



Pós-Graduação  
**ZOOLOGIA**  
MPEG/UFPA



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA

# **INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS E DA DISTÂNCIA ESPACIAL NA COMUNIDADE DE ANUROS DE FLORESTAS DE TERRA-FIRME NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**Alinne Nayara Negrão Gonçalves**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Zoologia, do convênio Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientadora: **Dra. Maria Cristina dos Santos Costa**

Área de concentração: *Conservação e Ecologia*

BELÉM – PARÁ

2013

**ALINNE NAYARA NEGRÃO GONÇALVES**

**INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA  
COMUNIDADE DE ANUROS DE FLORESTAS DE  
TERRA-FIRME NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Zoologia, do convênio Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientadora: **Dra. Maria Cristina dos Santos Costa**

BELÉM - PARÁ

2013

**ALINNE NAYARA NEGRÃO GONÇALVES**

**INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA  
COMUNIDADE DE ANUROS DE FLORESTAS DE  
TERRA-FIRME NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Banca Examinadora: **Dra. Maria Cristina dos Santos-Costa**

*Orientadora*

*Universidade Federal do Pará*

*Instituto de Ciências Biológicas*

**Maria Aparecida Lopes, Ph.D.**

*Universidade Federal do Pará*

*Instituto de Ciências Biológicas*

**Dr. Marcelo Menin**

*Universidade Federal do Amazonas*

*Instituto de Ciências Biológicas*

*Departamento de Biologia*

**Dra. Paula Hanna Valdujo**

*Universidade de São Paulo*

*Instituto de Biociências*

**Dr. Raúl Eduardo Maneyro Landó**

*Universidade de la República*

*Faculdade de Ciências Sección Zoología Vertebrados*

**Fábio de Oliveira Roque, Ph.D.**

*Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*

*Centro de Ciências Biológicas e da Saúde- CCBS*

*“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”*

(José de Alencar)

**D**edico aos meus pais, Amarildo e Conceição e à minha irmã Amanda. O amor de vocês é o bem mais precioso que possuo. À minha amada Mãe Zé, por ser fonte de fé e de vida em todo o meu caminho.

**O**fereço ao meu companheiro Derik de Melo, com todo amor, como uma demonstração de tudo que nós podemos ser Juntos, basta ter Força e Fé!

## AGRADECIMENTOS

Agradecer à minha orientadora Maria Cristina, “Kita”, por todo apoio e por toda dedicação para o desenvolvimento deste trabalho. Por fazer crescer em mim a vontade para vencer desafios e por me mostrar o brilho do conhecimento daquilo que se quer conhecer. Mesmo que eu tenha caído para tua orientação por coincidência, o AMOR que fizestes nascer em mim pela HERPEOLOGIA já fez qualquer mudança valer a pena. Fica além da orientadora, a minha eterna amiga Kita.

Ao *M.Sc.* Youszef Bitar por toda contribuição, críticas e correções para o desenvolvimento deste trabalho, além de contribuir para o meu engrandecimento profissional e pessoal.

À *M.Sc.* Leandra Cardoso, pela ajuda em campo, no planilhamento dos dados e envio de bibliografias. Ao *M.Sc.* Kleiton Silva por todo empenho em ajudar no campo do Amapá e por todos os seus “ensinamentos” de como se “portar” em campo.

A todo pessoal da equipe de campo, em especial: Almir, Seu Luiz, Telma e Vander (Maguila) da FLONA do Amapá; Raimundo Antônio (Pelado) da FLONA de Caxiuanã e a todos os funcionários da Estação Científica Ferreira Penna em Caxiuanã. Obrigado pelo apoio nas coletas e por toda hospitalidade, com certeza esse trabalho teria sido muito mais difícil sem a ajuda de vocês.

Ao PPBio Núcleo Regional do Amapá e a Jucivaldo Dias Lima, pelo apoio logístico à viagem e permanência em campo na FLONA do Amapá.

Ao PPBio Núcleo Regional Leste do Pará, em especial a Dra. Marlúcia Bonifácio Martins e Dr. Alexandre Bragio Bonaldo, pelo apoio financeiro para as idas a campo para a área do PPBio na Flona de Caxiuanã e, a José Raimundo Guimarães, gerente de campo deste PPBio por todo apoio logístico para as viagens.

Agradecer ao SISBIOTA, em especial a Dra. Teresa Cristina Sauer de Ávila-Pires, pelo apoio financeiro concedido a todas as viagens a campo deste trabalho.

A CAPES pela bolsa concedida para o desenvolvimento deste trabalho.

À Lanna Peixoto e Fabrício Corrêa pela ajuda e correções no abstract.

Agradecer aos meus pais, Amarildo e Conceição Gonçalves por todo apoio, paciência incentivo e amor. Por entenderem quando muitas vezes fiquei longe e, por serem esteio

forte nas horas em que mais precisei. Se hoje acontece a farta colheita, com certeza foi porque vocês me ajudaram arduamente durante a plantação. Amo vocês.

A minha irmã Amanda Negrão, por toda ajuda, parceria e amor. Por aguentar todos os meus momentos de “estresse” e simplesmente por ser o amor da minha vida.

A toda minha família, tios, primas, avôs e avós, pelos ótimos momentos vividos ao lado de vocês. Tenho muito orgulho de tê-los como família.

A minha segunda família, Tia Tânia e Tio Luiz, Danilo e Débora, por todo apoio e afeto com que me receberam e dedicam a mim.

As minhas amigas-irmãs Laena e Jamile por serem companhia, diversão, ouvido, voz, silêncio e mão amiga em todos os momentos que eu preciso. Aos meus amigos Moisés e Rudack por todo afeto. A Lanna e Rafael pela amizade. Ao Alírio Magno pelos “galhos quebrados” e amizade.

A Sandro e Marina por serem um presente que veio junto com esse mestrado, meus queridos amigos de cafés e de outras tantas coisas, companheiros que irão ficar agora para vida toda.

A Lenise (bifi) companheira de mestrado, laboratório, herpetologia, desespero, calma e alegrias. Por “quebrar inúmeras árvores” e por ser amiga nos momentos em que mais precisei.

Aos meus amigos da turma de mestrado: Manoel, Bia, Fernanda, Renata e Suzanne, pelos bate-papos nem sempre tão científicos e pelos momentos de descontração.

A toda turma de Mestrado em Zoologia 2011 pelos momentos vividos juntos.

Ao Prof<sup>o</sup> Luciano Montag, Marcos Pérsio e Maria Aparecida Lopes pelas contribuições na banca de qualificação deste trabalho.

Ao Prof<sup>o</sup> Leandro Juen e Fábio Roque pelas críticas e sugestões para este trabalho na Semana da Pós do MPEG.

Aos meus amigos de laboratório de Herpetologia da UFPA: Larissa, Caio, Bárbara, Loana, Kleiton, Dina-Mara, Cássia, Lenise, Fabrício, Heriberto, Youszef e Leandra; E aos amigos do Laboratório de Zoologia e Ecologia de Vertebrados da UFPA: Carol,

Tiago Barbosa, Bruno Eleres, Naraiana, Simone, Renata e Suzanne pela convivência, partilha de conhecimento e amizade.

Aos Professores da pós-graduação, em especial: Ana Cristina, Maria Aparecida Lopes e Luciano Montag (Miúdo) pelas sugestões, discussões e pela amizade.

Às secretárias do PPGZool, Dorotéia e Vanessa pela disponibilidade em sempre poder ajudar. Ao programa de Pós-graduação em Zoologia, a UFPA e ao MPEG pela infraestrutura e de pessoal para o desenvolvimento desta dissertação.

À minha querida e amada Mãe Zé, por ser a luz que ilumina os nossos caminhos com Fé, dedicação e sabedoria e com mãos de quem pode fazer tudo. Obrigada por tudo, terás para sempre minha profunda admiração.

