

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais da Amazônia

**DIVERSIDADE BETA EM COMUNIDADES DE LAGARTOS EM DUAS
ECORREGIÕES DISTINTAS NA AMAZÔNIA**

LUIZ FELIPE PIMENTA DE MORAES

Manaus, Amazonas

Março, 2008

LUIZ FELIPE PIMENTA DE MORAES

**DIVERSIDADE BETA EM COMUNIDADES DE LAGARTOS EM DUAS
ECORREGIÕES DISTINTAS NA AMAZÔNIA**

**Orientador: Dra. Albertina Pimentel Lima
Co-Orientador: Willian Ernest Magnusson**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia.

Manaus, Amazonas

Março, 2008

M827 Moraes, Luiz Felipe Pimenta de
Diversidade beta em comunidades de lagartos em duas ecorregiões distintas na Amazônia / Luiz Felipe Pimenta de Moraes .--- Manaus : [s.n.], 2008.
xv, 40 f. : il.

Dissertação (mestrado) --- INPA/UFAM, Manaus, 2008
Orientador : Albertina Pimentel Lima
Co-orientador : William Ernest Magnusson
Área de concentração : Ecologia

1. Comunidades de lagartos. 2. Padrões de distribuição. 3. Heterogeneidade ambiental. 4. Disponibilidade de alimento. 5. Amazônia Setentrional. I. Título.

CDD 19. ed. 597.95

Sinopse:

A composição e os padrões de distribuição de espécies de lagartos foram estudados em duas áreas distintas de 25km² na Amazônia setentrional, que apresentavam grande heterogeneidade ambiental. Foram realizadas amostragens diurnas pela combinação das metodologias de transecto de amostragem visual e busca ativa na liteira, em 59 parcelas de 250 metros de comprimento. Foi avaliado o papel de cinco variáveis ambientais (altitude, inclinação, granulometria do solo, abertura de dossel e composição de presas) em prever a distribuição e ocorrência das espécies.

Palavras-chave: Comunidades de lagartos, Padrões de distribuição, Heterogeneidade ambiental, Disponibilidade de alimento, Amazônia Setentrional.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, por me oferecerem todo amor, apoio e incentivo, tão necessários para a realização dos meus objetivos;

À Cíntia, pessoa mais especial do mundo, que mesmo a distância esteve sempre presente em cada um dos meus dias aqui pelas bandas da região norte. Por todo amor, compreensão, apoio e carinho que não tem fim;

À Albertina Lima por ter me acolhido como orientado, pelos ensinamentos, e por ter me oferecido a grande oportunidade de executar esse projeto;

Ao Bill Magnusson, pela atenção, paciência, e por todo o conhecimento transmitido nos momentos mais necessários do mestrado;

Ao Pedro Lobão pelos ensinamentos em campo, e pela parceria intensiva neste trabalho. Camarada que caminhou lado a lado comigo durante o mestrado, compartilhando momentos singulares de todo este aprendizado. Agradeço também a Carlos Cordeiro, pela grande convivência em campo, pela força e companheirismo nestes 2 anos. Sem eles, simplesmente não existiria o famoso trio “Pedro, Luiz e a Parede” que andou famoso por suas atuações no estado de Roraima;

A Maria Carmozina, por todo apoio e atenção dispensados desde o início do projeto. Pelos conselhos, dicas, ajuda em campo, auxílio em laboratório com a identificação de invertebrados... enfim, por sua imensa vontade em colaborar sempre;

A Anelise Montanarim, pela amizade e pelas contribuições nas atividades de campo e de laboratório;

A equipe do INPA Roraima, em especial ao Reinaldo Imbrózio pelo suporte em Boa Vista, ao Ciro (do Zê) por me acolher tão bem nas diversas vezes em que passei por sua casa durante os “vais-vens” do campo, e a Flávia Pinto por me disponibilizar artigos fundamentais;

Aos funcionários do IBAMA em Roraima que colaboraram com este projeto, mostrando-se sempre solícitos as nossas necessidades. Em especial ao Antônio e Bia (PARNA Viruá), Bruno, Andréa (ESEC Maracá), Suiane e Gabi;

Ao Iran, Marluce e família, grandes amigos, por todo apoio, prestatividade, e por terem feito minha permanência no PARNA Viruá muito mais fácil e alegre. Ao Renato, Aranha pela colaboração em campo. Ao Francisley, Dona Leonara, Seu Filó e Dona Ana, pelo grande apoio e colaboração durante minha estadia na ESEC Maracá;

Ao PPBio pelo financiamento do projeto, e por disponibilizar os dados de altitude e inclinação, além de outros utilizados neste trabalho. Em especial ao Júlio do Vale e Fabrício Baccaro;

A Gabi e Saci pelas fotos de abertura de dossel. Ao Pedro Lobão e Fernando Figueiredo pela colaboração com as análises das mesmas. A Tânia Pimentel pelos dados de solo;

Ao IBAMA/MMA e Programa de Áreas protegidas da Amazônia (ARPA) pelas licenças concedidas, e por apoiarem este projeto;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de mestrado;

Ao INPA, seus docentes, funcionários, e instalações, por contribuírem com a minha formação, fornecendo as condições necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa;

A todos os avaliadores do plano, da aula de qualificação e dissertação, por contribuírem com este projeto e com meu aprendizado;

Ao Fernando Figueiredo (Nando), pelo auxílio teórico, sugestões, incentivos, discussões, e por ter dividido uma bela canoa “caboquinha”. Ao Marcelo Santos (Brasa), pelas dicas, ajudas, conselhos, e pela companhia na saúde... e também na doença;

Aos “Galerosos” companheiros de república (Ana Luiza, Brasa, Cami, Maiana, Mari, Nando, Pedro e Tico), que pude ter o imenso prazer em conviver intensamente em algum momento durante o mestrado. Pela amizade, pelas maravilhosas comilanças, conversas, risadas, discussões, reuniões e por tudo mais que nos manteve unidos em harmonia por tanto tempo sob o mesmo teto;

A todos os colegas da turma de mestrado em ecologia de 2006 do INPA, que dividiram as graças e desgraças dessa fase maluca, e que por fim se tornaram uma grande família;

A todos aqueles grandes amigos que surgiram em Manaus, independente de turma, curso, instituição, profissão, idade, e etc;

Ao Davi Pantoja, pelo grande incentivo com a herpetologia, e pela força durante a graduação e o mestrado;

A todos que por ventura tenha esquecido, e que ajudaram com maior ou menor intensidade para a conclusão deste trabalho;

Por fim, a Amazônia e toda a abundante VIDA que ela ainda consegue abrigar. Por me proporcionar essa experiência tão singular.

Resumo

Apesar de ter sido demonstrado nos últimos anos que a Floresta Amazônica não é uma entidade homogênea, pouco ainda se conhece sobre o efeito das diferenças estruturais encontradas na floresta em prever a distribuição das espécies. Menos ainda se conhece sobre padrões de distribuição de espécies de lagartos na Amazônia em mesoescala. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a diversidade beta em comunidades de lagartos, e suas relações com cinco variáveis ambientais (altitude, inclinação, granulometria do solo, abertura de dossel e disponibilidade de alimento). O trabalho foi realizado durante a estação seca, entre setembro de 2006 e março de 2007, em duas áreas de 25km² na Amazônia setentrional, pertencentes a ecorregiões distintas, e que possuem grande heterogeneidade ambiental, apresentando áreas de floresta de terra-firme, campina e campinarana. Foram realizadas três amostragens diurnas em 59 parcelas de 250 metros de comprimento pelos métodos de transecto de amostragem visual e busca ativa na liteira. A composição das espécies de lagartos, para dados de abundância e presença/ausência, foi representada por eixos de ordenação de PCoA a partir de matrizes de associação Bray-Curtis ou Sørensen, e as análises inferenciais foram feitas utilizando MANCOVA e Regressão Múltipla Multivariada. As comunidades de lagartos do Parna Viruá e Esec Maracá compartilharam um grande número de espécies, e não apresentaram um padrão claro de substituição de espécies, revelando uma baixa diversidade beta associada com a heterogeneidade ambiental. As maiores diferenças relacionadas à composição de espécies de lagartos entre as áreas parecem estar relacionadas a fatores históricos ou biogeográficos, e à abundância de indivíduos a heterogeneidade ambiental. Somente abertura de dossel e inclinação do terreno revelaram um padrão associado à composição das comunidades de lagartos. Parece que, em ambientes florestais, a variação natural da floresta em escala de hectares é suficiente para manter a maioria das espécies.

Abstract

While it has been shown in recent years that the Amazon rainforest is not homogeneous, little is known about the effect of structural differences in the forest on species distributions. Little is known about the lizard species distribution patterns at mesoscales in the Amazon. Thus, this study aimed to evaluate the beta diversity in lizard communities, and their relationships with five environmental variables (altitude, slope, soil clay content, canopy openness and food availability). The study was carried out during the dry season, between September 2006 and March 2007, in two 25km² areas in the northern Amazon, belonging to different ecoregions, which have large environmental heterogeneity, including areas of terra-firme forest, campina and campinarana. Three diurnal surveys were conducted in 59 plots of 250 meters long by visual encounter and searching the leaf litter. Lizard species composition, for abundance and presence/absence data, was represented by PCoA ordination axes, from Bray-Curtis and Sørensen association matrices, and inferential analyses were undertaken using MANCOVA and Multivariate Multiple Regression. The localities shared a large number of species, and the lizards communities did not show a clear pattern of species turnover, revealing low beta diversity associated to environmental heterogeneity. The major differences related to the species composition between the areas appear to be related to historical biogeographical relationships, and to the individual abundance to habitat heterogeneity. Only canopy openness and slope were associated with communities composition. It seems that, in the forest, the natural variation at scale of hectares is enough to maintain most species.

Sumário

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
ARTIGO	1
1 INTRODUÇÃO.....	2
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	6
2.1 Área de estudo	6
2.2 Delineamento amostral	7
2.3 Amostragem das comunidades	8
2.4 Disponibilidade de alimento.....	8
2.5 Abertura de dossel	9
2.6 Fatores topográficos e edáficos.....	10
2.7 Análises estatísticas	10
3. RESULTADOS	12
3.1 Distribuição das unidades amostrais	12
3.2 Composição das comunidades.....	12
3.3 Estrutura das comunidades.....	14
3.4 Disponibilidade de alimento.....	15
3.5 Variáveis ambientais.....	16
3.6 PARNA Viruá.....	16
3.7 ESEC Maracá	18
4 DISCUSSÃO.....	20
4.1 Áreas de estudo e comunidades de lagartos.....	20
4.2 Diversidade beta.....	21
4.4 Variáveis ambientais.....	22
5 CONCLUSÕES	25
6 LITERATURA CITADA	26
7 APÊNDICE	31

Lista de figuras

Figura 1. Localização das duas áreas de estudo, Parna Viruá e Esec Maracá, no estado de Roraima, Brasil.

Figura 2. Sistema de trilhas do sítio de amostragem RAPELD (PPBio 2007).

Figura 3. Curvas de rarefação (espécies de lagartos x parcelas) do Parna Viruá (linhas contínuas) e Esec Maracá (linhas pontilhadas) com os respectivos intervalos de confiança 95%.

Figura 4. Abundância relativa das seis espécies de lagartos em comum entre o Parna Viruá e Esec Maracá, ordenado ao longo do primeiro eixo de PCoA. G. hum= *Gonatodes humeralis*, A. ame= *Ameiva ameiva*, P. umb= *Plica umbra*, M. nig= *Mabuya nigropunctata*, L. per= *Leposoma percarinatum*, C. sep= *Coleodactylus septentrionalis*.

Figura 5. Abundância relativa das presas no Parna Viruá e Esec Maracá, ao longo do eixo de PCoA ordenado para a composição de presas.

Figura 6. Abundância relativa das espécies de lagartos ordenadas ao longo do gradiente de Abertura de dossel, para o Parna Viruá. A. nit= *Anolis nitens*, K. cal= *Kentropyx calcarata*, G. hum= *Gonatodes humeralis*, P. umb= *Plica umbra*, C. sep= *Coleodactylus septentrionalis*, A. ame= *Ameiva ameiva*, L. per= *Leposoma percarinatum*, M. nig= *Mabuya nigropunctata*, K. str= *Kentropyx striata*.

Figura 7. Abundância relativa das espécies de lagartos ordenadas ao longo do gradiente de inclinação, para a Esec Maracá. M. nig= *Mabuya nigropunctata*, L. per= *Leposoma percarinatum*, G. und= *Gymnophthalmus underwoodi*, A. ame= *Ameiva ameiva*, C. sep= *Coleodactylus septentrionalis*, P. pli= *Plica plica*, P. umb= *Plica umbra*, G. hum= *Gonatodes humeralis*, A. fus= *Anolis fuscoauratus*.

Dissertação de mestrado no formato de artigo científico em língua portuguesa, no formato da revista *Journal of Tropical Ecology**

Diversidade beta em comunidades de lagartos em duas ecorregiões distintas na Amazônia

Padrões de distribuição de lagartos na Amazônia

Palavras-chave: 1- Comunidades de lagartos, 2- Padrões de distribuição, 3- Heterogeneidade ambiental, 4- Disponibilidade de alimento, 5- Amazônia setentrional

Luiz Felipe Pimenta de Moraes², Albertina Pimentel Lima¹, Willian Ernest Magnusson¹,
Pedro de Sá Petit Lobão²

¹ Coordenação de Pesquisas em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Av. André Araújo 2936, 69011-970, Manaus, Amazonas, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, 69011-970, Manaus, Amazonas, Brasil.

Autor para correspondência: Luiz Felipe Moraes, e-mail: luizfelipebio@gmail.com

*excetuando-se o resumo e agradecimentos, presentes em outras partes da dissertação, e a disposição das figuras e tabelas.

1. INTRODUÇÃO

Em escala regional, o efeito de fatores históricos ou filogenéticos (Mesquita *et al* 2006a e b, Vitt *et al* 2003, Vitt & Pianka 2005, Vitt *et al* 1999), geográficos (Condit *et al* 2002, Silva & Sites 1995; Werneck & Colli 2006), da latitude e altitude (Gentry 1988; Schall & Pianka 1978, Fischer & Lindenmayer 2005), profundidade (Begon *et al* 2006), área (Bell & Donnelly 2006), precipitação (Gentry 1988, Tuomisto *et al* 1995, Woinarski *et al* 1999) e produtividade primária (Whittaker *et al* 2001) mostraram grande influência nos padrões de riqueza de espécies. Em escala local, a complexidade estrutural (Downes *et al* 1998) e fatores ambientais como características edáficas (Gentry 1988, Menin 2005, Tuomisto *et al* 1995, Woinarski *et al* 1999), disponibilidade de alimento (Gaston *et al* 2000), estrutura da vegetação (Jellineck *et al* 2004, Tews *et al* 2004), topografia (Menin 2005, Tuomisto *et al* 1995), entre outros, são considerados importantes para a determinar a distribuição de espécies de diferentes grupos taxonômicos, com relação ao hábitat e microhábitat.

A maioria dos trabalhos que investiga padrões de diversidade utiliza a *riqueza de espécies*, ou diversidade alfa, como variável dependente. Em geral, a riqueza se refere à unidade ou área de amostragem, e não a comunidades em hábitats com limites naturais. Apesar de poder revelar alguns padrões, a riqueza de espécies é apenas um dos componentes da biodiversidade, que não leva em consideração a maioria das características das comunidades (Begon *et al* 2006). Além do número de espécies, as comunidades se distinguem por suas espécies constituintes, informação de grande utilidade para revelar padrões relacionados à substituição de espécies entre localidades, ou diversidade beta (Magurran 2004, Pianka 1973, Ricklefs 2004). Apesar da maior dificuldade na obtenção dos dados, já que depende de boa resolução taxonômica, essa abordagem fornece uma matriz de dados mais completa, podendo indicar informações sobre que espécies dentro de uma região são sensíveis a modificações do ambiente (Bell & Donnelly 2006, Gardner *et al* 2007a). São poucos os trabalhos que levaram em conta a identidade de espécies em estudos de comunidades da herpetofauna.

A relação entre diversidade alfa e beta são dependentes da escala (Magurran 2004, Loreau 2000). Quanto maior a unidade amostral dentro de uma região, mais próxima da diversidade regional, ou diversidade gama, estará a diversidade alfa. Logo, as unidades amostrais tenderão ser mais semelhantes entre si, diminuindo a diversidade beta. Assim a diversidade beta faz a conexão entre a diversidade local e regional (Ricklefs & Schluter

1993). Essa relação pode ser resumida pelo método operacional da Partição Aditiva, em que a diversidade gama é resultado da soma entre as diversidades alfa e beta (Lande 1996). Pegg & Taylor (2007) mostraram que a percepção de diversidade alfa e beta é determinada pela forma e tamanho da unidade amostral: a diversidade beta em unidades menores é incorporada na diversidade alfa de unidades maiores. Além disso, por estar relacionada à configuração espacial das espécies entre os habitats, a diversidade beta também depende da capacidade de dispersão e da mobilidade das espécies (Ricklefs & Schluter 1993). Assim, a escala de estudo é um fator chave para a compreensão dos resultados em estudo de diversidade beta (Gardner *et al* 2007b), e deve ser avaliada em função das características da localidade e do organismo estudado.

A Floresta Amazônica é reconhecida por concentrar a maior parte da biodiversidade mundial, mas estudos de diversidade beta de plantas na região têm contribuído para a errônea idéia de que a Amazônia é uma floresta homogênea (Pitman *et al* 1999, 2001). Contudo, um crescente número de estudos sobre diversidade beta tem contestado essa idéia em estudos com árvores e plantas de sub-bosque, ao mostrar que a heterogeneidade ambiental na Amazônia é grande o suficiente para formar manchas de espécies especialistas de habitat de poucas centenas de metros a vários quilômetros na paisagem (Condit *et al* 2002; Gentry 1988; Tuomisto *et al* 1995, Tuomisto *et al* 2003). Essa grande diversidade de habitats existentes na Amazônia pode favorecer o aparecimento de subpopulações com maior especificidade de habitat, e resultar em uma alta diversidade beta também para outros táxons (Tuomisto *et al* 2003). Porém, o conhecimento sobre o efeito da heterogeneidade ambiental amazônica sobre a diversidade da fauna é ainda escasso.

Apesar de ter Steege e colaboradores (2006) terem encontrado dois gradientes dominantes na composição de árvores da Amazônia, um em função da fertilidade do solo, e outro relacionado à duração da estação seca, Kress e colaboradores (1998) não encontraram qualquer gradiente de diversidade de espécies de norte a sul e de leste a oeste na Amazônia para plantas, artrópodes, peixes, anfíbios ou primatas. Ao contrário do Cerrado, que possui uma alta substituição de espécies de lagartos em função do mosaico de fitofisionomias (Mesquita *et al* 2007, Nogueira *et al* 2005, Thomé 2006), a diversidade beta de répteis Squamata na Amazônia foi considerada baixa, pois além de possuir uma baixa variação na composição das espécies, ela se apresenta separada em grandes blocos de similaridade (Silva & Sites 1995). Entretanto, essas abordagens subestimaram a diversidade beta para esses grupos em escalas menores, já que não foram baseados em esforços de amostragem padronizados e nem levaram em conta a heterogeneidade de habitats da região. Doan &

Arriaga (2002) concluíram que as comunidades de répteis e anfíbios na Amazônia não são entidades homogêneas, mesmo em uma fina escala, devido principalmente a heterogeneidade ambiental resultante dos diferentes tipos florestais. Assim, padrões locais podem surgir em estudos avaliando diretamente o efeito das variações microgeográficas na herpetofauna, como a hidrografia local, topografia, tipos de solo e os tipos florestais resultantes (Doan & Arriaga 2002).

Em um estudo na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), uma área de 64 km² de floresta de terra firme na Amazônia Central, Pinto (2006) encontrou uma baixa diversidade beta entre as unidades amostrais separadas por distâncias de 1 km para comunidades de lagartos. Dentre as 21 espécies de lagartos encontrados naquele trabalho, apenas cinco (*Neusticurus bicarinatus*, *Alopoglossus angulatus*, *Pseudogonatodes guianensis*, *Tupinambis teguixim* e *Uranoscodon superciliosus*) apresentaram distribuições mais restritas, associadas a zonas ripárias próximas a igarapés. Embora a RFAD apresente uma estrutura da vegetação relativamente uniforme (Ribeiro *et al* 1999), as zonas ripárias são os habitats mais diferenciados. Não se sabe se a baixa diversidade beta de lagartos na RFAD seja típica de outras áreas na Amazônia.

Se a heterogeneidade ambiental é forte o suficiente para determinar padrões de distribuições de espécies da fauna e flora na Amazônia, será possível prever a biodiversidade em localidades desconhecidas, a partir de áreas já estudadas. Para tal, é importante identificar variáveis estruturais chave do ambiente que possam permitir generalizações (Tews *et al* 2004). O conhecimento sobre a diversidade beta na Amazônia, associadas às técnicas de modelagem de espécies, poderá auxiliar na escolha de áreas prioritárias para conservação e na elaboração de planos de manejo em função da complementaridade da diversidade entre as áreas, permitindo assim maximizar a diversidade genética protegida (Kress *et al* 1998, Tuomisto *et al* 1995). Para isso, são necessários um aumento no esforço de inventário e um plano eficaz para amostrar a Amazônia (Kress *et al* 1998, Gardner *et al* 2007a).

Com o objetivo de se avaliar o quanto as conclusões de Pinto (2006) podem ser generalizadas para a Amazônia, o objetivo deste estudo foi de investigar a diversidade beta em duas áreas na Amazônia, que se situam ao norte do Rio Amazonas e ao leste do Rio Negro, dentro de uma das grandes regiões de diversidade de répteis Squamata, reconhecida por Silva & Sites (1995). Estas áreas apresentam maior diversidade de habitats que a Amazônia Central, com estrutura e hidrologia mais heterogêneas, sendo consideradas pertencer as ecorregiões distintas.

O presente estudo aproveita o delineamento amostral padronizado do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). O sistema utilizado (RAPELD) permite comparações de diversidade alfa e beta de diferentes regiões, em função da padronização das unidades amostrais.

2. MÉTODOS

Áreas de estudo

O trabalho de campo foi realizado entre 12 de setembro de 2006 e 02 de março de 2007 (estação seca) em duas localidades no estado de Roraima, Brasil, distantes cerca de 200 km entre si (Fig. 1). O Parque Nacional do Viruá, localizado na região centro-sul do estado ($1^{\circ} 46' 34''$ N, $61^{\circ} 02' 06''$ W) é caracterizado por uma vegetação heterogênea contendo Floresta Tropical de Terra-Firme, Campinarana e Campina, sob influência de inundações sazonais. A Estação Ecológica de Maracá, localizada na Ilha de Maracá ao norte do estado ($3^{\circ} 39' 69''$ N, $61^{\circ} 47' 34''$ W) possui dois tipos predominantes de vegetação, floresta de terra-firme estacional decidual e semidecidual, e áreas de savana com vegetação arbustiva baixa ou rasteira. Também apresenta áreas alagáveis com predomínio de Buriti (*Mauritia flexuosa*).



Figura 1. Localização das duas áreas de estudo, Parna Viruá e Esec Maracá, no estado de Roraima, Brasil.

Delineamento amostral

Em ambas as áreas, foram estabelecidas grades de amostragem padronizadas RAPELD completas, através do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio, 2007). Cada grade é formada por um sistema de 12 trilhas de 5 km de extensão, cobrindo uma área total de 25 km² (Fig. 2). Ao longo das trilhas, no sentido leste-oeste, foram delimitadas 30 parcelas (cinco por trilha). As parcelas possuem 250 m de comprimento e foram demarcados de forma a seguir as curvas de nível em seções lineares de 10 em 10 m. Parcelas estreitas seguindo a curva de nível são relativamente uniformes em relação às características do solo e profundidade do lençol freático (Magnusson *et al* 2005).

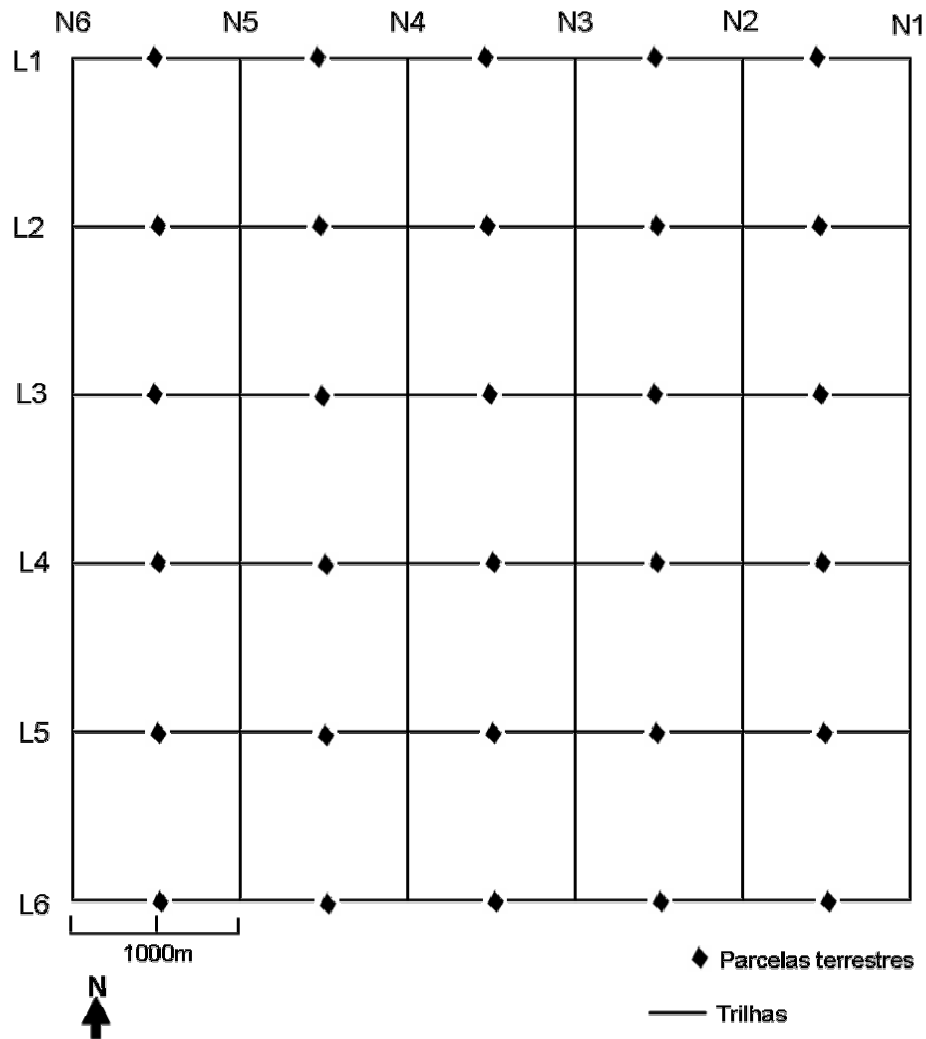


Figura 2. Sistema de trilhas do sítio de amostragem RAPELD (PPBio 2007).

Amostragem das comunidades

Para amostrar as comunidades de lagartos, foram utilizados os métodos de transecto de amostragem visual e busca na liteira. Cada parcela foi percorrida por cerca de 1 hora por dois observadores, um à frente do outro, distantes 10 m entre si, que registravam todos os animais avistados. O primeiro observador procurava lagartos no solo e na base das árvores, enquanto o segundo concentrava sua busca nas árvores. Durante o trajeto, foram feitos 18 pontos de amostragem (9 por cada observador) com uma parada de 3 minutos por ponto. Essas amostragens foram realizadas em horários sem chuva, com temperatura acima de 26°C. Esse método foi usado para detectar lagartos terrícolas maiores, arborícolas e semi-arborícolas. Para detectar lagartos terrícolas menores e fossoriais, pertencentes principalmente às famílias Gymnophthalmidae e Gekkonidae, foi feita busca ativa na liteira, revirando substrato (liteira, troncos caídos, etc) em parcelas de 1 X 250 m ao longo das linhas centrais, durante cerca de 1 hora e meia por dois observadores, a qualquer hora do dia.

Foram executadas 3 amostragens em cada uma das 60 parcelas das duas áreas de estudo, a fim de maximizar o encontro das espécies e minimizar as falsas ausências nas unidades amostrais.

Disponibilidade de alimento

Para estimar a composição da comunidade de presas foram utilizadas armadilhas de queda com isca em cada uma das parcelas. As armadilhas consistiam em 5 recipientes plásticos de 500 ml, com 14 cm de diâmetro e 9 cm de profundidade, enterrados no chão. Eles foram distribuídos ao longo de cada parcela distantes 50m uma da outra, contendo uma solução de formalina a 1% e detergente. Foi utilizado fezes humanas como isca para atrair coleópteros rola-bosta e outros invertebrados. Apesar da isca, a armadilha capturou também outros invertebrados, como quelicerados, ortópteros, isópteros, himenópteros, que são consumidos por lagartos. Cada grupo de armadilhas ficou aberto por 24 horas, entre 23/02 e 25/02 de 2007 na Esec Maracá, e entre 27/01 e 01/03 de 2007 no Parna Viruá.

Como nem todos os invertebrados capturados nas armadilhas são consumidos pelas espécies de lagartos encontrados neste estudo, foram selecionados os tipos mais importantes com base na literatura sobre dieta, em localidades semelhantes (apêndice 1). Foram selecionados os itens mais consumidos por cada espécie em comum a desse estudo, e seu

relativo grau de importância dentro da dieta a partir de uma padronização da unidade utilizada no artigo (volume, índice de importância ou % volume) para porcentagem. Com base nestes valores de grau de importância, foram selecionados as 7 presas mais consumidas dentro das comunidades de lagartos amostrados. Como existe restrição na ingestão de presas relacionada à largura do aparato bucal, foram considerados nas análises os pesos úmidos de cada tipo de presa com largura menor ou igual a 4,5 cm, considerada por Vitt *et al* (2000b) como a largura média de presa ingerida por *A. ameiva*, a maior espécie deste estudo.

Para resumir a variação da composição da comunidade de presas nas parcelas, levando em conta a quantidade e a diversidade, foi utilizado o método de Análises de Coordenadas Principais (PCoA), no software livre R 2.5.1 (R Development Core Team 2007).

Abertura de dossel

As estimativas de abertura do dossel foram feitas através de fotos hemisféricas do dossel da floresta com uma câmera digital Nikon Coolpix 4500 acoplada a uma lente conversora hemisférica Nikon FC-E8, que permite que o ângulo da foto seja de 180°, apoiada em tripé a 0,5 m do solo. Foram obtidas 6 fotos distantes 50 m entre si de cada parcela, entre dezembro de 2006 e janeiro de 2007. Para evitar a incidência direta de raios solares na lente, as fotos foram obtidas no início da manhã (das 5:30 às 8:30 horas) e no final de tarde (das 16:00 às 18:00 horas). A abertura do diafragma foi determinada pelas condições de luz, sendo priorizado o maior valor de f possível (em geral f 5.3), pois isso propicia maior profundidade de campo. A velocidade do obturador foi determinada automaticamente pelo fotômetro da própria câmera. Não foram obtidas fotos com velocidade do obturador acima de 2 segundos, pois, em testes preliminares, as fotos tiradas com velocidade abaixo deste saíram tremidas. A abertura de dossel foi considerada a porcentagem de área em que a luz incidente não obstruída por folhas, galhos ou pelo relevo (no caso de áreas muito inclinadas), sendo, portanto, uma medida indireta da quantidade de luz que atinge o ponto da parcela em que foi obtida a foto. A abertura de dossel foi estimada através do programa de análises de imagem GLA-Gap Light Analyzer 2.0 (Frazer & Canham 1999).

Fatores topográficos e edáficos

A altitude de cada parcela foi medida por um topógrafo profissional. Foram tomadas 6 medidas da inclinação a cada 50 m ao longo da parcela, com o auxílio de um clinômetro, e a média dos 6 valores foi utilizada nas análises. Para avaliar a granulometria do solo, baseado na proporção de argila, foram coletadas 6 amostras ao longo de cada parcela até 10 cm de profundidade. As amostras da mesma parcela foram combinadas, homogeneizadas e secas ao ar. A proporção de argila foi baseada na velocidade de queda das partículas que compõe o solo, determinando-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com a água, após a adição de dispersante químico (Embrapa, 1997).

Análises estatísticas

Para avaliar a eficiência da amostragem, foram construídas curvas esperadas de acumulação de espécies, com base em amostras de curvas de rarefação utilizando o índice de Mao Tau, com intervalo de confiança de 95%, sem reposição, no programa EstimateS 8.0 (Colwell, 2006).

Para sumarizar a composição das comunidades de lagartos, foi utilizado o método de Análise de Coordenadas Principais (PCoA) utilizando o software livre R 2.5.1 (R Development Core Team 2007). Este é um método de análise multivariada que permite reduzir a dimensionalidade dos dados de uma comunidade a um ou mais eixos de variação. As ordenações das comunidades contendo todas as espécies das duas localidades, e somente com as espécies em comum entre elas, foram feitas baseadas em dados de abundância e presença/ausência nas parcelas. A dissimilaridade entre as unidades amostrais para dados de presença/ausência foi calculada por meio do índice Sørensen, e a dissimilaridade entre as unidades amostrais para dados de abundância foi calculada usando uma matriz de associação Bray-Curtis (McCune & Grace 2002). Os dados de abundância foram padronizados para abundância relativa, ou seja, o número médio de lagartos de cada espécie por parcela nas 3 campanhas, dividido pela soma do número médio de indivíduos de todas as espécies em cada parcela. Dados quantitativos (abundância relativa) revelam padrões mais associados a espécies mais comuns, pois elas têm uma maior contribuição às diferenças entre sítios. Dados qualitativos (presença/ausência) tendem a dar mais peso às espécies raras, pois as mais

abundantes geralmente ocorrem em muitas localidades, contribuindo pouco para diferenciá-las (Costa *et al* 2005).

Análise de covariância múltipla (MANCOVA) e Regressão múltipla multivariada (RMM) foram feitas no programa SYSTAT 10 (Wilkinson, 2000).

3. RESULTADOS

Distribuição das unidades amostrais

Das 30 parcelas da grade de amostragem da área de estudo localizada no Parna Viruá, 25 possuíam vegetação florestal, com abertura de dossel variando entre 4,3 e 24%. Vinte destas foram predominantes de floresta de terra-firme, e cinco de campinarana. As cinco parcelas restantes possuíam vegetação predominante de campina, com abertura de dossel variando entre 39,9 e 71,1 %. Este tipo de vegetação localiza-se, em sua maioria, na porção sudoeste da área de estudo. Com exceção de 3 parcelas de encosta de morro, localizadas na porção nordeste da área de estudo, com altitudes variando entre 83 e 130 metros, as parcelas encontravam-se em altitudes variando entre 48 e 58 metros.

Todas as parcelas da grade de amostragem da Esec Maracá foram cobertas predominantemente por vegetação florestal, com abertura de dossel variando entre 3,9 e 7,5%. A formação aberta do tipo savana, apesar de presente nas imediações da grade, não foi representada nas amostragens.

Para gerar os eixos de variação das comunidades, foi necessária a retirada de cinco parcelas do Parna Viruá. Uma não podia ser amostrada porque se localizava em um lago temporário que passou maior parte do tempo alagado durante a coleta de dados. As outras quatro parcelas foram associadas a Campina, que apresentou uma comunidade muito dissimilar, com espécies exclusivas desta formação, ou por não apresentar registros. Assim considerando-se nas análises somente as parcelas de floresta de terra-firme e campinarana, foram utilizadas 25 parcelas no Parna Viruá e 30 parcelas na Esec Maracá.

Composição das comunidades

Foram registrados nas duas localidades 688 lagartos, de 16 espécies, pertencentes a 5 famílias (*sensu* Frost *et al* 2001): Gekkonidae (*Coleodactylus septentrionalis*, *Gonatodes humeralis* e *Thecadactylus rapicauda*), Gymnophthalmidae (*Gymnophthalmus underwoodi* e *Leposoma percarinatum*), Iguanidae (*Anolis auratus*, *Anolis fuscoauratus*, *Anolis nitens*, *Anolis ortonii*, *Plica plica*, *Plica umbra*, *Uranoscodon superciliosus*), Scincidae (*Mabuya nigropunctata*) e Teiidae (*Ameiva ameiva*, *Kentropyx calcarata* e *Kentropyx striata*). Com

exceção de *A. auratus*, e *K. striata*, que habitam vegetações mais abertas, todas as espécies foram associadas à Floresta.

Sete espécies (*A. ameiva*, *C. septentrionalis*, *G. humeralis*, *L. percarinatum*, *M. nigropunctata*, *Plica umbra* e *U. superciliosus*) foram comuns às comunidades de lagartos das duas localidades. No Parna Viruá, foram registrados 171 indivíduos (129 na busca ativa e 42 na busca na liteira) pertencentes a 12 espécies, sendo *A. auratus*, *A. nitens*, *K. calcarata*, *K. striata* e *T. rapicauda* exclusivas desta localidade. Na Esec Maracá, foram registrados 517 indivíduos (227 na busca ativa e 290 na busca na liteira) pertencentes a 11 espécies, sendo *A. fuscoauratus*, *A. ortonii*, *G. underwoodi* e *Plica plica* exclusivas desta localidade. Além destas espécies, cinco (*Anolis fuscoauratus*, *Anolis punctatus*, *Cnemidophorus lemniscatus*, *Crocodylurus lacertinus* e *Tupinambis teguixim*) foram registradas em encontros ocasionais no Parna Viruá, e duas (*Mabuya bistrata* e *Iguana iguana*) na Esec Maracá.

As espécies mais registradas, considerando as duas áreas de estudo, foram *C. septentrionalis*, com 4 registros no Viruá e 222 em Maracá, e *G. humeralis* com 90 registros no Viruá e 104 registros em Maracá. As espécies menos registradas foram *A. auratus* (3 registros em 1 parcela de campina no Viruá), *K. striata* (2 registros no Viruá), *A. ortonii* (1 registro em Maracá), *U. superciliosus* (1 registro em cada localidade) e *T. rapicauda* (2 registros no Viruá). Como o sistema de amostragem não foi eficiente para detectar *A. ortonii* que habita o dossel da floresta, *U. superciliosus* que é associado à vegetação ripária, e *T. rapicauda*, que possui hábito noturno, estas três espécies juntamente com *A. auratus* registrado somente em uma parcela, não foram incluídas nas análises.

Apesar de apresentarem valores estimados de espécies semelhantes considerando 29 parcelas ($12 \pm 1,53$ espécies para o Parna Viruá e $10,93 \pm 1,83$ para Esec Maracá), as curvas de rarefação das espécies apresentaram tendências opostas (Fig. 3). Para a Esec Maracá a curva de rarefação parece atingir a assíntota com 11 espécies. Para o Parna Viruá a curva de rarefação aparentemente não atingiu a assíntota, contudo, mostra que seria necessário um esforço amostral muito maior na localidade para se revelar novas espécies.

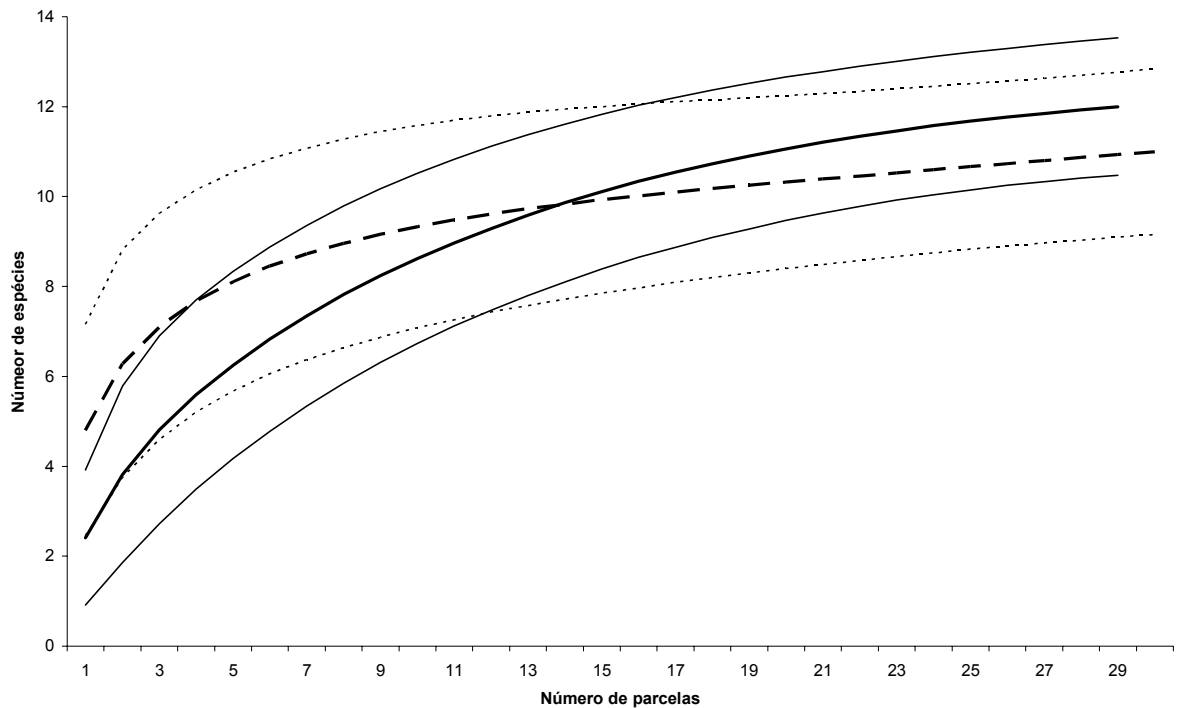


Figura 3. Curvas de rarefação (espécies de lagartos x parcelas) do Parna Viruá (linhas contínuas) e Esec Maracá (linhas pontilhadas) com os respectivos intervalos de confiança 95%.

Estrutura das comunidades

Foi necessária a representação das comunidades em 3 eixos de PCoA, para captar mais de 50% da variação nas associações originais usadas pelas ordenações. A composição das espécies de lagartos com os dados das duas localidades foi representada por 3 eixos de variação de PCoA para dados de abundância e de presença/ausência, captando 56,5 e 52,3% da variação, respectivamente. A composição de espécies de lagartos com dados das espécies em comum entre as duas localidades foi representada por 3 eixos de variação de PCoA para dados de abundância e de presença/ausência, captando 62 e 60,7% da variação, respectivamente. A distribuição das espécies ao longo da ordenação da composição das comunidades com dados das espécies em comum pode ser observada na Figura 4.

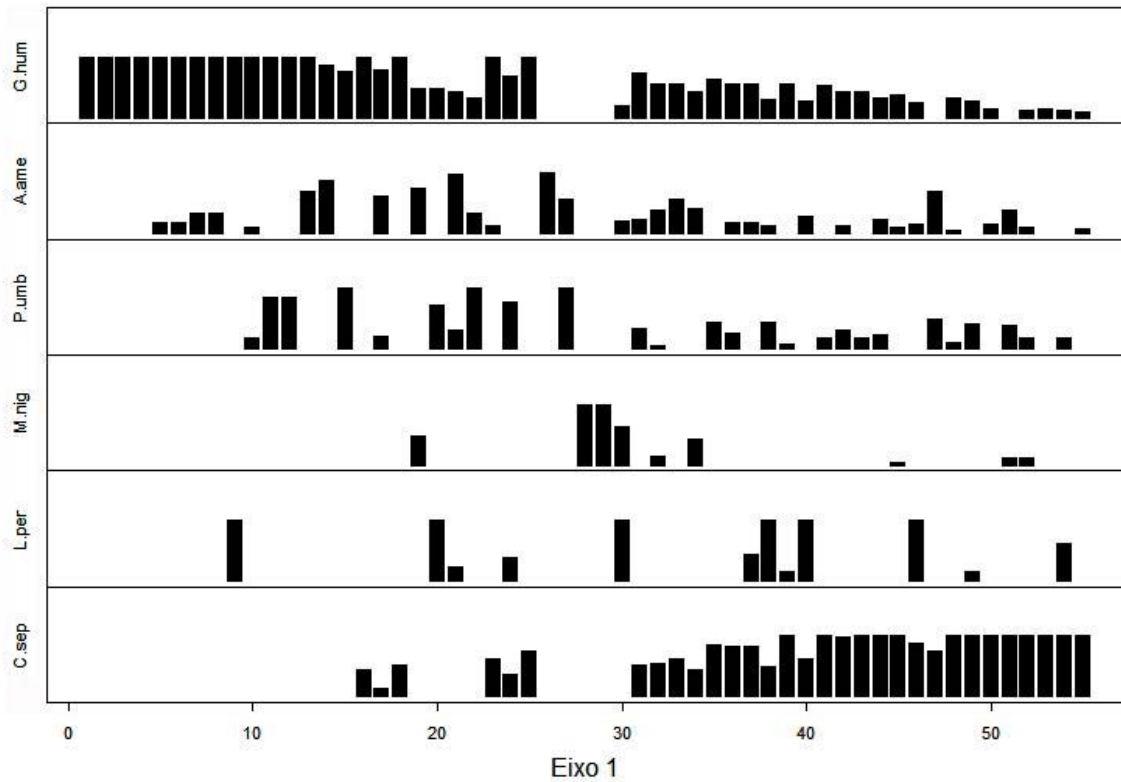


Figura 4. Abundância relativa das seis espécies de lagartos em comum entre o Parna Viruá e Esec Maracá, ordenado ao longo do primeiro eixo de PCoA. G. hum= *Gonatodes humeralis*, A. ame= *Ameiva ameiva*, P. umb= *Plica umbra*, M. nig= *Mabuya nigropunctata*, L. per= *Leposoma percarinatum*, C. sep= *Coleodactylus septentrionalis*.

Disponibilidade de alimento

As prováveis presas dos lagartos selecionadas para as análises foram, em ordem de importância, Orthoptera, larva de inseto, Aranae, Isoptera, Blattaria, Formicidae e Coleoptera. Como armadilhas de queda têm baixa eficiência de captura para organismos com baixa mobilidade, as larvas de inseto foram excluídas das análises. Como um eixo da PCoA foi capaz de captar mais de 50% da variação da composição de presas nas parcelas ($r^2 = 0,515$), ele foi utilizado como a medida de variação na composição de presas entre parcelas, resultando em um gradiente influenciado basicamente por cupins em um extremo e besouros no outro (Fig. 5).

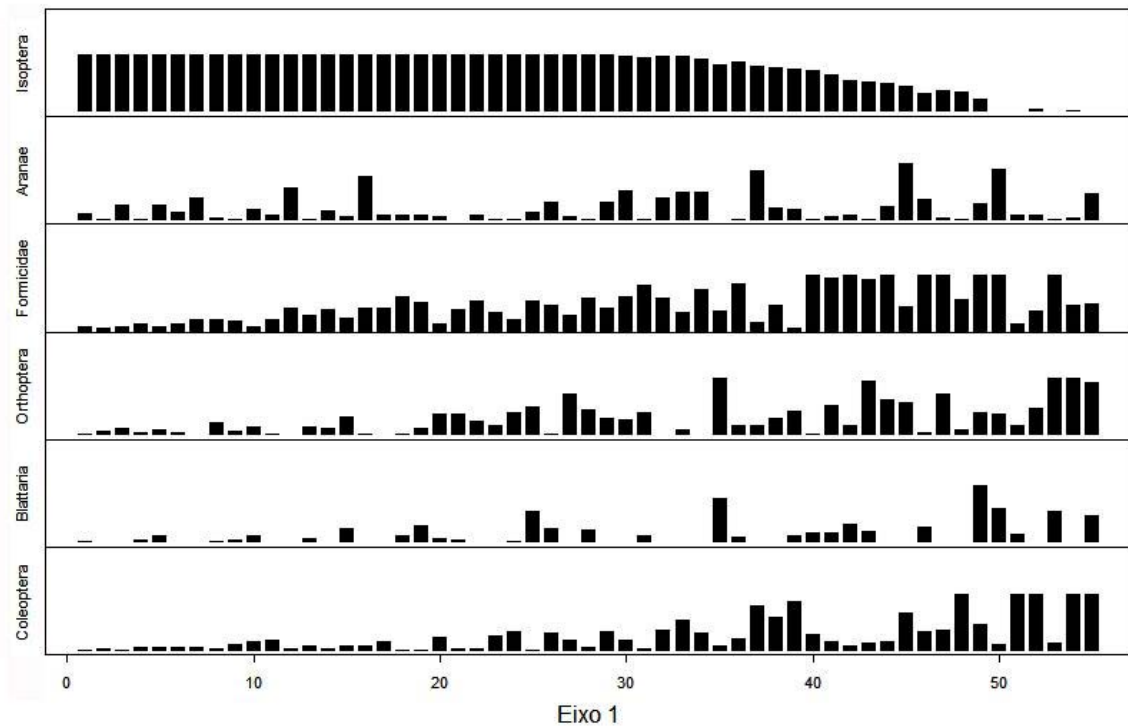


Figura 5. Abundância relativa das presas no Parna Viruá e Esec Maracá, ao longo do eixo de PCoA ordenado para a composição de presas.

Variáveis ambientais

A abertura do dossel apresentou interação significativa com localidade ($P < 0,05$) para os dados de abundância e presença/ausência com dados de todas as espécies, e das espécies em comum registradas no Parna Viruá e Esec Maracá, o que indica que essa variável atua de forma diferenciada em cada localidade. Assim, para avaliar o efeito das variáveis preditoras na composição de espécies de lagartos, foi gerado um modelo de RMM para cada localidade.

Parna Viruá

A composição de espécies de lagartos com dados de abundância para as espécies do Parna Viruá foi significativamente influenciada pela abertura de dossel (Pilai Trace = 0,547; $F_{3,17} = 6,853$; $P = 0,003$). Verificou-se um padrão de substituição na distribuição das espécies ao longo do gradiente de abertura de dossel. *M. nigropunctata* ocorreu somente em parcelas

com maiores aberturas de dossel e *P. umbra* ocorreu em parcelas com abertura intermediária. Entretanto a maioria das espécies ocorreu ao longo de todo o gradiente (Fig. 6). Não houve efeito significativo da altitude (Pillai Trace = 0,053; $F_{3,17} = 0,319$; $P = 0.811$), inclinação (Pillai Trace = 0,163; $F_{3,17} = 1,107$; $P = 0.373$), granulometria do solo (Pillai Trace = 0,107; $F_{3,17} = 0,679$; $P = 0,577$) ou composição de presas (Pillai Trace = 0,195; $F_{3,17} = 1,374$; $P = 0,285$).

Para dados de presença/ausência, a composição das espécies de lagartos também foi significativamente influenciada pela abertura de dossel (Pillai Trace = 0,587; $F_{3,17} = 8,044$; $P = 0,001$). Não houve efeito significativo da altitude (Pillai Trace = 0,052; $F_{3,17} = 0,309$; $P = 0,818$), inclinação (Pillai Trace = 0,037; $F_{3,17} = 0,216$; $P = 0.884$), granulometria do solo (Pillai Trace = 0,072; $F_{3,17} = 0,441$; $P = 0,727$) ou composição de presas (Pillai Trace = 0,110; $F_{3,17} = 0,699$; $P = 0,566$) sobre a ocorrência das espécies de lagartos.

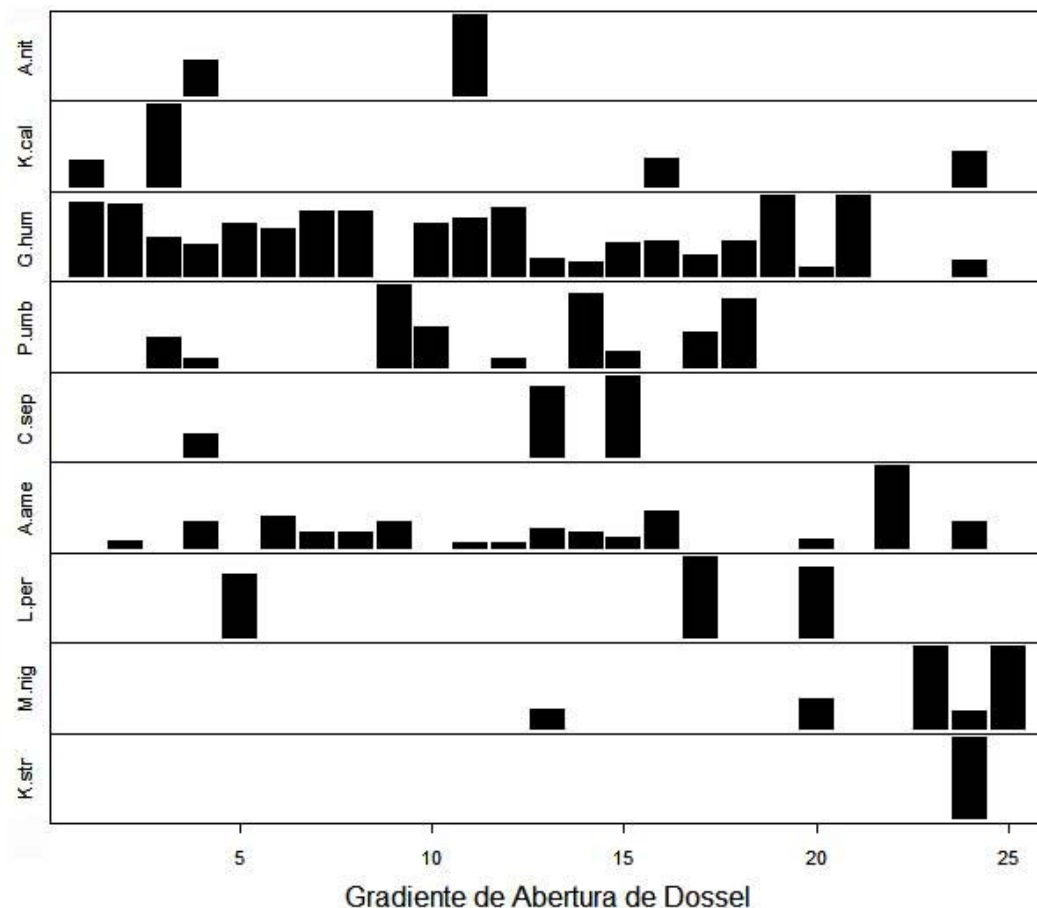


Figura 6. Abundância relativa das espécies de lagartos ordenadas ao longo do gradiente de Abertura de dossel, para o Parna Viruá. A.nit= *Anolis nitens*, K.cal= *Kentropyx calcarata*, G. hum= *Gonatodes humeralis*, P.umb= *Plica umbra*, C. sep= *Coleodactylus septentrionalis*, A. ame= *Ameiva ameiva*, L. per= *Lepossoma percarinatum*, M. nig= *Mabuya nigropunctata*, K.str= *Kentropyx striata*.

Esec Maracá

A composição de espécies com dados de abundância para as espécies da Esec Maracá foi significativamente influenciada pela inclinação da parcela (Pillai Trace = 0,394; $F_{3,22} = 4,759$; $P = 0,011$). Apesar dessa relação ser significativa, o padrão de substituição de espécies para o gradiente de inclinação foi fraco, com todas as espécies ocorrendo em uma variedade de inclinações (Fig. 7). Não houve efeito significativo da altitude (Pillai Trace = 0,143; $F_{3,22} = 1,225$; $P = 0,324$), granulometria do solo (Pillai Trace = 0,161; $F_{3,22} = 1,404$; $P = 0,268$), abertura de dossel (Pillai Trace = 0,251; $F_{3,22} = 2,457$; $P = 0,090$) ou composição de presas (Pillai Trace = 0,148; $F_{3,22} = 1,275$; $P = 0,308$).

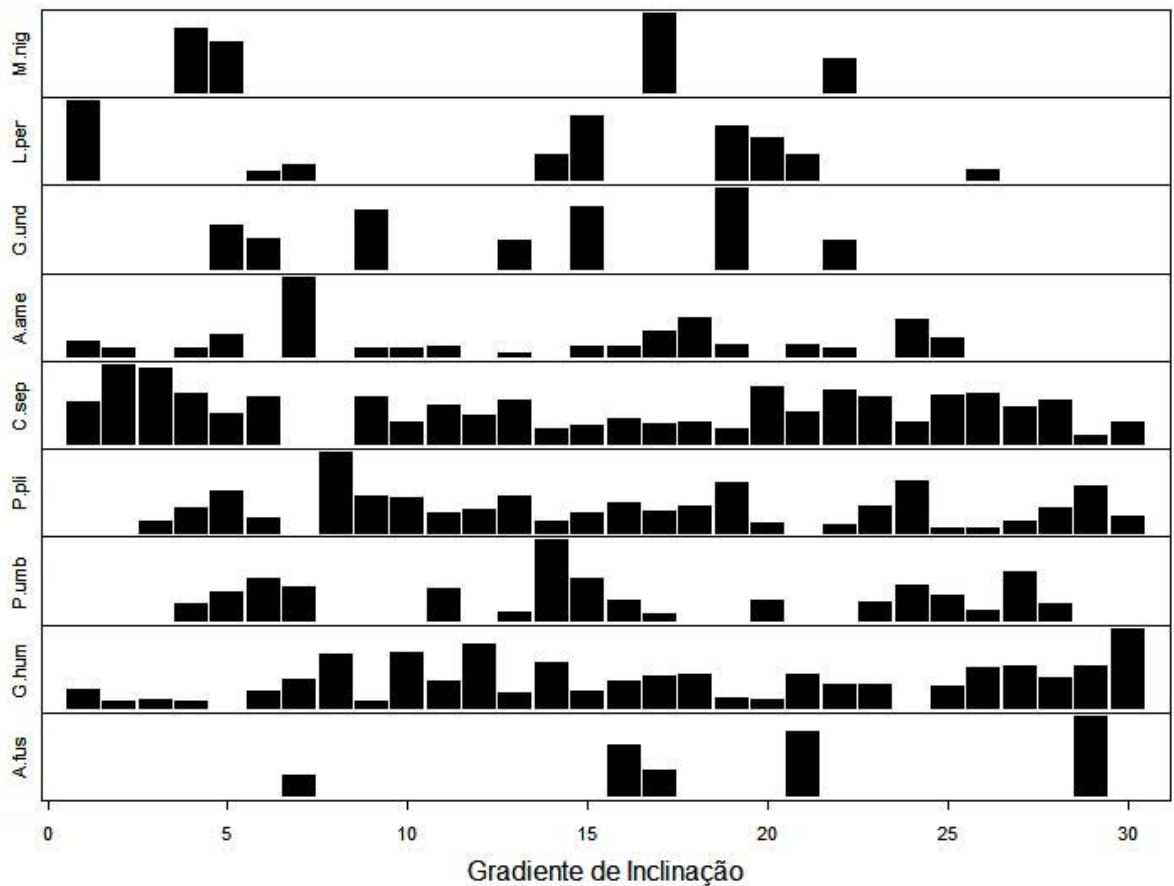


Figura 7. Abundância relativa das espécies de lagartos ordenadas ao longo do gradiente de inclinação, para a Esec Maracá. M. nig= *Mabuya nigropunctata*, L. per= *Leposoma percarinatum*, G.und= *Gymnophthalmus underwoodi*, A. ame= *Ameiva ameiva*, C. sep= *Coleodactylus septentrionalis*, P.pli= *Plica plica*, P.umb= *Plica umbra*, G. hum= *Gonatodes humeralis*, A.fus= *Anolis fuscoauratus*..

Para dados de presença/ausência, a composição das espécies de lagartos não foi significativamente influenciada por qualquer das variáveis: altitude (Pillai Trace = 0,211; $F_{3,22} = 1,959$; $P = 0,150$), inclinação (Pillai Trace = 0,211; $F_{3,22} = 1,964$; $P = 0,149$), granulometria do solo (Pillai Trace = 0,107; $F_{3,22} = 0,878$; $P = 0,468$), abertura de dossel (Pillai Trace = 0,183; $F_{3,22} = 1,639$; $P = 0,209$), composição de presas (Pillai Trace = 0,021, $F_{3,22} = 0,156$; $P = 0,925$).

4. DISCUSSