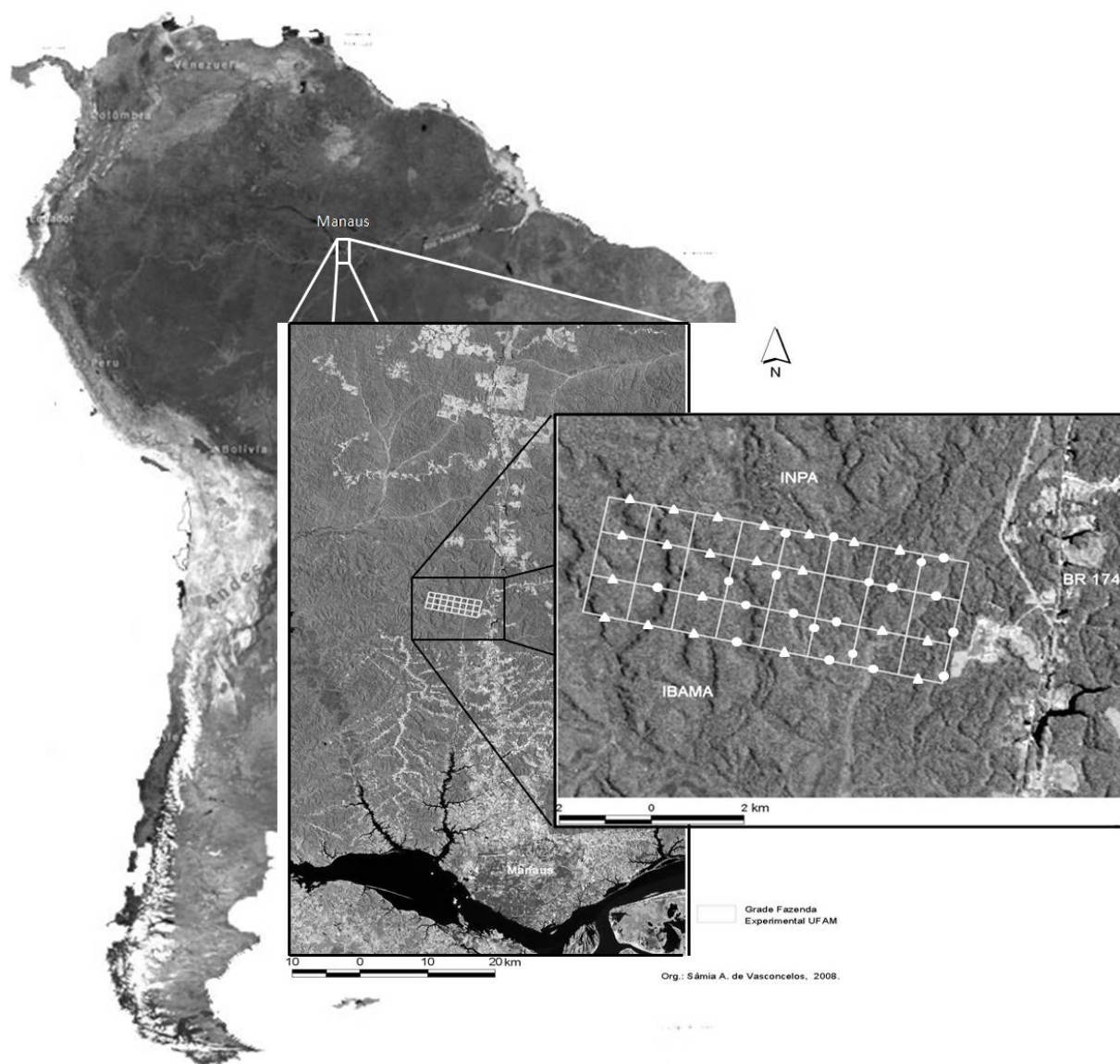


Figura 1. Localização da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas ao norte de Manaus, Amazonas, e da grade de trilhas e parcelas no seu interior. Círculos indicam as parcelas não-ripárias e os triângulos indicam as parcelas ripárias.

As amostragens foram realizadas empregando métodos de amostragem padronizados: amostragem visual (*visual encounter surveys*, com uso de lanterna de cabeça) e auditiva, simultaneamente (Crump e Scott, 1994; Zimmerman, 1994; Rödel e Ernst, 2004; Menin *et al.*, 2007, 2008). Estes métodos são complementares e adequados para amostragens de distribuição e abundância de anuros em estudos de curto e longo prazos (Tocher, 1998; Doan, 2003; Rödel e Ernst, 2004). Cada parcela foi percorrida por duas pessoas caminhando lado a lado, por cerca de uma hora. As amostragens foram

realizadas entre 18:30 e 22:00 horas. A cada 5 m, os observadores pararam e anotaram o número de indivíduos de cada espécie em atividade de vocalização. Ao mesmo tempo, procuraram visualmente na serrapilheira e na vegetação até uma altura aproximada de 2 m. Todos os anuros avistados e/ou ouvidos até uma faixa aproximada de 20 m de cada lado da linha central da parcela de 250 m de comprimento foram contados, totalizando cerca de 1 ha por parcela. Todas as amostragens foram realizadas pelas mesmas pessoas (autor sênior e auxiliar de campo).

O horário de amostragem para cada parcela foi alternado, procurando amostrar cada parcela pelo menos em um período ao início do anoitecer, para evitar subestimar a distribuição e abundância de *Leptodactylus* aff. *andreae*, que é uma espécie de hábitos crepusculares (Menin *et al.*, 2008).

Cada indivíduo encontrado e capturado nas amostragens foi identificado no nível específico e classificado como adulto (macho ou fêmea) ou juvenil. Alguns exemplares coletados foram anestesiados, sacrificados e fixados com formol 10% e posteriormente conservados em álcool 70%. Todos os exemplares foram depositados na Coleção de Anfíbios e Répteis do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA-H).

Variáveis ambientais

Parcelas não-ripárias

A altitude foi medida no início de cada parcela por um topógrafo. Como cada parcela segue a curva de nível, o valor da altitude é constante em toda a extensão da parcela.

As variáveis edáficas foram baseadas na média de seis amostras equidistantes, tomadas a cada 50 m e coletadas a 5 cm de profundidade. As amostras foram combinadas em uma amostra composta, homogeneizadas e, posteriormente, secas ao ar. A proporção de argila foi baseada na velocidade de queda das partículas que compõem o solo, determinando-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após adição de um dispersante químico, seguindo os métodos descritos em Embrapa (1997). O pH foi obtido a partir de uma solução de solo seco moído com água destilada e medido com um pHmetro, seguindo os métodos descritos em Embrapa Solos (1999). As análises foram realizadas pelo Prof. Dr. Hedinaldo Lima, do Laboratório de Solos da UFAM.

A profundidade da camada de serrapilheira foi registrada em cada período de amostragem através de medidas realizadas a cada 50 m, em um total de seis pontos por parcela. Em cada ponto, a serrapilheira foi medida com um bastão graduado (cm). Foi

calculada a média dos seis pontos de amostragem, e a média das três amostragens, de forma a se obter um único valor por parcela.

A distância do igarapé mais próximo à parcela foi medida com trena no início de cada parcela. Neste estudo será usado o termo igarapé representando o nome regional dado aos riachos que ocorrem no interior das florestas.

Os valores medidos para cada variável ambiental estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores máximos, mínimos, média e desvio padrão das variáveis ambientais medidas para as 21 parcelas não-riparias.

Variável	Max	Min	Média	DP
Profundidade serrapilheira (cm)	4,61	2,73	3,34	0,45
Distância do igarapé (m)	1093,40	106,00	422,72	326,71
Altitude	129,50	80,00	98,81	13,66
Proporção de argila (%)	85,20	0,00	54,32	31,36
pH do solo	5,43	3,84	4,17	0,36

Parcelas ripárias

A largura do baixio, o tamanho do igarapé e a velocidade da correnteza, foram medidos a cada 50 m ao longo da parcela, nos três períodos de amostragem.

A largura do baixio foi medida com uma trena; foi considerada como a área de baixio a área que se estende a partir das duas margens do igarapé até ocorrer mudança na altitude. O tamanho do igarapé foi determinado pelas medidas da largura do igarapé profundidade do igarapé (obtidas com trena) e o comprimento da parcela (250 m), que foram multiplicados. A velocidade da correnteza foi medida com o uso de um flutuador, marcando-se o tempo necessário para o mesmo percorrer uma distância de 1 metro, procedimento realizado três vezes, sendo calculada a média para cada ponto. Para cada variável, se obteve a média dos seis pontos de amostragem.

Medidas de altitude também foram coletadas para as parcelas ripárias. Os valores medidos para cada variável ambiental nas parcelas ripárias estão resumidos na Tabela 2.

Análise dos dados

Foram construídas matrizes de dados de ocorrência e abundância das espécies. Para minimizar os efeitos da variação temporal na estimativa de abundância de cada espécie, as análises foram realizadas utilizando a máxima abundância registrada durante o período de estudo em cada parcela, e os dados foram padronizados pelo método de divisão

pela soma. Para cada matriz de dados foi gerada uma matriz de dissimilaridade utilizando a distância de Bray-Curtis para os dados de abundância (quantitativos) e distância de Jaccard quando usados os dados de ocorrência (qualitativos).

Tabela 2. Valores máximos, mínimos, média e desvio padrão das variáveis ambientais medidas para as 20 parcelas ripárias. *Foram desconsideradas os valores correspondentes as duas parcelas localizadas próximas do igarapé de maior porte encontrado na área e que possui características diferenciadas quando comparado com os outros igarapés da área (Tamanho do Igarapé = 218750 e 175000 m³).

Variável	Max	Min	Média	DP
Altitude	92,00	42,00	61,90	12,09
Largura do baixio (m)	352,20	17,67	80,61	86,15
Tamanho do Igarapé (m ³)*	1707,55	29,20	353,48	396,47
Velocidade correnteza (m/s)	0,50	0,12	0,24	0,10

A dimensionalidade dos dados de composição das assembléias foi reduzida por técnicas de análises multivariadas. Ordenações foram realizadas com a técnica de escalonamento multidimensional não-métrico (Non-metric Multidimensional Scaling - NMDS). Esse método de ordenação não preserva as distâncias da matriz original, mas apenas a relação de ordenamento entre os objetos (Legendre e Legendre, 1998). A técnica de ordenação NMDS foi considerada o método mais robusto para identificar padrões em ecologia de comunidades (Faith *et al.*, 1987; Gotelli e Elisson, 2004).

Foram analisados quatro conjuntos de dados: I) Diferenças na estrutura das assembléias entre as áreas ripárias e não-ripárias; II) Distribuição e abundância das espécies em uma área de 24 km²; III) Distribuição e abundância das espécies em áreas ripárias; e IV) Distribuição e abundância das espécies em áreas não-ripárias.

I) Diferenças na estrutura das assembléias entre as áreas ripárias e não-ripárias: As matrizes foram construídas com todas as 41 parcelas distribuídas na área. Cada matriz foi simplificada com uma ordenação NMDS em duas dimensões.

Para descrever visualmente o padrão de distribuição das assembléias de anuros, os valores da primeira e da segunda dimensões da ordenação NMDS foram relacionados em um gráfico e as parcelas foram categorizadas como ripárias e não ripárias.

A diferença na composição das assembléias de áreas ripárias e não-ripárias foi avaliada por meio de Análise de Variância Multivariada – MANOVA, utilizando “parcela ripária ou não-ripária” como categoria.

II) *Distribuição e abundância das espécies em uma área de 24 km²*: As matrizes foram construídas com as 31 parcelas uniformemente distribuídas na área. Cada matriz foi simplificada com uma ordenação NMDS em duas dimensões, como descrito previamente.

Para descrever visualmente o padrão de distribuição das assembléias de anuros, os valores do primeiro e do segundo eixos da ordenação NMDS foram relacionados em um e as parcelas foram categorizadas em ripárias ou não ripárias, como descrito na coleta de dados.

III) *Distribuição e abundância das espécies em áreas ripárias*: As matrizes foram construídas com as 20 parcelas localizadas próximas de igarapés. Cada matriz foi simplificada com uma ordenação NMDS em duas dimensões.

IV) *Distribuição e abundância das espécies em áreas não-riparias*: As matrizes foram construídas com as 21 parcelas localizadas a mais de 100 m de distância do igarapé. Cada matriz foi simplificada com uma ordenação NMDS em duas dimensões.

A colinearidade entre as variáveis ambientais analisadas para cada conjunto de dados foi avaliada por matriz de correlação de Pearson (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de correlação de Pearson, correspondentes as variáveis que apresentaram correlação para cada conjunto de dados.

Conjunto dados	Variável 1	Variável 2	r
II	pH	Proporção de argila	-0,51
II	pH	Altitude	-0,64
II	Altitude	Proporção de argila	0,52
II	Distância do igarapé mais próximo	Altitude	0,62
III	Largura do baixo	Tamanho do Igarapé	0,58
III	Largura do baixo	Velocidade da correnteza	0,59
III	Tamanho igarapé	Velocidade da correnteza	0,90
IV	Altitude	Distancia do igarapé	0,44

Foram utilizadas regressões lineares múltiplas para avaliar os efeitos dos fatores ambientais (variáveis independentes, medidas para cada caso) e a composição de espécies, utilizando o primeiro e segundo eixo do NMDS ou o número de espécies como variáveis dependentes.

Autocorrelação espacial

Para detectar autocorrelação espacial, as diferenças entre as parcelas nas variáveis dependentes e independentes foram relacionadas com as distâncias geográficas entre as

parcelas, em um teste de Mantel para cada variável. As matrizes de associação das variáveis independentes e das distâncias geográficas foram baseadas no coeficiente de Distância Euclidiana, enquanto a matriz de composição de espécies foi baseada no coeficiente de Bray-Curtis.

Todas as ordenações e os testes de Mantel foram realizados com o programa R (R development core team, 2007), e as regressões e correlações com SYSTAT 12.0 (Wilkinson 1990).

Resultados

Composição de espécies

Vinte e duas espécies de anuros noturnos de interior de floresta (6.635 indivíduos), pertencentes a seis famílias, foram detectadas na área de estudo (Tabela 4) sendo sete espécies de Leptodactylidae, seis de Hylidae, três de Microhylidae, três de Strabomantidae, duas de Bufonidae e uma de Centrolenidae. *Osteocephalus oophagus* e *Pristimantis zimmermanae* ocorreram em todas as parcelas. *O. oophagus* foi a espécie encontrada mais frequentemente, representando 20,57% do total de indivíduos registrados.

Autocorrelação espacial

Não houve autocorrelação entre as distâncias geográficas entre as parcelas e as variáveis profundidade da serrapilheira, distância do igarapé, proporção de argila e pH. Assim como também não houve autocorrelação significativa entre as distâncias geográficas entre as parcelas e a composição de espécies. Contudo, houve uma correlação significativa entre as distâncias geográficas entre as parcelas e a altitude, mas o valor de correlação foi baixo (Tabela 5).

l) Diferenças na estrutura das assembléias entre as áreas ripárias e não-ripárias

A ordenação NMDS, para as 41 parcelas e 22 espécies, baseada em dados quantitativos (Figura 2A) capturou 60,09% da variação nas distâncias originais entre as parcelas, e baseada em dados qualitativos (Figura 2B) capturou 73,34%.

Ao testar a significância da separação das assembléias, com o uso de MANOVA, a separação foi significativa tanto para dados quantitativos (Pillai Trace: 0,625; $F_{2,38} = 31,625$; $P = <0,001$), como para dados qualitativos (Pillai Trace: 0,703; $F_{2,38} = 44,908$; $P = <0,001$). Por isso, os dois tipos de hábitat foram analisados independentemente.

Tabela 4. Número de parcelas onde cada espécie de anuro foi registrada e número de indivíduos em cada amostragem, obtidos por amostragens noturnas visuais e auditivas na Fazenda da UFAM, Manaus, Amazonas. O número total corresponde ao número de registro de indivíduos, representado pela soma das três amostragens. (V = amostragem visual; A = amostragem auditiva).

Família/Espécie	Número de Parcelas	novembro-dezembro/2008		janeiro-fevereiro/2009		abril-maio/2009		Total
		V	A	V	A	V	A	
Bufonidae								
<i>Dendrophryniscus minutus</i>	3	0	0	2	0	1	0	3
<i>Rhinella proboscidea</i>	7	3	0	0	0	5	0	8
Centrolenidae								
<i>Vitreorana oyampiensis</i>	16	0	0	0	47	0	129	176
Hylidae								
<i>Hypsiboas cinerascens</i>	18	0	131	2	432	1	261	827
<i>Hypsiboas geographicus</i>	7	2	0	23	1	9	0	35
<i>Osteocephalus oophagus</i>	41	39	527	44	547	27	181	1365
<i>Osteocephalus taurinus</i>	19	7	0	12	3	4	4	30
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	4	0	4	0	2	0	2	8
<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	15	0	0	0	17	0	11	28
Leptodactylidae								
<i>Leptodactylus</i> aff. <i>andreae</i>	33	0	130	0	456	1	89	676
<i>Leptodactylus knudseni</i>	6	1	0	1	2	3	2	9
<i>Leptodactylus lineatus</i>	18	0	3	0	4	0	23	30
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	5	0	2	0	2	2	1	7
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	15	12	0	15	4	19	4	54
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	20	3	28	7	23	11	4	76
<i>Leptodactylus riveroi</i>	11	14	0	26	2	11	1	54
Microhylidae								
<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	2	0	2	0	0	0	2	4
<i>Synapturanus mirandaribeiroi</i>	27	0	96	0	134	0	0	230
<i>Synapturanus salseri</i>	35	0	466	0	446	0	13	925
Strabomantidae								
<i>Pristimantis fenestratus</i>	40	6	300	8	215	6	132	667
<i>Pristimantis ockendeni</i>	39	0	0	0	165	0	132	297
<i>Pristimantis zimmermanae</i>	41	0	471	0	509	0	146	1126
Número de espécies		11	15	10	19	13	18	22
Número Total de espécies			18		20		21	
Número de indivíduos			2247		3151		1237	6635

Tabela 5. Valores de autocorrelação espacial entre as variáveis independentes e dependentes com as distâncias geográficas, obtidas por testes de Mantel.

Variável 1	Variável 2	r ²	P
Distâncias geográficas	Altitude	0.22	0.001
Distâncias geográficas	Profundidade serrapilheira	0.09	0.105
Distâncias geográficas	Distância do igarapé	-0.01	0.508
Distâncias geográficas	Proporção de argila	0.04	0.124
Distâncias geográficas	pH do solo	0.02	0.393
Distâncias geográficas	Composição de espécies	0.08	0.116

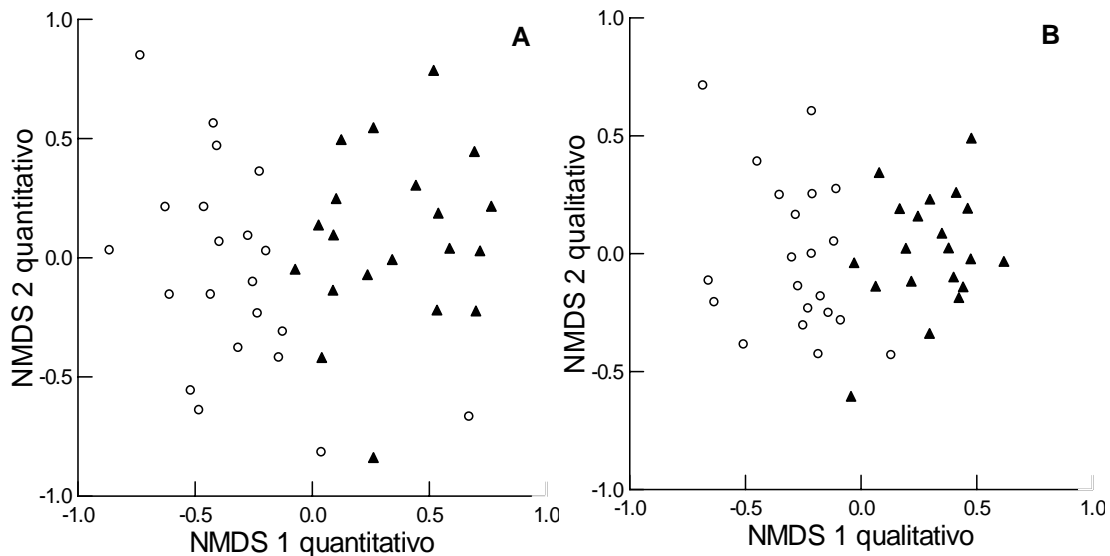


Figura 2. Relação entre os dois eixos gerados nas ordenações com NMDS resumindo a composição de espécies nas 41 parcelas da Fazenda UFAM. (A) Ordenação baseada em dados quantitativos (abundância) (MANOVA: $F_{2,38} = 31,625$; $P = <0,001$); (B) ordenação baseada em dados qualitativos (presença/ausência) (MANOVA: $F_{2,38} = 44,908$; $P = <0,001$). Parcelas não-riparianas (○) e ripárias (▲).

II) Distribuição e abundância das espécies em uma área de 24 km²

Um total de 4.741 indivíduos, pertencentes a 22 espécies de anuros noturnos de floresta foi registrado nas 31 parcelas uniformemente distribuídas.

Seis espécies representaram 87,32% dos indivíduos registrados nessas parcelas durante o período de estudo, sendo *O. oophagus* (21,11%) a espécie mais abundante, seguida de *Pristimantis zimmermanae* (18,25%), *Synapturanus salseri* (15,19%), *Pristimantis fenestratus* (11,66%), *L. aff. andreae* (11,58%) e *Hypsiboas cinerascens* (9,53%).

A ordenação NMDS em duas dimensões, realizada com os dados de abundância, capturou 62,2% da variação nas distâncias originais entre as parcelas, e com os dados de ocorrência, 63,8%.

Os modelos de regressão múltipla utilizados para testar as relações entre a composição de espécies (representada pelo primeiro e segundo eixos do NMDS) e os fatores ambientais (Profundidade da serrapilheira-PS, Distância do igarapé mais próximo-DI, e Proporção de argila-Arg), evidenciaram influência significativa dos fatores ambientais na composição de espécies, tanto para dados quantitativos como qualitativos.

Para os dados quantitativos, o modelo foi significativo para o primeiro eixo, explicando aproximadamente 44% da variância ($R^2= 0,440$; $F_{3,27}= 7,076$; $P= 0,001$), e revelou um efeito significativo da proporção de argila ($p= 0,004$, Figura 3A) e efeito marginalmente significativo da distância do igarapé ($p= 0,052$, Figura 3B) sobre a mudança na composição da comunidade; no segundo eixo o modelo foi igualmente significativo explicando aproximadamente 33% da variância ($NMDS2= -1,204 + 0,351PS + 0,0003DI + 0,003Arg$, $R^2= 0,330$; $F_{3,27}= 4,439$; $P= 0,012$), onde a profundidade da serrapilheira apresentou efeito significativo ($p= 0,005$, Figura 3C).

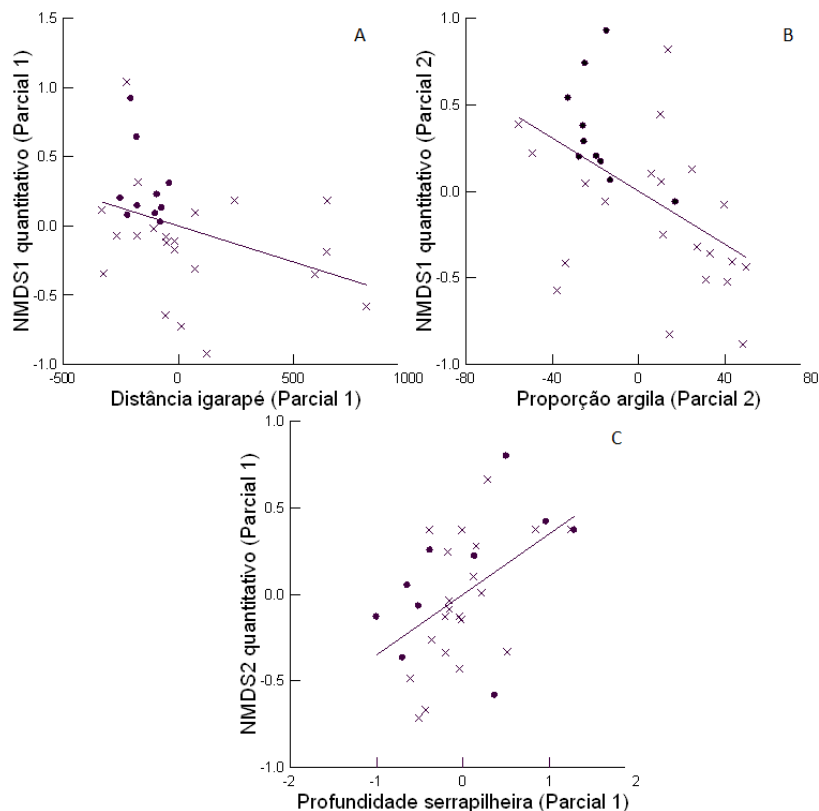


Figura 3. Relação entre **A)** o primeiro eixo do NMDS e a distância do igarapé, **B)** o primeiro eixo do NMDS e a proporção de argila e **C)** segundo eixo do NMDS e a profundidade da serrapilheira, a partir dos dados quantitativos das 31 parcelas distribuídas uniformemente na Fazenda UFAM. Parcelas ripárias (●), parcelas não ripárias (x).

Para os dados qualitativos, o modelo foi significativo para o primeiro eixo, explicando aproximadamente 25% da variância ($R^2= 0,247$; $F_{3,27}= 2,949$; $P= 0,05$), mostrando efeito significativo para a proporção de argila ($p= 0,05$, Figura 4); o segundo eixo explicou aproximadamente 15% da variância, mas não foi significativo ($R^2= 0,152$; $F_{3,27}= 1,619$; $P= 0,208$).

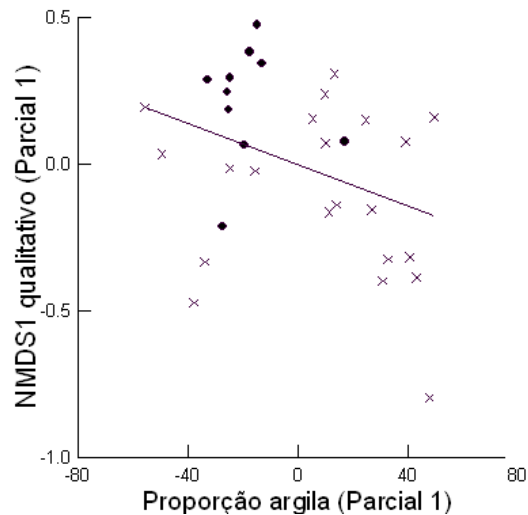


Figura 4. Relação entre o primeiro eixo do NMDS e a proporção de argila, a partir dos dados qualitativos das 31 parcelas distribuídas uniformemente na Fazenda UFAM. Parcelas ripárias (●), parcelas não ripárias (x).

O modelo de regressão múltipla, para testar a relação entre o número de espécies e os fatores ambientais foi marginalmente significativo, explicando aproximadamente 24% da variância ($R^2 = 0,239$; $F_{3,27} = 2,826$; $P = 0,057$).

Os gráficos de abundância de espécies em relação à proporção de argila (Figura 5A) e a distância do igarapé (Figura 5B) permitem observar espécies com distribuição mais restrita aos extremos dos gradientes (e.g. *L. knudseni*, *H. cinerascens*, *V. oyampiensis*, *L. riveroi*), assim como espécies que ocorrem ao longo do gradiente, mostrando ampla distribuição (e.g. como *P. zimmermanae*, *O. oophagus* e *L. aff. andreae*).

III) Distribuição e abundância das espécies em áreas ripárias

Vinte e duas espécies (3.908 indivíduos) de anuros noturnos de floresta foram detectadas nas parcelas ripárias, mas duas espécies (*Leptodactylus knudseni* e *Chiasmocleis hudsoni*) com um único registro ou registrada em uma única parcela, foram excluídas das análises. Assim, as matrizes para as ordenações foram construídas com vinte espécies e 20 parcelas.

Seis espécies representaram 81,50% do total de indivíduos registrados nas parcelas ripárias, sendo *H. cinerascens* a espécie mais abundante, representando 21,16%, seguida por *O. oophagus* (17,71%), *P. zimmermanae* (14,56%), *S. salseri* (11,61%), *L. aff. andreae* (8,52%) e *P. fenestratus* (7,91%).

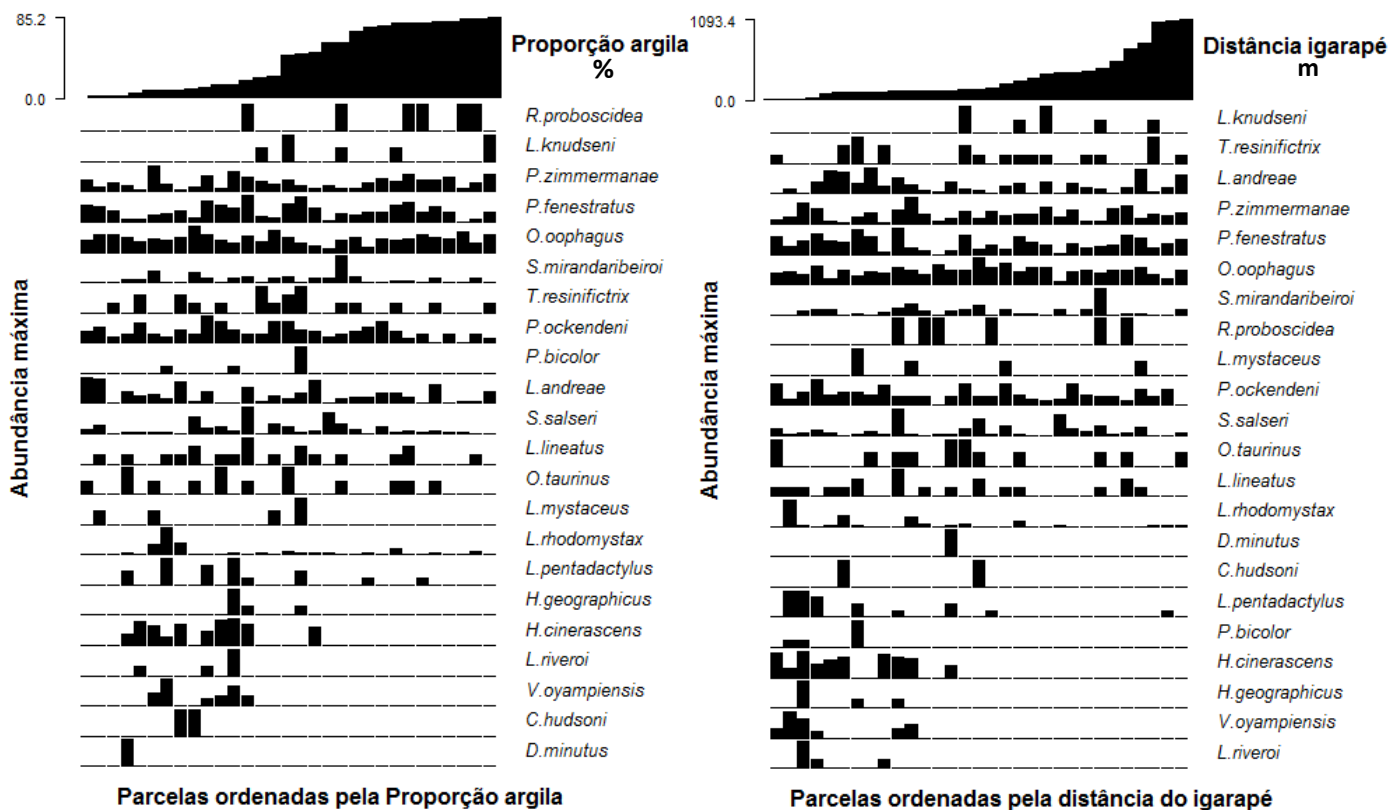


Figura 5. Distribuição das espécies em relação à proporção de argila (A) e à distância do igarapé (B) das parcelas uniformemente distribuídas, na Fazenda UFAM, Manaus, Brasil.

A ordenação NMDS em duas dimensões para as parcelas ripárias capturou 60,84% da variação nas distâncias originais entre as parcelas com base em dados quantitativos, e 61,62% baseado em dados qualitativos.

Os modelos de regressão construídos para avaliar o efeito dos fatores ambientais (altitude, largura do baixo e tamanho do igarapé) sobre a composição de espécies de áreas ripárias (eixos da ordenação NMDS quantitativo e qualitativo) não foram significativos. O modelo baseado nos dados quantitativos, no primeiro eixo explicou aproximadamente 19% da variância ($R^2= 0,189$; $F_{3,16}= 1,241$; $P=0,328$), e no segundo eixo explicou aproximadamente 4% da variância ($R^2= 0,041$; $F_{3,16}= 0,230$; $P=0,874$). O modelo a partir dos dados qualitativos para o primeiro eixo captou aproximadamente 26% da variância ($R^2= 0,258$; $F_{3,16}= 1,853$; $P= 0,178$), e para o segundo eixo captou aproximadamente 10% da variância ($R^2= 0,100$, $F_{3,16}= 0,591$; $P= 0,630$).

O modelo para testar a relação entre o número de espécies e os fatores ambientais também não foi significativo, explicando aproximadamente 11% da variância ($R^2= 0,107$; $F_{3,27}= 0,636$; $P= 0,603$).

IV) Distribuição e abundância das espécies em áreas não-riparias

Dezoito espécies (2.727 indivíduos) distribuídas em cinco famílias foram detectadas nas parcelas não-riparias. Três espécies foram registradas uma única vez ou somente em uma parcela (*H. geographicus*, *Phyllomedusa bicolor* e *Chiasmocleis hudsoni*), e foram excluídas das análises estatísticas. Assim, as matrizes para as ordenações foram construídas com 15 espécies e 21 parcelas.

Cinco espécies representaram 88,05% do total de indivíduos registrados nas parcelas não-riparias: *O. oophagus* (24,68%), *P. zimmermanae* (20,43%), *S. salseri* (17,24%), *P. fenestratus* (13,13%) e *L. aff. andreae* (12,58%).

A ordenação NMDS em duas dimensões para as parcelas não-riparias capturou 56,63% da variação nas distâncias originais entre as parcelas com base em dados quantitativos, e 71,32% baseado em dados qualitativos.

Os modelos de regressão construídos para avaliar o efeito dos fatores ambientais (profundidade da serrapilheira-PS, distância do igarapé-DI, proporção de argila-Arg e pH do solo) sobre a composição de espécies de áreas não-riparias (eixos da ordenação NMDS quantitativo e qualitativo), foram significativos para o primeiro eixo da ordenação baseada em dados de abundância, os demais modelos não foram significativos.

O modelo baseado nos dados quantitativos, foi significativo para o primeiro eixo explicando aproximadamente 48% da variância ($R^2= 0,484$; $F_{4,16}= 3,755$; $P= 0,024$) e mostrando efeito significativo da profundidade da serrapilheira ($p= 0,028$, Figura 6) sobre a composição de anuros em áreas não-riparias; o segundo eixo explicou aproximadamente 10% da variância e não foi significativo ($R^2= 0,100$; $F_{4,16}= 0,445$; $P= 0,774$).

O modelo a partir dos dados qualitativos para o primeiro eixo explicou aproximadamente 32% da variância e não foi significativo ($R^2= 0,321$; $F_{4,16}= 1,894$; $P= 0,161$), o mesmo ocorrendo para o segundo eixo que explicou apenas 7% da variância ($R^2= 0,075$, $F_{4,16}= 0,322$; $P= 0,859$).

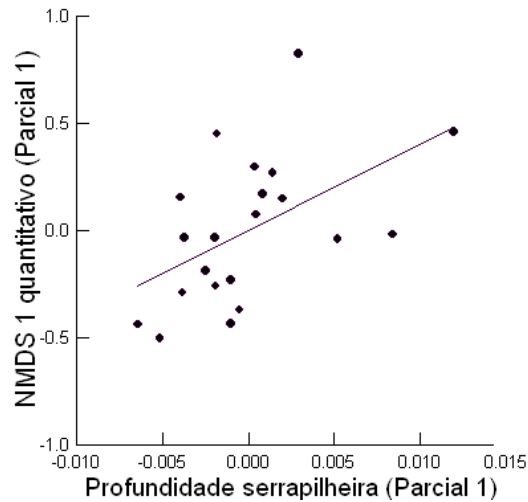


Figura 6. Relação entre o primeiro eixo do NMDS e a profundidade da serrapilheira, apartir dos dados quantitativos das 21 parcelas não- ripárias na Fazenda UFAM. (Valores parciais para as variáveis relacionadas).

O modelo de regressão para testar a relação entre o número de espécies e os fatores ambientais não foi significativo, explicando aproximadamente 16% da variância ($R^2=0,155$; $F_{4,16}=0,732$; $P=0,584$).

Discussão

Todas as espécies registradas no presente estudo correspondem a espécies de interior de floresta reportadas na Amazônia Central por estudos anteriores (Allmon, 1991; Zimmerman & Simberloff, 1996; Tocher *et al.*, 1997; Tocher *et al.*, 2001; Lima *et al.*, 2006; Menin *et al.*, 2008). Algumas destas espécies possuem ampla distribuição e também foram reportadas em outras florestas do norte da América do Sul (e. g. Peru: Aichinger, 1987; Duellman, 1995; Guianas: Gottsberger & Gruber, 2004; Ernst & Rödel, 2008).

Diferenças entre as áreas ripárias e não-ripárias

Estudos envolvendo a proximidade dos corpos d'água como variável, geralmente classificam as áreas como ripárias ou não-ripárias, comparando-as diretamente (Sabo *et al.*, 2005). Para Sabo *et al.* (2005), envolvendo diferentes grupos biológicos e com dados dos sete continentes, a riqueza média não foi maior nos habitats ripários em relação aos habitats não-ripários, contrastando com o encontrado no presente estudo, onde a riqueza foi maior nas zonas ripárias. Esse padrão também foi observado para anuros na Reserva Biológica Uatumã - Amazonas (Condrati, 2009), e de forma semelhante tem sido observado em grupos de plantas na Amazônia Central (Costa *et al.*, 2005; 2008, para ervas e palmeiras; Drucker *et al.*, 2008 para herbáceas). Contudo, o estudo de Sabo *et al.* (2005) suporta a

ideia de que uma maior riqueza de espécies em áreas ripárias em relação a áreas não-riparias não é um padrão geral no mundo todo.

Distribuição e abundância das espécies em uma área de 24 km²

Os resultados do presente estudo evidenciaram relação significativa entre a distribuição e a ocorrência das espécies com a proporção de argila no solo, sugerindo uma influência edáfica na distribuição das espécies de anuros. Contudo, Allmon (1991), também na Amazônia Central, não encontrou diferenças no número médio de anuros entre parcelas com tipo de solo diferentes, mas o tipo de solo foi analisado por meio de categorias (Solos arenosos ou argilosos) o que possivelmente não reflete de maneira acurada o gradiente de proporção de argila. Por outro lado, Watling (2005) na Costa Rica, encontrou que o padrão de distribuição de anuros é edaficamente influenciado, mostrando relações entre a abundância de anuros com a drenagem do solo. Na Austrália, Woinarski *et al.* (1999) encontraram associações entre a riqueza e abundância de anuros e a textura do solo, mas eles evitaram pontos de amostragem em áreas ripárias; no entanto as áreas desse estudo encontravam-se em planícies sazonalmente inundadas. Outro estudo, na Amazônia Central, desenvolvido por Menin *et al.* (2007), mostrou associação entre as espécies com reprodução terrestre e o conteúdo de argila do solo.

A proporção de argila em si, pode não ser o fator que determina diretamente a distribuição dos anuros, pois solos com menor proporção de argila estão relacionados com áreas mais próximas a corpos d'água, onde a disponibilidade de sítios de reprodução é maior, permitindo, assim, encontrar maior abundância e riqueza de anuros, como observaram Ernst & Rödel (2006). Além disso, a proporção de argila pode afetar a ocorrência de pequenos invertebrados, como observado em diferentes estudos (e.g. Vasconcelos *et al.*, 2003), o que ao mesmo tempo estaria influenciando a distribuição dos anuros, pois estes organismos fazem parte da dieta desse grupo (Vitt & Caldwell, 1994).

A profundidade da camada de serrapilheira é uma variável usualmente medida em estudos com comunidades herpetológicas, e alguns estudos têm demonstrado relação positiva entre a profundidade da serrapilheira e a abundância de anuros (e.g. Vonesh, 2001; Van Sluys *et al.*, 2007), concordando com o encontrado no presente estudo. Por outro lado, Allmon (1991) e Menin *et al.* (2007), não encontraram relação entre a profundidade da serrapilheira e o número total de indivíduos por parcela ou a riqueza de espécies com reprodução terrestre. Estas diferenças de resultados nos diferentes estudos pode estar relacionada como o método utilizado para medir a serrapilheira em cada estudo (Menin *et al.*, 2007), assim como a quantidade de chuva, que não foi analisada no presente estudo, e

que pode influenciar o processo de decomposição e acumulação da serrapilheira (Luizão & Schubart, 1986; Silva *et al.*, 2009).

Nas áreas ripárias foi detectado um maior número de espécies, representado principalmente por espécies dependentes de corpos d'água para reprodução, o que permite explicar o efeito significativo da distância do igarapé sobre a composição da assembléia. Assim, com o aumento da distância para água, sítios aquáticos disponíveis para reprodução desaparecem progressivamente. As espécies dependentes de corpos d'água para reprodução apresentaram uma distribuição mais restrita, enquanto espécies com especializações reprodutivas, tais como desenvolvimento direto ou girinos terrestres, apresentaram ampla distribuição, concordando com outros estudos realizados na Amazônia Central (Zimmerman & Bierregard, 1986; Allmon, 1991; Menin, 2005; Menin *et al.*, 2007, 2008), e outras florestas da América do Sul (Doan & Arriaga, 2002; Arroyo *et al.*, 2003; Donnelly *et al.*, 2005; Romero-Martínez *et al.*, 2009). Esta relação foi observada de forma semelhante, no presente estudo, também para o gradiente de proporção de argila.

Áreas ripárias

Ao analisar as assembléias separadamente, as variáveis analisadas não apresentaram efeito significativo sobre a composição ou sobre o número de espécies das áreas ripárias, mas diferentes resultados foram encontrados utilizando variáveis diferentes das analisadas no presente estudo. Menin (2005), na RFAD, testou variáveis edáficas (pH, proporção de argila), topográficas (inclinação) e de estrutura do hábitat (número de árvores) sobre o número, a abundância e a presença de espécies de anuros com reprodução dependente de corpos d'água, encontrando efeito significativo destas variáveis. Também, o fato de não ter obtido relações das variáveis analisadas, pode estar relacionado com semelhança nas parcelas enquanto os valores medidos para cada variável. Parris & McCarthy (1999), na Austrália, analisando relações entre variáveis de estrutura do hábitat (vegetação de sub-bosque na zona ripária, presença de palmeiras) e a composição de anuros, encontraram relação significativa, mostrando a importância da vegetação de sub-bosque na zona ripária para os anuros, fornecendo-lhes umidade, abrigo e sítios de vocalização. Keller *et al.* (2009) em Borneo, igualmente observaram a vegetação de sub-bosque como componente estrutural importante da assembléia de anuros.

Outros estudos analisaram variáveis da estrutura do hábitat ripário, como o tamanho do igarapé, mostrando também resultados diferentes. Condrati (2009) não encontrou relação entre o tamanho do igarapé com o número de espécies de anuros, mas com a composição observou relação significativa. Eterovick (2003), trabalhando no sudeste do Brasil, não

encontrou relação entre o tamanho do riacho e o número de espécies, apesar da tendência do número de espécies diminuir com o aumento no tamanho do igarapé, sugerindo que o tamanho do igarapé não é um bom preditor da riqueza de espécies. Keller *et al.* (2009), verificaram que o tamanho do riacho constitui um fator estruturante da assembléia de anuros, concordando com Parris & McCarthy (1999), que observaram que o tamanho do riacho apresentou uma relação significativa com a riqueza de espécies, mas apontaram que a riqueza de espécies não é uma medida informativa da composição de um conjunto de espécies. Esses autores também encontraram que o tamanho do igarapé apresentou a maior correlação com a composição de anuros nas áreas amostradas, contudo os autores notaram que áreas com igarapés de tamanhos similares tendem a ter os mesmos grupos de espécies, o que pode indicar que os igarapés amostrados na Fazenda UFAM possuem características similares que não permitiram captar o efeito desta variável.

A altitude, mais uma variável analisada em estudos com anuros, têm mostrado resultados diferentes. Parris & McCarthy (1999) analisaram a relação desta variável com a riqueza, sem encontrar relação significativa, correspondendo com o resultado obtido no presente estudo; já com a composição de anuros, a relação foi significativa, sendo que a altitude dos locais amostrados pelos autores oscilou entre 100 m e 580, enquanto na Fazenda a altitude das parcelas ripárias oscilou em uma escala menor (42 m - 92 m), o que explicaria a inexistência de relação, e até dificulta a comparação com esse estudo e outros que também utilizam uma escala maior.

Condrati (2009), diferentemente ao observado na Fazenda UFAM, encontrou relação significativa entre a composição de espécies e a largura do baixio, a velocidade da água, a vazão do igarapé e a altitude. A largura do baixio foi o fator ambiental mais relacionado com a composição de espécies baseada nos dados de abundância, pelo que o autor considerou esse fator como uma medida de disponibilidade de micro-habitats para reprodução das espécies da área estudada; mas o autor testou essas variáveis de forma independente, o que pode ter mascarado possíveis relações entre as variáveis, enquanto nós usamos análises multivariadas, analisando as variáveis em só um modelo, o que pode estar gerando resultados diferentes e de difícil comparação.

Áreas não-ripárias

A abundância de anuros foi influenciada pela profundidade da serrapilheira. Isso corrobora os resultados de estudos com assembléias ou espécies de anuros de floresta na América Central (Lieberman, 1986), na Amazônia Central (Tocher *et al.* 1997), na África (Vonesh, 2001), e no Sudeste do Brasil (Van Sluys *et al.*, 2007), o que pode ser explicado

pelos benefícios que a camada de serrapilheira oferece para os anuros (abrigo, disponibilidade de presas, menor risco de dessecação dos ovos e girinos). Contudo alguns estudos também na Amazônia Central, não encontraram relação entre a profundidade da camada de serrapilheira e abundância dos anuros (Allmon, 1991; Menin, 2005; Menin *et al.*, 2007).

A proporção de argila também teve efeito sobre a abundância de anuros de áreas não-riparias. Esta influência edáfica sobre a abundância para espécies ou grupos de espécies de anuros também foi observada em outros estudos (Woinarski *et al.*, 1999; Watling, 2005; Menin *et al.*, 2007).

O pH não mostrou relação significativa com a abundância ou ocorrência de espécies, concordando com o demonstrado por Vonesh (2001) na África. Por outro lado, foi detectada a influência do pH na abundância de algumas espécies de anuros da Amazônia Central, sugerindo tolerância das desovas, dessas espécies, a solos ácidos (Menin *et al.*, 2007).

Concluindo, os resultados deste estudo mostraram diferenças entre as assembléias de áreas ripárias e não-riparias que podem ser explicadas pela distribuição de espécies de anuros ao longo de um gradiente que vai de áreas próximas de igarapés (riparias) até áreas distantes influenciadas pelo conteúdo de argila no solo e pela espessura da camada de serrapilheira. Além disso, é possível encontrar espécies com distribuição restrita às áreas ripárias, como já detectado para outros grupos taxonômicos (e.g. Drucker *et al.*, 2008). Para a maioria das espécies de zonas ripárias, o ambiente além dessas áreas pode ser um fator limitante para a dispersão, mostrando variação na diversidade beta e a importância da heterogeneidade ambiental na estruturação das assembléias (Keller *et al.*, 2009). Ainda assim, podem existir outros fatores bióticos e abióticos, não analisados, influenciando a distribuição de determinadas espécies na área da Fazenda, como já observado em outros estudos (Ernst & Rödel, 2006; Menin *et al.*, 2007).

Literatura Citada

Aichinger, M. 1987. Annual activity patterns of anurans in a seasonal Neotropical environment. *Oecologia*, 71:583-592.

Allmon, W.D. 1991. A plot study of forest floor litter frogs, Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 7: 503-52.

- Araújo, A.C., A.D. Nobre, B. Kruijt, J.A. Elbers, R. Dallarosa, P. Stefani, C. von Randow, A.O. Manzi, A.D. Culf, J.H.C. Gash, R. Valentini & P. Kabat. 2002. Comparative measurements of carbon dioxide fluxes from two nearby towers in a central Amazonian rainforest: The Manaus LBA site. *Journal of Geophysical Research*, 107(D20): 8066-8091.
- Arroyo, S., A. Jerez & M.P. Ramírez-Pinilla. 2003. Anuros de un bosque de niebla de la cordillera oriental de Colombia. *Caldasia*, 25(1):153-167
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. *Ecology: individuals, populations and communities*. 3rd ed. Blackwell Science, Oxford.
- Bohlman, S.A., W.F. Laurence, S.G. Laurence, H.E.M. Nascimento, P.M. Fearnside, & A. Andrade. 2008. Importance of soils topography and geographic distance in structuring central Amazonian tree communities. *Journal of vegetation Science*, 19: 863-874.
- Condrati, L.H. 2009. *Padrões de distribuição e abundância de anuros em áreas ripárias e não ripárias de floresta de terra firme na Reserva Biológica do Uatumã - Amazônia Central*. Tese de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 52pp.
- Costa, F.R.C., W.E. Magnusson & R.C. Luizão. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology*, 93: 863-878.
- Costa, F.R.C., J.L. Guillaumet, A.P. Lima & O.S. Pereira. 2008. Gradients within gradients: The mesoscale distribution patterns of palms in a central Amazonian forest. *Journal of Vegetation Science*, 20:1-10.
- Crump, M.L. & N.J. Scott, Jr. 1994. Visual encounter surveys. In: W.R. Heyer; M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.-A.C. Hayek & M.S. Foster. (Eds.). *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington, USA. p. 84-92.
- Cruz, J. 2001. *Caracterização morfológica, fenológica e produtividade de Oenocarpus bacaba Martius (Palmae) em floresta de terra firme e pastagens na Amazônia Central*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 149p.

- Doan, T.M. & W.A., Arriaga. 2002. Microgeographic variation in species composition of the herpetofaunal communities of Tambopata region, Peru. *Biotropica*, 34(1):101-117
- Doan, T.M. 2003. Which methods are most effective for surveying rain forest herpetofauna? *Journal of Herpetology*, 37(1): 72-81.
- Doan, T.M., 2004. Extreme weather events and the vertical microhabitat of rain forest anurans. *Journal of Herpetology*, 38(3): 422-425.
- Donnelly, M.A., M.H. Chen & G.G.Watkins. 2005. Sampling amphibians and reptiles in the Iwokrama forest ecosystem. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 154:55-69
- Drucker, D.P., F.R.C. Costa & W.E. Magnusson. 2008. How wide is the riparian zone of small streams in tropical forests? A test with terrestrial herbs. *Journal of Tropical Ecology*, 24: 65-74.
- Duellman, W.E. 1995. Temporal fluctuations in abundance of anuran amphibians in a seasonal amazonian rainforest. *Journal of Herpetology*, 29(1): 13-21.
- Duellman, W.E. 1999a. Global distribution of amphibians: Patterns, conservation, and future challenges. In: W.E. Duellman (Ed). *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Duellman, W.E. 1999b. Distribution patterns of amphibians in South America. In: W.E. Duellman (Ed). *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Duellman, W.E. & L. Trueb. 1994. *Biology of amphibians*. Baltimore. The Johns Hopkins University Press.
- Embrapa. 1997. *Manual de analyses de solo*. 2ª edição. Rio de Janeiro. 212pp.
- Embrapa Solos. 1999. *Manual de analyses químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasilia. 270pp.
- Ernst, R. & M-O. Rödel. 2006. Community assembly and structure of tropical leaf-litter anurans. *Ecotropica*, 12: 113-129.

- Ernst, R. & M-O. Rödel. 2008. Patterns of community composition in two tropical tree frog assemblages: separating spatial structure and environmental effects in disturbed and undisturbed forests. *Journal of Tropical Ecology*, 24: 111-120.
- Eterovick, P.C. 2003. Distribution of anuran species among montane streams in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 19:219-228
- Faith, D., P.R. Minchin & L. Belbin. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio*, 69:57-68
- Fauth, J.E., B.I. Crother & J.B. Slowinski. 1989. Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of the Costa Rican leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 21(2): 178-185.
- Gotelli, N.J. & A.M. Ellison. 2004. *A Primer of Ecological Statistics*. Sinauer associates, Sunderland, 510p.
- Gottsberger, B. & E. Gruber. 2004. Temporal partitioning of reproductivity in neotropical anuran community. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 271-280.
- Guillaumet, J. & F. Kahn. 1982. Estrutura e dinamismo da floresta. *Acta Amazônica*, 12(4): 61-77.
- Halverson, M.A., D.K. Skelly, J.M.Kiesecker, & L.K. Freidenburg. 2003. Forest mediated light regime linked to amphibian distribution and performance. *Oecologia*, 134: 360-364.
- Inger, R.F. & R.K. Colwell. 1977. Organization of contiguous communities of amphibians and reptiles in Thailand. *Ecological Monographs*, 47: 229-253.
- Keller, A., M.O. Rödel, K.E. Linsenmeier & T.U. Grafe. 2009. The importance of environmental heterogeneity for species diversity and assemblages structure in Bornean stream frogs. *Journal of Animal Ecology*, 78:305-314.
- Kinupp, V.F., & W.E. Magnusson. 2005. Spatial patterns in the understory shrub genus *Psychotria* in central Amazonia: effects of distance and topography. *Journal of Tropical Ecology*, 21: 363-374.
- Legendre, P. & L. Legendre. 1998. *Numerical Ecology*. 2^a ed. Elsevier Science, Amsterdam, 970p.

- Lima, A.P., W.E. Magnusson, M. Menin, L.K. Erdtmann, D.J. Rodrigues, C. Keller, & W. Höld. 2006. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central = Guide to the frogs to Reserva Adolpho Ducke, Central Amazonia. Atemma, Manaus. 168pp.
- Lieberman, S.S. 1986. Ecology of the leaf-litter herpetofauna of a Neotropical rain forest: La Selva, Costa Rica. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 15: 1-72.
- Luizão, F.J. & H.O.R. 1986. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia central. *Acta Limnológica Brasileira*, 1:575-600.
- Magnusson, W.E., A.P. Lima, R.C. Luizão, F. Luizão, F.R.C. Costa, C.V.Castilho, & V.F. Kinupp. 2005. RAPELD: uma modificação do método de Gentry pra inventários de biodiversidade em sítios para pesquisa ecológica de longa duração. *Biota Neotropica*, 5(2). <<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?point-of-view+bn01005022005>>
- Marques Filho, A.O., M.N.G. Ribeiro, H.M. Santos & J.M. Santos. 1981. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Ducke – Manaus – AM. IV. Precipitação. *Acta Amazonica*, 11: 759-768.
- Menin, M. 2005. *Padrões de distribuição e abundância de anuros em 64 km² de floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 103pp.
- Menin, M., A.P. Lima, W.E. Magnusson & F. Waldez. 2007. Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*, 23: 539-547.
- Menin, M., F. Waldez & A.P. Lima. 2008. Temporal variation in the abundance and number of species of frogs in 10,000 ha of a forest in Central Amazonia, Brazil. *South America Journal of Herpetology*, 3(1): 68-81.
- Moreira, G. & A.P. Lima. 1991. Seasonal patterns of juvenile recruitment and reproduction in four species of leaf litter frogs in Central Amazonia. *Herpetologica*, 47(3): 295-300.
- Parris, K.M. & M.A. McCarthy. 1999. What influences the structure of frogs assemblages at forest streams? *Australian Journal of Ecology*, 24: 495-502.
- R development core team. 2007. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

- Ribeiro, J.E.L.S., M.G. Hopkins, A. Vicentini, C.A. Sothers, M.A.S. Costa, J.M. Brito, M.A.D. Souza, L.H.P. Martins, L.G. Lohmann, P.A.C.L. Assunção, E.C. Pereira, C.F. Silva, & M.R. Mesquita. Procópio, L. 1999. *Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 800pp.
- Rödel, M.-O. & R. Ernest. 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*, 10: 1-14
- Romero-Martínez, H.J., C.C. Vidal-Pastrana, J.D. Lynch & P. Dueñas. 2008. Estudio preliminar de la fauna Amphibia en el cerro Murrucucú, Parque Natrural Nacional Parmillo y zona amortiguadora, Tierralta, Córdoba, Colombia. *Caldasia*, 30(1):209-229.
- Sabo, J.L., R. Sponseller, M. Dixon, K. Gade, T. Harms, J. Heffernan, A. Jani, G. Katz, C. Soykan, J. Watts & J. Welter. 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology*, 86(1): 56-62.
- SBH – Sociedade Brasileira de Herpetologia. 2009. Lista de espécies de anfíbios do Brasil. Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH). Disponível na WorldWideWeb em: <http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm> [Acessado em: 4/XI/2009].
- Scott, Jr., N.J. 1982. The herpetofauna of forest litter plots from Cameron, Africa. In: N.J. Scott, Jr. (ed.). *Herpetological Communities: a symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologists' League*. United States Department of the Interior, Washington, USA. p. 145-150.
- Silva, R.M. da, J.M.N. da Costa, M.L.P. Ruivo, A.C.L. da Costa & S.S. Almeida. 2009. Influência de variáveis meteorológicas na produção de liteira na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará. *Acta Amazonica*, 39(3):573-582.
- Tocher, M.D. 1998. Diferenças na composição de espécies de sapos entre três tipos de floresta e campo de pastagem na Amazônia central. In: Gascon, C.; Montinho, P. (Eds.). *Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo*. Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia, Manaus. p. 219-232.
- Tocher, M.D., C. Gascon, & B.L. Zimmerman. 1997. Fragmentation effects on a Central Amazonian frog community: a ten-year study. In: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard

- (eds.). *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, University of Chicago Press, pp. 124-137.
- Tocher, M. D., C. Gascon, & J. Mayer. 2001. Community composition and breeding success of Amazonian frogs in continuous forest and matrix habitat aquatic sites. In: R. O. Bierregaard, Jr., C. Gascon, T. E. Lovejoy & R. Mesquita (eds.) *Lessons from Amazonia: The ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press, New Haven. p. 235-247.
- Van Sluys, M., D. Vrcibradic, C.E.L., Esbérad, M.A.S. Alves, H.H. Bergallo & C.F.D. Rocha. 2007. Ecological parameters of the leaf litter frog community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro State, Brazil. *Austral Ecology*, 32: 254-260.
- Vasconcelos, H.L., A.C.C. Macedo & J.M.S. Vilhena. 2003. Influence of topography on the distribution of ground-dwelling ants in an Amazonian forest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38:115-124
- Vitt, L.J., & J.P. Caldwell. 1994. Resource utilization and guild structure of small vertebrates in the Amazon forest leaf litter. *Journal of Zoology*, 234: 463-476.
- Vonesh, J.R. 2001. Patterns of richness and abundance in a tropical African leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 33(3): 502-510.
- Watling, J.I. 2005 Edaphically-biased distributions of amphibians and reptiles in a lowland tropical rainforest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40:15-21
- Wilkinson, L. 1990. *SYSTAT: The System for Statistics*. Chicago, SPSS Inc.
- Williams, S.E., & J.M. Hero. 2001. Multiple determinants of Australian tropical frog biodiversity. *Biological Conservation*, 98: 1-10.
- Wyman, R.L. 1988. Soil acidity and moisture and the distribution of amphibians in five Forests of Southcentral New York. *Copeia*, 1988(2): 394-399.
- Woinarski, J.C.Z., A. Fisher & D. Milne. 1999. Distribution patterns of vertebrates in relation to an extensive rainfall gradient and variation in soil texture in the tropical savannas of the Northern territory, Australia. *Journal of Tropical Ecology*, 15:381-398.
- Zimmerman, B.L. 1994. Audio Strip Transects. In: W.R. Heyer; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; Hayek, L.-A.C.; Foster, M.S. (Eds.). *Measuring and Monitoring Biological Diversity*.

Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington, USA. p. 92-97.

Zimmerman, B.L. & R.O. Bierregaard. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. *Journal of Biogeography*, 13: 133–143.

Zimmerman, B.L. & D. Simberloff. 1996. An historical interpretation of habitat use by frogs in a Central Amazonian Forest. *Journal of Biogeography*, 23: 27-46.

Apêndice 1: Modelos de regressão testados para dados de composição e ocorrência para os conjuntos de dados analisados na Fazenda UFAM, Manaus, AM, Brasil. (Const.= Constante, PS= Profundidade da serrapilheira, DI= Distância do igarapé, Arg= Proporção de argila, pH= pH do solo, Alt= Altitude, LB= Largura do baixo, TI= Tamanho do igarapé)

	Const.	PS	DI	Arg	pH	Alt	LB	TI	R ²	F	P
<i>II) Parcelas Uniformemente distribuídas</i>											
Dados Quantitativos											
NMDS1	0.588	-0.033	-0.001	-0.008					0.44	7.076	0.001
NMDS2	-1.204	0.351	0.0003	0.003					0.33	4.439	0.012
Dados Qualitativos											
NMDS1	0.316	0.03	0.0002	0.004					0.247	2.949	0.05
NMDS2	0.418	-0.138	0.0003	-0.001					0.152	1.619	0.208
No. espécies	12.085	-0.106	-0.002	-0.028					0.239	2.826	0.057
<i>III) Parcelas Ripárias</i>											
Dados Quantitativos											
NMDS1	-0.153					0.004	0.002	0.000003	0.189	1.241	0.328
NMDS2	0.221					-0.003	-0.001	0.0000002	0.041	0.23	0.874
Dados Qualitativos											
NMDS1	-0.003					-0.001	0.001	-0.000002	0.258	1.853	0.178
NMDS2	0.04					-0.001	0.0002	0.0000006	0.1	0.591	0.63
No. espécies	13.959					0.026	-0.007	-0.0001	0.107	0.636	0.603
<i>IV) Parcelas Não-riparias</i>											
Dados Quantitativos											
NMDS1	-0.109	40.351	0.0002	0.005	-0.341				0.484	3.755	0.024
NMDS2	-0.499	-0.887	0.0003	0.001	0.078				0.1	0.445	0.774
Dados Qualitativos											
NMDS1	-1.37	21.691	0.0002	0.002	0.145				0.321	1.894	0.161
NMDS2	-0.0674	3.272	0.0001	0.0003	0.128				0.075	0.322	0.859
No. espécies	21.598	-134.58	-0.001	-0.016	-1.634				0.155	0.732	0.584

Conclusões Gerais

No presente estudo foram registradas 33 espécies de anuros distribuídas em nove famílias. As espécies mais abundantes registradas foram aquelas que independem de corpos d'água para a reprodução, tais como *Leptodactylus* aff. *andreae*, *Pristimantis* spp. e *Synapturanus salseri*. Diferenças na riqueza e abundância das espécies entre as parcelas ripárias e não-ripárias foram observadas durante os períodos de amostragem, sendo que nas parcelas ripárias o número de espécies e o número de indivíduos foram maiores que os registrados para as parcelas não ripárias. Tais diferenças foram relacionadas com a presença de oito espécies registradas exclusivamente nas parcelas ripárias, correspondendo a espécies com reprodução dependente de corpos d'água (*Dendrophryniscus minutus*, *Vitreorana oyampiensis*, *Hypsiboas cinerascens*, *H. geographicus*, *O. buckleyi*, *Phyllomedusa tarsius*, *Pipa pipa* e *Leptodactylus riveroi*). Houve variação temporal na abundância das espécies ao longo da estação chuvosa amostrada, onde o maior número de indivíduos foi encontrado no meio da estação chuvosa e um maior número de espécies no final da estação chuvosa. A variação no número de espécies ao longo do período estudado ocorreu principalmente devido ao registro das espécies pouco comuns, com ambientes de reprodução específicos.

Foram detectadas diferenças na composição das assembléias de espécies de áreas ripárias e não-ripárias. Algumas dessas espécies possuem distribuição restrita às áreas ripárias. As espécies se distribuíram ao longo de um gradiente envolvendo desde áreas próximas de igarapés (ripárias) até áreas distantes. Analisando as parcelas uniformemente distribuídas e as parcelas não-ripárias separadamente, o presente estudo permitiu encontrar relação significativa entre a distribuição e a ocorrência das espécies da área com a proporção de argila e da profundidade da serapilheira. Não foi encontrada relação entre a composição de espécies de parcelas ripárias e as variáveis ambientais. A textura do solo (proporção de argila) possivelmente não é o fator causal que produz a variação na abundância e ocorrência das espécies. Em locais mais baixos e arenosos, próximos a riachos, existe uma menor concentração de argila, o que indica que as espécies foram encontradas principalmente nas áreas próximas a riachos e poças temporárias.

Apêndice II: Abundância máxima das espécies registradas nas 41 parcelas instaladas na Fazenda experimental da UFAM, Manaus, AM, Brasil.

Parcelas	Af	As	Dm	Rm	Rp	Vo	Hc	Hg	HI	Ob	Oo	Ot	Pb	Pta	Pto	Tr	Cc	La	Lf	Lk	Lli	Llo	Lm	Lp	Lrh	Lri	Ch	Sm	Ss	Pp	Pf	Po	Pz
LO1 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	15	0	6	5	6
LO1 3500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	1	0	22	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	30
LO1 5500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	9	7	16
LO1 6500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	15	5	20
LO1 7500	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	1	0	0	0	1	0	10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	40	37	0	7	4	6
LO2 500	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	34	1	0	0	0	1	0	5	6	0	2	0	0	0	0	0	2	15	66	0	4	4	9
LO2 1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	80	0	1	3	12
LO2 5500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	3	0	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	4	18
LO2 7500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1	0	0	0	1	0	36	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	10	0	13	0	20
LO3 3500	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	2	0	0	6	0	0	3	4	17
LO3 4500	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	11	0	17	2	32
LO3 5500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	3	17
LO3 6500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0	1	0	19	0	1	1	0	0	0	4	0	0	2	5	0	15	5	18
LO3 7500	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	8	4	22	
LO4 1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	1	44	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	30	0	14	7	9
LO4 2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	1	0	15	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7	40	0	4	10	14
LO4 3500	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11	0	4	0	1	3	0	20	0	0	2	0	2	2	1	0	0	1	6	0	22	6	12
LO4 4500	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	
LO4 5500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	8	4	27	
LO4 6500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	9	10	24	
LO4 7500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	2	0	0	0	2	0	10	0	2	0	0	0	0	2	0	0	8	26	0	16	10	22
NS1 100	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	20	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	23	18	46	
NS1 1300	0	0	0	1	0	18	0	0	0	0	27	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	16	0	0	8	3	6
NS2 2800	7	0	0	0	0	3	40	1	0	0	27	1	1	0	0	0	0	18	0	0	1	1	0	0	1	3	0	2	8	0	6	8	40
NS3 600	0	0	0	0	0	5	15	0	0	0	31	1	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	17	0	5	6	13

Parcelas	Af	As	Dm	Rm	Rp	Vo	Hc	Hg	HI	Ob	Oo	Ot	Pb	Pta	Pto	Tr	Cc	La	Lf	Lk	Lli	Llo	Lm	Lp	Lrh	Lri	Ch	Sm	Ss	Pp	Pf	Po	Pz
NS3 2000	0	0	1	0	0	21	25	1	0	0	12	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	3	0	24	32	0	4	4	29
NS4 1300	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	14	1	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	5	10	3	0	4	31	1	2	2	9
NS4 3000	0	0	1	0	0	5	36	10	0	1	22	1	0	0	0	0	0	21	0	0	3	0	0	1	2	8	0	3	39	0	5	9	26
NS5 1600	0	0	0	0	2	6	10	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	8	0	0	1	0	4	13	7
NS5 2800	1	0	0	0	0	12	40	10	0	0	30	2	0	0	0	1	0	24	0	0	6	0	0	2	1	7	0	0	23	0	5	4	16
NS6 1500	0	0	0	0	0	7	75	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	1	0	3	8	0	5	9	7
LO1 1500	0	0	0	0	0	3	42	0	0	0	15	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	27	0	15	10	7
LO1 2500	0	0	0	1	0	2	24	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	3	0	1	0	7	19	0	18	12	28
LO1 4500	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	14	0	0	0	0	2	0	15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	7	0	2	9	3
LO2 2500	0	0	0	0	0	6	45	3	0	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	4	1	3	0	6	12	0	12	6	37
LO2 3500	0	0	0	0	0	8	15	0	0	0	16	0	1	0	0	0	0	10	0	0	1	0	0	4	19	0	0	0	7	0	7	3	13
LO2 4500	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	19	0	0	0	0	2	0	39	0	0	1	0	0	0	8	0	2	0	0	0	10	6	3
LO2 6500	0	0	1	0	0	0	20	0	0	0	19	2	0	0	0	0	0	23	0	0	1	0	0	2	1	0	0	5	8	0	3	4	10
LO3 500	0	0	0	0	1	3	35	1	0	0	21	1	0	0	0	0	0	29	0	0	3	0	0	1	0	0	0	9	102	0	23	4	25
LO3 1500	0	0	0	1	0	0	30	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	43	0	0	1	0	0	0	1	0	0	7	10	0	12	5	6
LO4 500	0	0	0	0	0	4	33	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1	0	7	0	0	17	4	0	6	4	47

<i>Af = Allobates femoralis</i>	<i>Ot = Osteocephalus taurinus</i>	<i>Lm = Leptodactylus mystaceus</i>
<i>As = Atelopus spumaris</i>	<i>Pb = Phyllomedusa bicolor</i>	<i>Lp = Leptodactylus pentadactylus</i>
<i>Dm = Dendrophryniscus minutus</i>	<i>Pta = Phyllomedusa taurinus</i>	<i>Lrh = Leptodactylus rhodomystax</i>
<i>Rm = Rhinella marina</i>	<i>Pto = Phyllomedusa tomopterna</i>	<i>Lri = Leptodactylus riveroi</i>
<i>Rp = Rhinella proboscidea</i>	<i>Tr = Trachycephalus resinifictrix</i>	<i>Ch = Chismocleis hudsoni</i>
<i>Vo = Vitreorana oyampiensis</i>	<i>Cc = Ceratophrys cornuta</i>	<i>Sm = Synapturanus mirandaribeiroi</i>
<i>Hc = Hypsiboas cinerascens</i>	<i>La = Laptodactylus aff. andreae</i>	<i>Ss = Synapturanus salseri</i>
<i>Hg = Hypsiboas geographicus</i>	<i>Lf = Leptodactylus fuscus</i>	<i>Pp = Pipa pipa</i>
<i>HI = Hypsiboas lanciformis</i>	<i>Lk = Leptodactylus knudseni</i>	<i>Pf = Pristimantis fenestratus</i>
<i>Ob = Osteocephalus buckleyi</i>	<i>Lli = Leptodactylus lineatus</i>	<i>Po = Pristimantis ockendeni</i>
<i>Oo = Osteocephalus oophagus</i>	<i>Llo = Leptodactylus longirostris</i>	<i>Pz = Pristimantis zimmermanae</i>