Ao meu amado companheiro Derik Melo, por todo amor e com todo amor. Por ser auxiliar de campo, pesquisador, leitor e revisor deste trabalho. Por ser companheiro das horas fáceis e difíceis. Por me mostrar que a paciência é um dom e que amar não é difícil. Por ser porto seguro sempre que eu precisei. De todo amor que eu tenho, metade foste tu quem me deu. Obrigada meu bem, por tudo, nossa colheita já começou. Amo-te.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>MÉTODOS</b>	<b>5</b>
Área de Estudo	5
Coleta dos Dados – Anuros	6
Coleta de Dados – Variáveis ambientais	6
Análise dos Dados	8
<b>RESULTADOS</b>	<b>10</b>
Diversidade de anuros	10
Influência dos fatores ambientais em escala local	12
Influência dos fatores ambientais em escala regional	14
<b>DISCUSSÃO</b>	<b>16</b>
Padrões de diversidade de anuros em escala local	16
Padrões de diversidade de anuros em escala regional	17
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>20</b>
<b>ANEXO - Variáveis ambientais</b>	<b>29</b>

# INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA COMUNIDADE DE ANUROS DE FLORESTAS DE TERRA-FIRME NA AMAZÔNIA ORIENTAL

ALINNE NAYARA NEGRÃO GONÇALVES<sup>1,3</sup>, YOUSZEF OLIVEIRA DA CUNHA BITAR<sup>1</sup>, MARIA CRISTINA DOS SANTOS-COSTA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brasil*

<sup>2</sup>*Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil*

<sup>3</sup>*Email para correspondência: linne\_bio@yahoo.com.br*

## RESUMO

O conhecimento da variabilidade ambiental auxilia nas predições que podem ser feitas sobre o que as alterações no meio abiótico causariam à distribuição das espécies. Neste estudo nós avaliamos em escala local e regional a influência de variáveis ambientais sobre a composição das comunidades de anuros de três áreas de floresta de terra-firme na Amazônia: Floresta Nacional do Amapá, Floresta Nacional do Tapajós e Floresta Nacional de Caxiuanã. Foram realizadas três expedições uma a cada área, no período de janeiro a abril de 2012, concomitantemente com o período chuvoso em cada uma. Foram amostradas 56 parcelas, utilizando o método de procura auditiva/visual. As variáveis ambientais coletadas foram: altura de serrapilheira, abertura de dossel, circunferência à altura do peito de plantas com CAP  $\geq 5$  cm e densidade de árvores e cipós, temperatura e umidade do ar. Em escala local a composição de espécies não foi afetada por nenhuma das variáveis ambientais testadas, mas em escala regional, a altura de serrapilheira, abertura de dossel, umidade e temperatura contribuíram com 2% da variação na composição de espécies. A análise de redundância parcial indicou que não há influência significativa da distância e das variáveis ambientais localmente, mas regionalmente tanto as variáveis ambientais quanto a distância influenciam na composição de espécies da comunidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** anuros, escala local, escala regional, floresta nacional, variáveis ambientais.

\*Esta dissertação foi redigida de acordo com as normas de formatação para submissão à revista Journal of Tropical Ecology. Exceto pela língua e posição das figuras e tabelas.

## **ABSTRACT**

The knowledge of environmental variability assists in predictions about how changes in abiotic environment could affect species distribution. In this study, we evaluated the influence of environmental variables in the composition of frogs communities on local and regional scale from three preserved areas of rainforest mainland: Amapá National Forest, Tapajós National Forest and Caxiuanã National Forest. During the rainy season, between January and April 2012, a total of 56 plots were installed, and we surveyed for amphibians once on each plot, using simultaneously auditive and visual surveys. The environmental variables collected were: leaf litter height, canopy openness, length at breast height of trees and tree density, air temperature and moisture. In each area the species composition was not affected by canopy openness, leaf litter height and length at breast height of trees. On a regional scale, moisture, temperature, leaf litter height and canopy openness influenced the species composition of the community. The partial redundancy analysis for each area did not indicate significant influence of distance and environmental variables locally, but regionally showed that both distance and environmental variables may influence the community.

**KEYWORDS:** environmental variables, frogs, local scale, national forests, regional scale.

## INTRODUÇÃO

Diversos fatores ecológicos estão correlacionados com os padrões atuais de distribuição das espécies de anuros e vários estudos vêm sendo realizados a fim de entender os padrões de distribuição e abundância das espécies em diferentes regiões (Morin 1983, Menin *et al.* 2007, Rossa-Feres & Jim 1994, Silva & Rossa-Feres 2007, Souza *et al.* 2008). Para anuros, características ecológicas e fisiológicas de cada espécie estão intimamente relacionadas com variáveis ambientais, como temperatura e umidade (Duellman & Trueb 1994) e, estas variáveis determinam em diferentes escalas as condições viáveis para a sobrevivência e reprodução das espécies (Duellman & Trueb 1994, Jetz & Fine 2012).

Ambientes estruturalmente mais complexos oferecem uma maior variedade de microhábitats do que os estruturalmente mais simples (Pianka 1994), e a hipótese de que áreas com maior heterogeneidade de hábitats suportam um maior número de espécies em várias escalas espaciais é fortemente destacada para diversos grupos taxonômicos (Behangana & Luiselli 2008, Brose 2003, Carnova & Marchesi 2007, Cramer & Willig 2002, Ganzhorn *et al.* 1997, Poulsen 2002, Willig *et al.* 2003). Contudo, estudos práticos que confirmem essa hipótese ainda são restritos a trabalhos de comunidades de vertebrados que sofrem influência antrópica direta, sem levar em consideração hábitats preservados (Tews *et al.* 2004).

Particularmente na região amazônica, características do relevo, clima, tipos vegetacionais e altitude, são fatores relevantes para entender a organização das comunidades de anuros em macroescalas (Duellman 1999b) e áreas de floresta com

altos índices de precipitação tendem a apresentar um maior número de espécies (Duellman 1999b).

Em escala local características abióticas como altura da serrapilheira, temperatura ambiente, luz incidente no solo, ph do solo, presença de corpos d'água e microhabitats terrestres com alta umidade, podem influenciar na estrutura das comunidades de anuros (Aichinger 1987, Bernarde, 2007, Menin 2005, Vonesh 2001, Wyman 1988). Anuros possuem distribuição fortemente correlacionada com essas variáveis, por algumas características fisiológicas e reprodutivas como ectotermia, pele permeável e dependência parcial ou total da água para reprodução e sobrevivência (Prado & Pombal 2005). Informações ambientais, quando obtidas no local de estudo da anurofauna, permitem entender em que condições as populações interagem com o ambiente que vivem (Pulliam 2000). Além disso, podem definir a importância relativa dos fatores bióticos e abióticos na estruturação e composição das comunidades (Pulliam 2000).

A anurofauna apresenta acentuada diversidade de espécies com mais de 900 espécies descritas somente para o Brasil (SBH 2012) e somente na Amazônia são conhecidas cerca de 240 espécies (Frost 2013). As poucas informações descritas para a manutenção de toda essa diversidade, somadas às mudanças no clima (Hero *et al.* 2006), ao desmatamento e poluição, e às doenças (Loyola *et al.* 2008) às quais os anuros estão expostos, dificultam a manutenção de políticas sustentáveis para conservação dessas espécies (Azevedo-Ramos & Galatti 2002, Silvano & Segalla 2005).

Quantificar as condições ambientais a partir da medição de variáveis e relacionar com as espécies de uma dada área, é parte fundamental para descrever a estruturação da

comunidade e podem subsidiar a elaboração de estratégias de conservação das espécies. O conhecimento da variabilidade ambiental auxilia nas predições que podem ser feitas sobre o que as alterações no meio abiótico causariam às espécies (Williams & Hero 2001). Baseado nisto, este trabalho teve como objetivo relacionar a composição e abundância das comunidades de anuros com o seu ambiente físico a fim de responder a seguinte questão: As comunidades de anuros das três áreas florestais avaliadas respondem aos efeitos das variáveis ambientais avaliadas e da distância espacial (ou geográfica)?

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Este estudo foi realizado em três Florestas Nacionais (FLONA) do bioma Amazônico (figura 1). A FLONA do Amapá, localizada no estado do Amapá (51°56 a 51°59'W e 01°02'N a 01°18'N), apresenta uma área estimada de 459.867,17 ha. A precipitação anual da região está em torno de 2750 mm e há pequena variação da temperatura do ar ao longo do ano, com a temperatura média mensal variando de 26°C a 28°C (Oliveira *et al.* 2010). A Floresta Nacional do Tapajós (2°45 a 4°10'S e 54°45' a 55°30'W) apresenta uma área estimada de 549.066,87 ha, temperatura média anual de 25,5°C e precipitação média anual de 2100 mm (Costa *et al.* 2007). A FLONA de Caxiuanã (01°37 a 01°54'S e 51°19 a 51°58'W) possui uma área de 317.946,37 ha e apresenta precipitação média anual de 1920 mm e a média anual de temperatura do ar é de 26°C, com mínima de 22°C e máxima de 32°C. (Ferreira da Costa *et al.* 2004, Oliveira *et al.* 2011). A estação chuvosa ocorre de dezembro a abril na FLONA do Amapá, dezembro a maio na FLONA do Tapajós e dezembro a junho na FLONA de Caxiuanã (Costa *et al.* 2007, Oliveira, *et al.* 2010, Oliveira *et al.* 2011).

O tipo de vegetação de cada uma das FLONA é, em sua maior parte, constituído de floresta ombrófila densa de terra-firme (Costa *et al.* 2007, Oliveira *et al.* 2010, Oliveira *et al.* 2011).

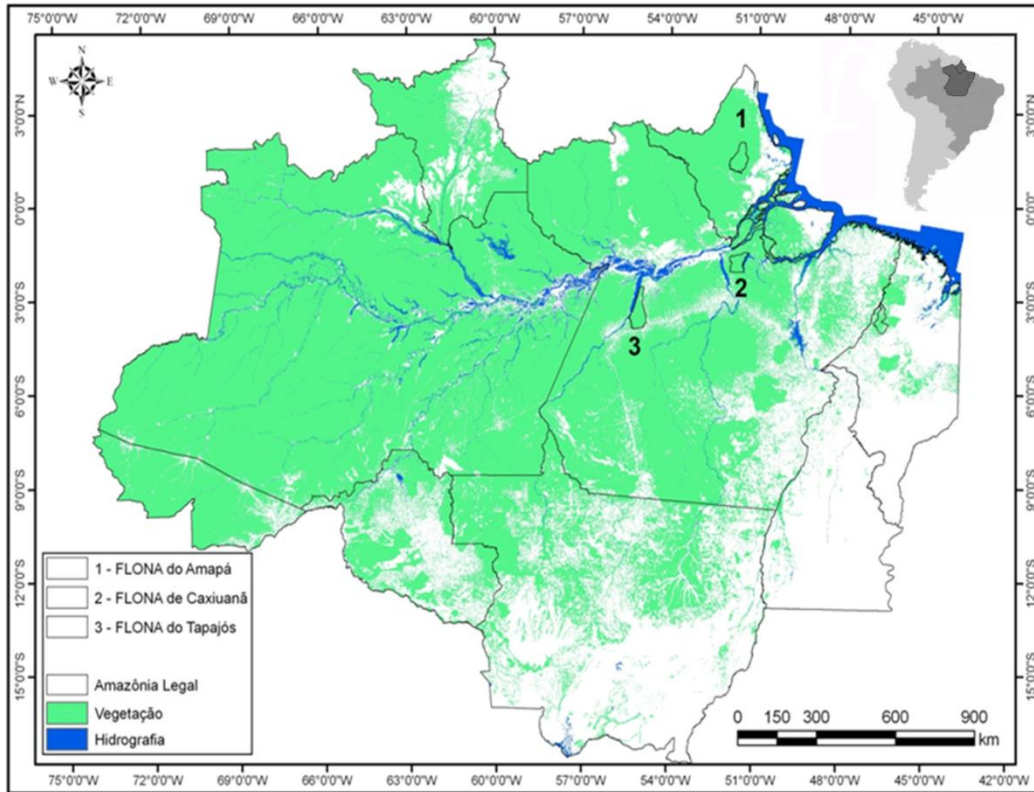


Figura 1: Locais de amostragem em floresta de terra firme na Amazônia brasileira. 1- Floresta Nacional do Amapá; 2- Floresta Nacional de Caxiuanã; 3- Floresta Nacional do Tapajós. Fonte: Tássia Nunes.

### Coleta dos dados

Foram realizadas expedições de 20 dias em cada uma das FLONA, todas durante o período chuvoso: janeiro-fevereiro, no Amapá; fevereiro-março no Tapajós; e março-abril em Caxiuanã. Em cada uma das FLONA foram estabelecidas sistematicamente parcelas, medindo 30 m x 70 m, distantes ao menos 500 m umas das outras. Todas as parcelas foram georreferenciadas com o auxílio de um aparelho *GPS*. O critério

escolhido para a implantação de todas as parcelas foi a presença de corpos d'água, sendo eles permanentes ou temporários, pois esses são os principais fatores ambientais preditores da distribuição e utilização do habitat por espécies de anuros na região amazônica (Menin 2005, Zimmerman & Bierregaard 1986). Todas as parcelas eram retas e foram implantadas de forma a incluir tanto o corpo d'água quanto uma área terrestre ao redor deste, de maneira que sempre que possível, a presença do corpo d'água ocorresse ao centro da parcela. Foram implantadas 56 parcelas, sendo 20 parcelas na FLONA do Amapá, 17 parcelas na FLONA do Tapajós e 19 parcelas na FLONA de Caxiuanã. Todas as parcelas foram vistoriadas apenas uma vez, incluindo os períodos diurno e noturno.

Foram utilizados simultaneamente dois métodos de amostragem, o encontro visual e a procura auditiva (Crump & Scott 1994, Zimmerman 1994). Cada parcela foi vistoriada por quatro observadores, dois ao centro da parcela e dois nas extremidades. Todos os estratos da vegetação eram vistoriados a fim de identificar o maior número de anuros tanto na vegetação mais alta (até 3m de altura), quanto na serrapilheira, dentro dos corpos d'água ou embaixo de troncos caídos no chão da parcela. Todos os anuros observados foram coletados e os identificados vocalizando foram contabilizados apenas por um único coletor a fim de evitar superestimativas de abundância. Os anuros coletados que já possuíam espécimes testemunho foram devolvidos ao fim da vistoria na parcela e os que não possuíam foram anestesiados com Lidocaína, mortos, e fixados com formol 10% e acondicionados em álcool 70%. Os espécimes encontram-se na coleção temporária da Universidade Federal do Pará e posteriormente serão depositados na coleção Herpetológica do Museu Paraense Emílio Goeldi.



## **Variáveis ambientais**

Em cada uma das 56 parcelas foram coletadas as seguintes variáveis ambientais: I) temperatura (°C) e II) umidade relativa do ar ao nível do solo: medidas com um termohigrômetro, durante o período diurno e noturno; III) altura da serrapilheira: medida em quatro pontos aleatórios ao longo da parcela com uma régua adentrando a serrapilheira; IV) abertura do dossel: com uma máquina digital posta a 1,5 m de altura do solo, voltada para o dossel, foram retiradas quatro fotografias não hemisféricas em quatro pontos distintos e aleatórios dentro da parcela. As fotos foram analisadas no programa *ENVI 4.5*, através da contagem dos pixels claros e escuros (áreas não cobertas e cobertas pelas árvores, respectivamente).

Além disso, em cada parcela foram estabelecidas, duas subparcelas de 10 m x 5 m, onde foi avaliada a estrutura da vegetação, considerando apenas indivíduos com circunferência à altura do peito (CAP)  $\geq 5$  cm). Foram medidos: I) CAP de árvores e lianas; II) densidade de árvores; III) densidade de lianas; IV) densidade de palmeiras; V) densidade de troncos caídos. Todas as variáveis ambientais foram obtidas por um único coletor.

## **Análise dos dados**

Os efeitos do ambiente e da distância espacial na composição e abundância relativa de espécies foram testados em escala local (em cada FLONA) e regional (todas as FLONA juntas).

Primeiro, foram construídas matrizes com os dados de abundância das espécies por parcela que, subsequentemente foram reduzidas através do método de ordenação de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). Esta técnica de NMDS analisa

as diferenças na estrutura das comunidades através da composição e da abundância e diminui a dimensionalidade dos dados preservando apenas a relação de ordenação entre os objetos (Legendre e Legendre 1998). Para a construção da matriz de associação usada no NMDS, foi utilizada a distância de *Bray-Curtis* para dados quantitativos.

Para testar a associação da composição das comunidades com as variáveis ambientais foi realizada uma análise de regressão múltipla. Foi realizado um teste de correlação de Spearman a fim de investigar a presença de colinearidade entre as variáveis mensuradas. As variáveis utilizadas na regressão múltipla foram aquelas que apresentaram valor de correlação menor que 40% com as demais: CAP, altura de serrapilheira e abertura de dossel (tabela 1).

Tabela 1: Correlação de Spearman entre as variáveis ambientais das 56 parcelas implantadas em três áreas e floresta de terra firme: Floresta Nacional do Amapá, Floresta Nacional do Tapajós e Floresta Nacional de Caxiuanã. Os dados em vermelho são das variáveis ambientais que apresentaram valor de correlação menor que 40% e não estavam correlacionadas com as demais.

	Árvores	Altura Serrap.	Abert. dossel	Umid. dia	Umid. noite	Temp. dia	Temp. noite	CAP
Densidade de Árvores	0							
Altura Serrapilheira	0.4067	0						
Abertura de dossel	-0.4644	-0.22893	0					
Umidade dia	0.36245	0.55482	-0.46641	0				
Umidade noite	0.30508	0.54982	-0.43336	0.88375	0			
Temperatura dia	-0.1076	-0.22619	0.45903	-0.59154	-0.51617	0		
Temperatura noite	-0.1295	-0.30928	0.35311	-0.49545	-0.55025	0.642	0	
CAP(média)	-0.4919	-0.1877	0.063776	-0.23682	-0.13294	0.02343	-0.09607	0

Na regressão múltipla foi testada o efeito das variáveis ambientais CAP, abertura de dossel e altura de serrapilheira (variáveis independentes) sobre a composição das espécies de anuros representada pelo primeiro eixo gerado pela ordenação NMDS (variável dependente).

Para avaliar o efeito do ambiente e da distância na composição das espécies de anuros foram feitas análises de redundância parcial (RDA-p) em cada uma das três áreas e posteriormente nas três áreas juntas. Como resultado, a RDA-p apresenta quatro frações: [a] efeito das variáveis ambientais; [b] efeito da interação entre distância espacial, e variáveis ambientais; [c] efeito da distância espacial; e [d] é o resíduo, que é a variação que não é explicada por nenhum dos outros fatores medidos (Borcard *et al.* 1992, Rangel *et al.* 2010). Para esta análise, os dados das variáveis ambientais foram log-transformados a fim de remover a variação de medidas nos dados originais. Para testar a significância dos eixos ortogonais gerados pela RDA-p, foi realizada uma análise de variância unifatorial (ANOVA/  $p < 0.05$ ). Todas as análises foram realizadas utilizando o programa *R* (R Development CoreTeam 2010).

## RESULTADOS

Foram registrados 63 espécies de anuros, distribuídas em 12 famílias, sendo registrados 2643 indivíduos (Tabela 2). As famílias com maior número de espécies foram: Hylidae (N = 27; 42%), Leptodactylidae N = 9; 14%) e Bufonidae (N = 6; 9%). As espécies com o maior número de indivíduos foram: *Vitreorana oyampiensis* (N = 220), *Dendropsophus minusculus* (N = 220) e *Amazoprynella bokermanni* (N = 194).

Tabela 2: Espécies de anuros registrados nas três áreas de estudo: Floresta Nacional do Amapá; Floresta Nacional do Tapajós; Floresta Nacional de Caxiuana. N = número total de indivíduos.

<b>Família/Espécie</b>	<b>Amapá</b>	<b>Tapajós</b>	<b>Caxiuana</b>	<b>N</b>
<b>Allophryidae</b>				
<i>Allophryne ruthveni</i>	85	—	—	85
<b>Aromobatidae</b>				
<i>Allobates femoralis</i>	12	5	—	17
<i>Allobates trilineatus sp1</i>	—	29	—	29
<i>Allobates trilineatus sp2</i>	—	—	17	17
<i>Allobates trilineatus sp3</i>	—	—	3	3
<b>Bufonidae</b>				
<i>Amazophrynella minuta</i>	1	—	—	1
<i>Amazophrynella bokermanni</i>	—	122	72	194
<i>Atelopus hoogmoedi</i>	3	6	—	9
<i>Rhaebo guttatus</i>	2	—	—	2
<i>Rhinella castaneotica</i>	—	2	13	15
<i>Rhinella marina</i>	1	6	—	7
<b>Craugastoridae</b>				
<i>Pristimantis chiastonotus</i>	10	—	—	10
<i>Pristimantis fenestratus</i>	—	24	—	24
<i>Pristimantis marmoratus</i>	12	—	—	12
<b>Centrolenidae</b>				
<i>Hyalinobatrachium sp.</i>	—	18	—	18
<i>Hyalinobatrachium cappellei</i>	31	—	—	31
<i>Hyalinobatrachium mondolfii</i>	—	98	26	124
<i>Vitreorana oyampiensis</i>	—	76	144	220
<b>Ceratophryidae</b>				
<i>Ceratophrys cornuta</i>	9	—	—	9
<b>Dendrobatidae</b>				
<i>Adelphobates castaneoticus</i>	—	15	—	15
<i>Ameerega pulchripecta</i>	1	—	—	1
<i>Ranitomeya amazonica</i>	—	—	3	3
<b>Hylidae</b>				
<i>Dendropsophus sp.</i>	37	—	—	37
<i>Dendropsophus brevifrons</i>	55	—	78	133
<i>Dendropsophus minimus</i>	67	—	61	128
<i>Dendropsophus minusculus</i>	20	—	200	220
<i>Hypsiboas boans</i>	1	12	—	13
<i>Hypsiboas calcaratus</i>	4	—	34	38
<i>Hypsiboas cinerascens</i>	—	102	15	117
<i>Hypsiboas dentei</i>	34	—	—	34
<i>Hypsiboas geographicus</i>	7	34	30	71
<i>Hypsiboas leucocheilus</i>	—	4	—	4
<i>Hypsiboas ornatissimus</i>	1	—	—	1
<i>Hypsiboas wavrini</i>	—	2	—	2

<i>Phyllomedusa bicolor</i>	2	—	—	2
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	8	19	15	42
<i>Osteocephalus inframaculatus</i>	—	—	3	3
<i>Osteocephalus oophagus</i>	14	1	—	15
<i>Osteocephalus leprieurii</i>	63	—	—	63
<i>Osteocephalus taurinus</i>	22	40	31	93
<i>Scinax sp.</i>	38	—	—	38
<i>Scinax boesemani</i>	—	10	—	10
<i>Scinax cruentommus</i>	65	—	—	65
<i>Scinax garbei</i>	—	19	—	19
<i>Scinax nebulosus</i>	—	30	4	34
<i>Scinax x-signatus</i>	—	8	—	8
<i>Trachycephalus coriaceus</i>	38	—	—	38
<i>Trachycephalus hadroceph</i>	—	—	1	1
<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	—	—	3	3
<b>Leptodactylidae</b>				
<i>Engystomops petersi</i>	—	89	—	89
<i>Leptodactylus andreae</i>	90	71	12	173
<i>Leptodactylus knudseni</i>	4	—	5	9
<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>	3	—	—	3
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	30	—	—	30
<i>Leptodactylus paraensis</i>	—	1	—	1
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	2	43	—	45
<i>Leptodactylus petersii</i>	45	7	28	80
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	2	—	—	2
<i>Leptodactylus stenodema</i>	1	—	—	1
<b>Microhylidae</b>				
<i>Chiasmocleis jimi</i>	—	33	4	37
<i>Chiasmocleis shudikarensis</i>	86	—	—	86
<i>Hamptophryne boliviana</i>	1	—	—	1
<b>Pipidae</b>				
<i>Pipa pipa</i>	—	4	4	8
<b>Número de indivíduos</b>	<b>907</b>	<b>930</b>	<b>806</b>	<b>2643</b>
<b>Número de espécies</b>	<b>37</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>63</b>

### Influência de fatores ambientais em escala local

A ordenação NMDS em duas dimensões apresentou valor de stress de 0,21 (Figura 2). A composição de espécies em cada uma das áreas não foi afetada pela abertura de dossel, a altura da serrapilheira e o CAP nessa escala estudada (Tabela 3). A análise de redundância parcial (RDA-p) para cada uma das áreas indicou que não há influência significativa tanto da distância quanto das variáveis ambientais (Tabela 4).

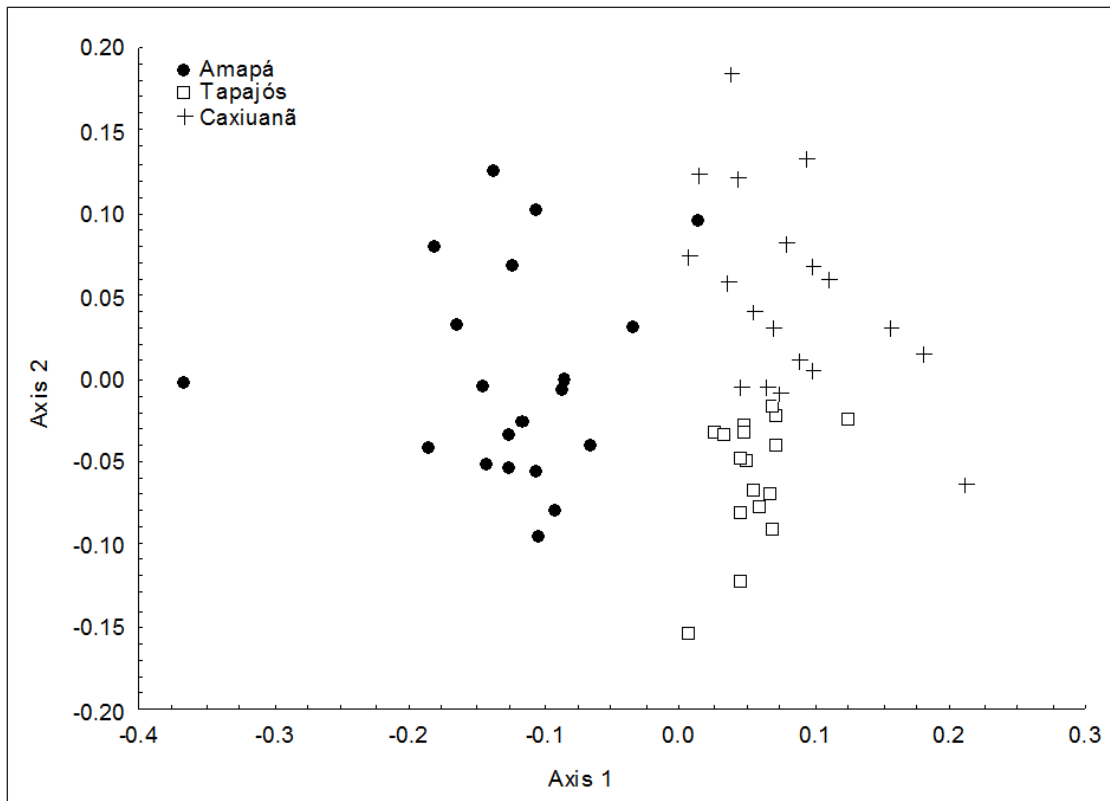


Figura 2: Ordenação das assembleias de acordo com a semelhança de composição entre as 56 parcelas geradas pelo NMDS.

Tabela 3: Resultado das regressões múltiplas que avaliaram a influência das variáveis ambientais na composição de espécies de anuros para cada uma das áreas testadas separadamente.

	Abertura de dossel		Altura da serrapilheira		CAP	
	P	r <sup>2</sup>	p	r <sup>2</sup>	P	r <sup>2</sup>
<b>Amapá</b>	0.99	0.4	0.86	0.4	0.36	0.4
<b>Tapajós</b>	0.59	0.41	0.36	0.41	0.42	0.41
<b>Caxiuanã</b>	0.65	0.24	0.17	0.24	0.75	0.24

Tabela 4: Resultado da RDA-p a partir da abundância de anuros para cada uma das FLONA's (Amapá, Tapajós e Caxiuanã). Em negrito os resultados testados e os valores não significativos dos mesmos. [a] é o efeito atribuído somente às variáveis ambientais, [b] é o efeito em conjunto das variáveis ambientais e do espaço, [c] é o efeito atribuído somente à distância e [d] é o resíduo da análise.

RESULTADO DA RDA-p PARA CADA UMA DAS ÁREAS						
	AMAPÁ		TAPAJÓS		CAXIUANÃ	
	r <sup>2</sup> Ajust	P	r <sup>2</sup> Ajust	p	r <sup>2</sup> Ajust	P
[a]	<b>0.09</b>	<b>0.13</b>	<b>0.00</b>	<b>0.46</b>	<b>-0.01</b>	<b>0.54</b>
[b]	-0.06		-0.05		-0.09	
[c]	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.09</b>	<b>0.17</b>	<b>0.11</b>	<b>0.07</b>
[d]	0.86		0.94		0.98	

### Influência de fatores ambientais em escala regional

Considerando as três áreas como uma comunidade Amazônica única (Amapá, Tapajós e Caxiuanã), a composição de espécies da comunidade foi influenciada negativamente pela abertura de dossel ( $r^2 = 0,33$ ;  $F_{(4,51)} = 7,80$ ;  $p = 0,03$ ) e positivamente pela altura de serrapilheira ( $r^2 = 0,33$ ;  $F_{(4,51)} = 7,80$ ;  $p = 0,0004$ ), mas não houve influência do CAP na composição da comunidade ( $r^2 = 0,33$ ;  $F_{(4,51)} = 7,80$ ;  $p = 0,18$ ). Conseqüentemente, as três comunidades também são influenciadas pelas variáveis correlacionadas positiva e negativamente à abertura de dossel e altura de serrapilheira, que são umidade e temperatura, respectivamente. Nos pontos onde houve maior valor de altura da serrapilheira, a umidade era alta e a temperatura menor. Onde a abertura de dossel foi maior, a temperatura também foi mais alta, devido a maior área de incidência da luz do sol no solo e com isso, a umidade diminuiu.

A análise de redundância parcial (RDA-p) para todas as três áreas juntas mostra que tanto a distância quanto as variáveis ambientais podem influenciar a comunidade, porém a maior parte da variação da composição foi pela distância geográfica (8%,  $p = 0,04$ ), e não pelas variáveis ambientais mensuradas (2%,  $p = 0,001$ ) (Figura 3).

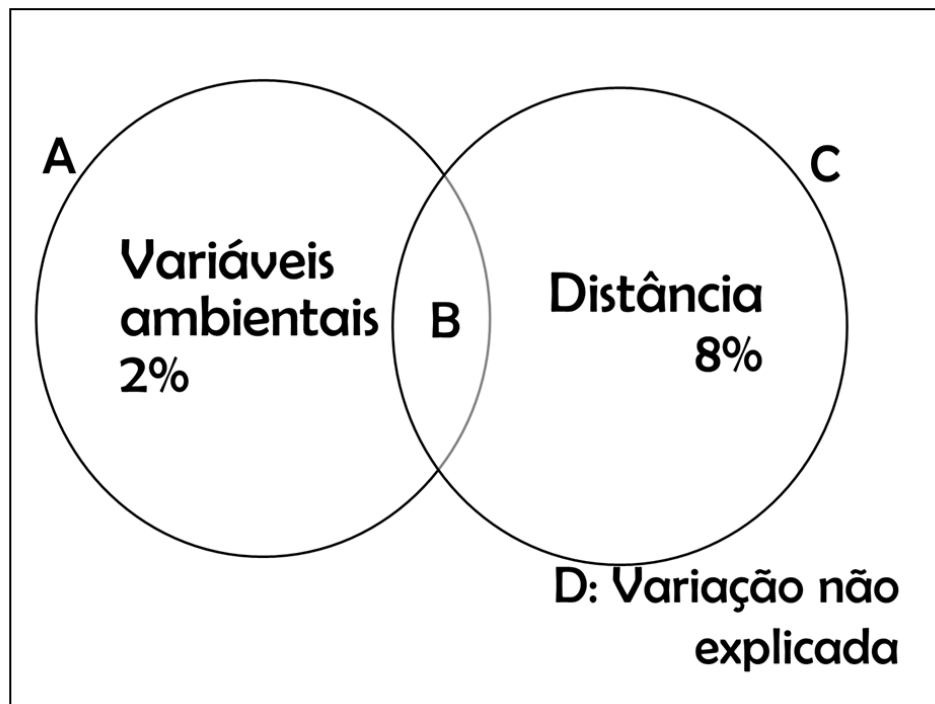


Figura 3: Esquema do resultado da análise de RDA-p para as três áreas de estudo. O conjunto A representa a variação em que a composição das espécies de anuros foi explicada exclusivamente por processos locais, no caso, as variáveis ambientais testadas; C representa a variação em que essa composição foi explicada exclusivamente por processos regionais, ou seja, pela distância geográfica entre os pontos. O conjunto B representa à interseção do conjunto A com C ( $B = A \cap C$ ) que corresponde à parcela de dados que podem ser explicados por processos locais e regionais. Por fim, D é o conjunto que representa a variação que não pode ser explicada por nenhum dos processos citados acima (variação residual).



## DISCUSSÃO

### Padrões de diversidade de anuros em escala local

A influência das variáveis ambientais não foi significativa em escala local, ou seja, em cada uma das áreas as variáveis ambientais testadas (abertura de dossel, CAP, altura da serrapilheira), não influenciaram significativamente a composição da comunidade de anuros.

Em uma escala local, os fatores abióticos podem influenciar na composição das espécies das comunidades de diferentes grupos taxonômicos (Bahn & McGill 2007, Lennon *et al.* 2001, Palminteri *et al.* 2011, Rojas-Ahumada *et al.* 2012, Souza *et al.* 2008,). É o caso da anurofauna que apresenta a distribuição e abundância relacionadas às características ambientais, tais como, altura da serrapilheira, umidade, temperatura e altitude (Menin *et al.* 2011, Rojas-Ahumada *et al.* 2012, Van Sluys *et al.* 2007). Entretanto, no presente estudo, mesmo com a composição de espécies variando entre as unidades amostrais, essa relação pode não ter se apresentado significativa devido às similaridades entre os valores mensurados das variáveis entre as parcelas, já que esses valores apresentaram-se com variações sutis ao longo dos gradientes ambientais. Além disso, muitas espécies de anuros mantêm flexibilidade no uso de corpos d'água e a disponibilidade desses habitats reprodutivos pode representar o fator mais importante para a distribuição das espécies (Zimmerman & Bierregaard, 1986).

Outras variáveis ambientais não testadas neste estudo como altitude, pH e concentração de argila no solo podem estar influenciando a composição das comunidades localmente, uma vez que estas variáveis tendem a variar mais de um local para outro. Em outros estudos da anurofauna amazônica, estas variáveis (pH,

concentração de argila no solo, altitude) demonstraram influência na composição das comunidades ou na abundância de espécies individualmente (Condrati 2009, Menin 2005, Rojas-Ahumada *et al.* 2012). Além dos fatores abióticos, outros processos podem estar determinando o conjunto de espécies de cada local, como os sistemas de recrutamento e elementos estocásticos, muitas vezes agindo com maior efeito do que as próprias variáveis (Ernest & Rödel 2008).

Quando testamos cada localidade, a influência da distância geográfica entre as unidades amostrais não se apresentou significativa, demonstrando assim que na escala espacial abordada, o fator distância não é determinante para a estruturação e composição das comunidades de anuros. Diretamente relacionado com as limitações fisiológicas das espécies, o meio abiótico tem papel importante no que diz respeito às similaridades na composição de espécies de uma dada área (Neave *et al.* 1996, Parris, 2004, Whittaker 1956). Hábitats com características físicas e climáticas semelhantes, indiretamente apresentam grupos de espécies semelhantes (em relação à sua morfologia, fisiologia e reprodução) se estiverem próximos geograficamente, uma vez que estas espécies responderão de maneira semelhante aos mecanismos facilitadores de coexistência (Neave *et al.* 1996, Giacomini 2007, Parris 2004).

### **Padrões de diversidade de anuros em escala regional**

A influência das variáveis ambientais somente pode ser evidenciada ao juntarmos as três áreas e, com isso, aumentarmos a amplitude de variação dos parâmetros ambientais testados (abertura de dossel, CAP e altura de serrapilheira). Em escala regional, tanto a distância espacial quanto o ambiente influenciaram significativamente a composição de espécies da comunidade. Podemos dizer então que

além das comunidades locais sofrerem influência de fatores externos (variáveis ambientais), estas também podem ser influenciadas por alguns fatores internos (como a capacidade de dispersão das espécies, por exemplo) (Fortin & Dale 2005, Rojas-Ahumada *et al.* 2012).

Quando testamos as três localidades juntas, a similaridade entre parcelas diminuiu com o aumento da distância geográfica, mostrando que a distância geográfica é um importante estruturador das comunidades de anuros em áreas de floresta tropicais (Keller *et al.* 2009, Parris 2004, Von May *et al.* 2010). Com isso, demonstrou-se a importância da capacidade de dispersão das espécies para a formação das comunidades biológicas nessa região (Hubbell 2001). Habilidades de dispersão e recrutamento ao acaso são alguns dos fatores-chaves proposto pelo modelo do controle biótico (Clements 1916, McCarthy & Lindenmayer 2000, Wilbur & Alford 1985). Entretanto, este modelo não pode ser tomado como único fator relevante no que diz respeito à organização das comunidades de anuros nessa região.

Mesmo que as agregações espaciais das espécies possam acontecer por vários outros motivos (como dispersão limitada e tipos de reprodução diferentes entre as espécies) (Fortin & Dale 2005, Landeiro *et al.* 2011), notamos aqui que fatores ambientais determinaram a composição das espécies estudadas. Neste trabalho, foram testadas variáveis ambientais comumente atribuídas à distribuição dos anuros e mesmo que o efeito da distância pareça mais forte, ainda assim, as variáveis testadas afetam diretamente na composição das comunidades de anuros. Outros estudos na região Neotropical encontraram resultados semelhantes, onde a anurofauna era influenciada tanto por fatores ambientais quanto pela distância (Landeiro 2011).

É sabido que comunidades de anuros da região Neotropical são afetadas diretamente por fatores abióticos como estrutura da vegetação, altura da serrapilheira, umidade e temperatura (Ahumada 2010, Menin *et al.* 2011, Van Sluys *et al.* 2007). Além do mais, anuros são animais com alto grau de endemismo e baixa vagilidade, por isso, o controle ambiental é tão importante para a composição da comunidade (Jetz & Fine 2012). Por outro lado, quando habitats específicos estão regularmente disponíveis, o controle ambiental apresenta-se menos intenso que o fator distância, mas não menos importante para a distribuição das comunidades (Ernst, Linsenmair & Rödel 2006, Ernst & Rödel 2008).

## **CONCLUSÃO**

Este trabalho não conseguiu demonstrar que existe influência em escala local dos fatores ambientais (altura de serapilheira, abertura de dossel e comprimento à altura do peito de árvores) na comunidade de anuros. Em escala regional, mesmo com o fator distância agindo como articulador direto da composição da comunidade, uma pequena variação na distribuição das espécies foi devido ao controle ambiental exercido pelas variáveis ambientais testadas (altura de serrapilheira, comprimento à altura do peito de árvores e abertura de dossel).

## LITERATURA CITADA

- ALLMON, W.D. 1991. A plot study of forest floor litter frogs, central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 7:503-522.
- AICHINGER, M. 1987. Annual activity patterns of anurans in a seasonal Neotropical environment. *Oecologia*, 71:583-592.
- AHUMADA, D.P.H. Distribuição e abundância de anuros de Floresta de Terra Firme na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas – Amazônia Central. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- AZEVEDO-RAMOS, C. & GALATTI, U. 2002. Patterns of amphibian diversity in Brazilian Amazonia: conservation implications. *Biological Conservation*, v.103, p.103-111.
- BASTOS, R. P. & C. F. B. HADDAD. 2001. Acoustic and aggressive interactions in *Scinax rizibilis* (Anura: Hylidae) during the reproductivity activity in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 23: 97-104.
- BAHN, V. & MCGILL, B.J. 2007. Can niche-based distribution models outperform spatial interpolation? *Global Ecology & Biogeography*, 16, 733–742.
- BERNARDE, P. S., KOKUBUM, M. C. N., MACHADO, R. A. & ANJOS, L. 1999. Uso de habitats naturais e antrópicos pelos anuros em uma localidade no Estado de Rondônia, Brasil (Amphibia: Anura). *Acta Amazônica*, 29:555-562.
- BERNARDE. P.S. 2007. Ambientes e temporada de vocalização da anurofauna no Município de Espigão do Oeste, Rondônia, Sudoeste da Amazônia - Brasil (Amphibia: Anura). *Biota Neotropica*, v.7, n.2, p.87-92.
- BEHANGANA, M. & LUISELLI, L. 2008. Habitat niche community-level analysis of an amphibian assemblage at Lake Nabugabo, Uganda. *Web Ecology* 8: 125–134.
- BICKFORD, D., NG, T.H., QIE, L., KUDAVIDANAGE, E.P. & BRADSHAW, C.J.A. 2010. Forest fragment and breeding habitat characteristics explain frog diversity and

abundance in Singapore. *Biotropica* 42(1):119-125. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00542.x>

BROSE, U., Martinez, N.D. & Williams, R.J. 2003. Estimating species richness: sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology*, 84, 2364–2377.

CALDWELL, J.P.; ARAÚJO, M.C. 2005. Amphibian faunas of two eastern Amazonian rainforest sites in Pará, Brazil. *Occasional Papers Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History*, n.16, p.1-42.

CANAVERO, A., ARIM, M., NAYA, D. E., CAMARGO, A., ROSA, I. & MANEYRO, R. 2008. Calling activity patterns in an anuran assemblage: the role of seasonal trends and weather determinants. *North-Western Journal of Zoology* 4:29–41.

CANOVA, L. & MARCHESI, M. 2007. Amphibian and reptile communities in eleven Sites of Community Importance (SCI): relations between SCI area, heterogeneity and richness. *Acta Herpetologica* 2(2): 87-96.

CLEMENTS, F.E. 1916. *Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation*. Vol. 242, Carnegie Institute of Washington Publication, Washington, DC.

CONDRATI, L.H. Padrões de Distribuição e Abundância de Anuros em Áreas Ripárias e Não Ripárias de Floresta de Terra Firme na Reserva Biológica do Uatamã – Amazônia Central. 2009. 63f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

COSTA, D.H.M., CARVALHO, J.O.P., VAN DEN BERG, E. 2007. Crescimento diamétrico de Maçaranduba (*Manilkara Huberi* Chevalier) após a colheita da madeira. *Amazônia: Ci. & Desenv.*, Belém, v. 3, n. 5, jul./dez.

CRAMER, M.J. & WILLIG, M.R. 2002. Habitat heterogeneity, habitat associations, and rodent species diversity in a sandshinnery- oak landscape. *Journal of Mammology*, 83, 743– 753.

CRUMP M. L. & SCOTT N. J. JR. 1994. Visual encounter surveys. In: *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians* (eds W. R. Heyer,

M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek & M. S. Foster) pp. 84–92. Smithsonian Institution Press, Washington.

DAHL, C., NOVOTNY, V., MORAVEC, J. & RICHARDS, S. P. 2009. Beta diversity of frogs in the forests of New Guinea, Amazonia and Europe: contrasting tropical and temperate communities. *Journal of Biogeography* 36:896–904.

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. & TRUEB, L. 1994. *Biology of amphibians*. Baltimore. The Johns Hopkins University Press.

ERNST, R. & RÖDEL, M.O. 2006. Community assembly and structure of tropical leaf-litter anurans. *Ecotropica*, 12: 113-129.

ERNST, R. & RÖDEL, M.O. 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.

FORTIN, M.J. & DALE, M.R.T. 2005. *Spatial Analysis: A Guide for Ecologists*. Cambridge University Press, Cambridge.

FROST, DARREL R. 2013. Amphibian Species of the World: an [Online](#) Reference. Version 5.6 (9 January 2013). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. Acesso em: fevereiro de 2013.

GANZHORN, J.U., MALCOMBER, S., ANDRIAN ANTOANINA, O. & GOODMAN, S.M. 1997. Habitat characteristics and lemur species richness in Madagascar. *Biotropica*, 29, 331–343.

GIACOMINI, H.C. 2007. Os mecanismos de coexistência de espécies como vistos pela teoria ecológica. *Oecol. Bras.*, 11 (4): 521-543, 2007.

- GIARETTA, A. A., FACURE, K. G., SAWAYA, R. J., MEYER, J. H. M. & CHEMIN, N. 1999. Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of Southeastern Brazil: seasonal and altitudinal changes. *Biotropica*, 31:669–674.
- HALVERSON, M.A., SKELLY, D.K., KIESECKER, J.M. & FREIDENBURG, L. K. 2003. Forest mediated light regime linked to amphibian distribution and performance. *Oecologia* 134, 360–4.
- HERO, J.M., MORRISON, C., GILLESPIE, G., ROBERTS, J. D., NEWELL, D., MEYER, E., MCDONALD, K., LEMCKERT, F., MAHONY, M., OSBORNE, W., HINES, H., RICHARDS, S., HOSKIN, C., CLARKE, J., DOAK, N., AND SHOO, L. 2006. Overview of the conservation status of Australian frogs. *Pacific Conservation Biology* 12: 313-320.
- HILLERS, A., VEITH, M. and RÖDEL, M.O., 2008. Effects of forest fragmentation and habitat degradation on West African leaf-litter frogs. *Conservation Biology*, vol. 22, no. 3, p. 762-772.
- HUBBELL, S. P. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- JETZ, W., FINE, P.V.A. 2012. Global Gradients in Vertebrate Diversity Predicted by Historical Area-Productivity Dynamics and Contemporary Environment. *PLoS Biol* 10(3): e1001292. doi:10.1371/journal.pbio.1001292
- KELLER, A., RODEL, M.O., LINSÉNMAIR, K. E. & GRAFE, T. U. 2009. The importance of environmental heterogeneity for species diversity and assemblage structure in Bornean stream frogs. *Journal of Animal Ecology* 78:305–314.
- KOPP, K. & ETEROVICK, P. C. 2006. Factors influencing spatial and temporal structure of frog assemblages at ponds in southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, 40(29-31): 1813-1830.
- LANDEIRO, V. L., MAGNUSSON, W. E., MELO, A. S., ESPÍRITO-SANTO H. M. V. AND BINI, L. M. 2011. Spatial eigenfunction analyses in stream networks: do watercourse and overland distances produce different results? *Freshwat. Biol.* 56: 1184-1192.



LANDEIRO V.L. Relações espaciais e ambientais da biodiversidade em florestas tropicais. Cap. 4: Spatial and environmental factors controlling frog assemblages with aquatic and terrestrial reproduction. 2011. 156 f. Tese (Doutorado em Ecologia). Programa de Pós-graduação em Ecologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2<sup>a</sup> ed. Elsevier Science, Amsterdam, 970p.

LENNON, J.J., KOLEFF, P., GREENWOOD, J.J.D. & GASTON, K.J. 2001. The geographical structure of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology*, 70, 966–979.

LOYOLA, R. D., BECKER, C. G., KUBOTA, U., HADDAD, C. F. B., FONSECA C. R. AND LEWINSOHN, T. M. 2008. Hung Out to Dry: Choice of Priority Ecoregions for Conserving Threatened Neotropical Anurans Depends on Life-History Traits. *Plos One* 3.

MCCARTHY, M.A. & LINDENMAYER, D.B. 2000. Spatially-correlated extinction in metapopulation model of Leadbeater's Possum. *Biodiversity and Conservation*, 9, 47–63.

MENIN, M. 2005. *Padrões de distribuição e abundância de anuros em 64 km<sup>2</sup> 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., LIMA A. P., MAGNUSSON W. E. & WALDEZ F. 2007. Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns. *J.Trop. Ecol.* 23, 539–47.

MENIN, M., WALDEZ, F., LIMA, A. P. 2011. Effects of environmental and spatial factors on the distribution of anuran species with aquatic reproduction in central Amazonia. *The Herpetological Journal*, 21.4: 255-261.

MORIN, P. J. 1983. Predation, competition, and the composition of larval anuran guilds. *Ecological Monographs*, 53: 119-138.

NEAVE, H., CUNNINGHAM, R., NORTON, T. & NIX, H. 1996. Biological inventory for conservation evaluation III. Relationships between birds, vegetation and environmental attributes in southern Australia. Conservation of biological diversity in temperate and boreal forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 85, 197–218.

OLIVEIRA, L. L., CUNHA, A. C., JESUS, E. S., BARRETO, N. J. C. 2010. Características Hidroclimáticas da Bacia do Rio Araguari (Ap) pag 83-96 . *In Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no Estado do Amapá / Alan Cavalcanti da Cunha, Everaldo Barreiros de Souza, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha coordenadores. — Macapá : IEPA, 2010.216 p.*

OLIVEIRA, L. L., CUNHA, A. C., COSTA, A.C.L., COSTA, R.F. 2011. Sazonalidade e interceptação da chuva na Floresta Nacional em Caxiuanã - Amazônia Oriental. *Scientia Plena*, vol.7, n. 10.

OSEEN, K. L. & R. J. WASSERSUG. 2002. Environmental factors influencing calling in sympatric anurans. *Oecologia*, 133: 616–625.

PALMINTERI, S., POWELL, G. V. N. AND PERES, C. A. 2011. Regional scale heterogeneity in primate community structure at multiple undisturbed forest sites across southeastern Peru. *Journal of Tropical Ecology*, 27, pp 181-194 doi:10.1017/S0266467410000684.

PARRIS, K. M. 2004. Environmental and spatial variables influence the composition of frog assemblages in sub-tropical eastern Australia. *Ecography* 27:392–400.

PIANKA, E. R. 1994. *Evolutionary Ecology*. Fifth ed. Harper Collins College Publishers. Austin, Texas.

PRADO, G.M & POMBAL JR., J. P. 2005. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.63, n.4, p.685-705, out./dez

POMBAL JR., J. P. 2007b. Notas sobre predação em um taxocenose de anfíbios anuros no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(3): 841-843. PULLIAM, H.R. 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters* 3: 349-361.

- POULSEN, B.O. 2002. Avian richness and abundance in temperate Danish forests: tree variables important to birds and their conservation. *Biodiversity and Conservation*, 11, 1551– 1566.
- ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J., 1994. Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio e Janeiro, 54(2):323-334.
- ROJAS-AHUMADA, D.P., LANDEIRO, V.L., MENIN, M. 2012. Role of environmental and spatial processes in structuring anuran communities across a tropical rain forest. *Austral Ecology*. 37, 865–873
- RUEDA, M. & DEFEO, O. 2003. Spatial structure of fish assemblages in tropical estuarine lagoon: combining multivariate and geostatistical techniques. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 296, 93–112.
- SBH. SEGALLA, MAGNO V.; CARAMASCHI, ULISSES; CRUZ, CARLOS A.G.; GARCIA, PAULO C.A.; GRANT, TARAN; HADDAD, CÉLIO F.B & LANGONE, JOSÉ 2012. *Brazilian amphibians – List of species*. Accessible at <http://www.sbherpetologia.org.br>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Captured on date of your [online](#) consult. Acesso em: janeiro de 2013.
- STEINITZ, O., HELLER, J., TSOAR, A., ROTEM, D. & KADMON, R. 2006. Environment, dispersal and patterns of species similarity. *Journal of Biogeography*, 33, 1044–1054.
- SILVA, F. R. & ROSSA-FERES D. C. 2007. Uso de fragmentos florestais por anuros (Amphibia) de área aberta na região noroeste do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, 7(2): 141-147.
- SILVANO. D.L.; SEGALLA. M.V. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade*, v.1, n.1, p.79-86, 2005.
- SOUZA, V. M. de; SOUZA, M. B. de & MORATO, E. F. 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.

- TEWS, J.; BROSE U., GRIMM, V., TIELBÖRGER, K., WICHMANN, M.C., SCHWAGER, M. & JELTSCH, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31: 79-92.
- TOLEDO, L. F., SILVA, R. R. & HADDAD, C. F. B. 2007. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. *Journal of Zoology*, 271: 170-177.
- VASCONCELOS, T. S. & ROSSA-FERES, D. C. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* 5: <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN01705022005>.
- VASCONCELOS, T. S., SANTOS, T. G., HADDAD, C. F. B. AND ROSSA-FERES D. C. 2010. Climatic variables and altitude as predictors of anuran species richness and number of reproductive modes in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 26, pp 423-432
- VAN SLUYS, M., VRCIBRADIC, D., ESBÉRAD, C. E. L., ALVES, M. A. S., BERGALLO, H. H. & ROCHA C. F. D. 2007. Ecological parameters of the leaf litter anuran community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro State, Brazil. *Austral Ecol.* 32, 254–60.
- VON MAY, R. JACOBS J.M., SANTA-CRUZ, R., VALDIVIA, J., JUSMELL M. HUAMÁN J. M. AND MAUREEN A. DONNELLY. 2010. Amphibian community structure as a function of forest type in Amazonian Peru. *Journal of Tropical Ecology* 26:509–519.
- VONESH, J.R. 2001. Patterns of richness and abundance in a tropical African leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 33(3): 502-510.
- WILBUR, H.M. & ALFORD, R.A. 1985. Priority effects in experimental pond communities: responses of *Hyla* to *Bufo* and *Rana*. *Ecology*, 66, 1106–1114.
- WILLIAMS, S.E.; HERO, J. M. 2001. Multiple determinants of Australian tropical frog biodiversity. *Biological Conservation*, 98:1-10.

WILLIG, M.R., KAUFMAN, D.M. & STEVENS, R. D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 273-309.

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.

WHITTAKER R. H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. – *Ecol. Monogr.* 26: 1–80.

ZIMMERMAN B. L. & SIMBERLOFF D. 1996. An historical interpretation of habitat use by anurans in a Central Amazonian Forest. *J. Biogeogr.* 23, 27–46.

ANEXO 1: Variáveis ambientais em cada parcela.

<b>Parcelas/ variáveis</b>	<b>Altura serrap. (cm)</b>	<b>Abert. dossel</b>	<b>Umid. dia (%)</b>	<b>Umid. noite (%)</b>	<b>Temp. dia</b>	<b>Temp. noite</b>	<b>CAP</b>
<b>Parcela 1</b>	5.57	24.41	80	83	25.3	28.9	26.83
<b>Parcela 2</b>	1.9	23.52	74	74	27	27.6	14.01
<b>Parcela 3</b>	1.6	22.15	81	89	25.4	25.2	35.89
<b>Parcela 4</b>	2.6	26.4	80	79	25.9	25.3	27.88
<b>Parcela 5</b>	2.7	22.69	83	88	24.3	25.2	26.23
<b>Parcela 6</b>	4.1	14.95	77	88	26.6	26.1	18.43
<b>Parcela 7</b>	2	14.95	88	85	23.9	25.2	28.25
<b>Parcela 8</b>	1	20.41	84	88	26.7	25.1	29.07
<b>Parcela 9</b>	2	20.03	87	88	24.8	24.7	21.24
<b>Parcela 10</b>	2	20.77	78	87	25.8	23.8	43.64
<b>Parcela 11</b>	2.5	20.61	75	77	26.5	26.7	17.57
<b>Parcela 12</b>	2.8	21.49	88	89	25.1	25.6	20.73
<b>Parcela 13</b>	3.6	22.98	91	90	26.2	26.3	32.21
<b>Parcela 14</b>	1.7	17.32	77	83	27.4	24.5	21.8
<b>Parcela 15</b>	3	20.02	82	81	25.6	26.3	13.74
<b>Parcela 16</b>	0.5	25.45	70	72	27.9	26.9	22.07
<b>Parcela 17</b>	3	17.34	71	74	27.3	26.6	25.38
<b>Parcela 18</b>	1.6	24.46	69	82	27.7	25.2	21.2
<b>Parcela 19</b>	1.8	19.32	65	79	27.8	24.1	28.4
<b>Parcela 20</b>	2.8	20.02	70	77	27.8	24.1	24.88
<b>Parcela 21</b>	4.65	15.29	94.6	96.1	24.7	25.2	14.72
<b>Parcela 22</b>	4.25	13	97.98	97.86	24.9	23.98	15.55
<b>Parcela 23</b>	3.45	13.11	95.16	96.92	25.79	24.66	12.25
<b>Parcela 24</b>	3.3	8.14	95.3	92.41	26.62	25.14	19.99
<b>Parcela 25</b>	4.12	10.74	96.14	92.1	24.42	23.66	17.91
<b>Parcela 26</b>	1.82	16.37	94.04	91.31	24.04	23.27	21.49
<b>Parcela 27</b>	3.12	10.54	93.23	92.99	22.13	22.18	14.82
<b>Parcela 28</b>	2.52	4.8	93.46	96.76	23.61	23.27	36.96
<b>Parcela 29</b>	2.55	5.95	98.25	93.86	22.23	22.62	20.85
<b>Parcela 30</b>	6.1	15.29	89.68	89.56	27.02	25.56	23.23
<b>Parcela 31</b>	3.55	7.13	91.85	93.84	26.23	25.73	16.58
<b>Parcela 32</b>	4.35	6.48	93.3	94.87	22.89	21.76	27.23
<b>Parcela 33</b>	3.37	7.96	92.92	91.99	24.42	22.89	19.24
<b>Parcela 34</b>	4.32	17.92	91.4	90.06	24.42	23.6	22.7
<b>Parcela 35</b>	4.07	14.71	95	94.88	26.24	25.05	15.95
<b>Parcela 36</b>	4.07	6.59	92.6	93.08	25.66	25.41	18.15
<b>Parcela 37</b>	6.8	9.84	90.31	89.08	24.56	22.75	21.81
<b>Parcela 38</b>	4.47	31.32	91.46	91.74	24.04	23.66	14.21
<b>Parcela 39</b>	5.2	10	93.55	93.55	25.2	24.04	13.84

---

---

<b>Parcela 40</b>	5.35	14.62	92.23	93.99	24.81	24.04	21.6
<b>Parcela 41</b>	8	19.74	92.17	93.75	24.81	23.66	33.93
<b>Parcela 42</b>	4.5	15.03	95.89	95.4	24.81	23.27	28.67
<b>Parcela 43</b>	3.7	17.1	96.53	95.17	25.2	23.66	22.54
<b>Parcela 44</b>	4.7	17.02	94.06	95.3	26.36	24.04	24.24
<b>Parcela 45</b>	3.05	14.75	94.65	93.99	25.2	24.81	18.21
<b>Parcela 46</b>	5.15	17.24	92.8	92.43	25.58	23.04	22.45
<b>Parcela 47</b>	3.8	16.56	90.4	91.06	26.3	24.09	18.66
<b>Parcela 48</b>	3.25	19.96	89.15	90.35	26.72	24.14	17.37
<b>Parcela 49</b>	3.92	15.77	87.03	88.1	24.82	22.73	18.49
<b>Parcela 50</b>	5.7	19.45	87.49	95.45	25.86	24.66	18.3
<b>Parcela 51</b>	3.47	14.13	86.76	86.76	24.29	24.88	15.91
<b>Parcela 52</b>	3.35	16.37	86.07	86.07	28.21	25.2	24.15
<b>Parcela 53</b>	3.65	19.82	89.88	89.81	28.56	24.36	20.07
<b>Parcela 54</b>	2.62	17.72	90.42	90.7	26.83	23.7	14.67
<b>Parcela 55</b>	3.22	15.8	89.18	88.51	26.78	25.13	17.35
<b>Parcela 56</b>	2.9	13.99	86.8	80.23	23.46	25.32	26.66

---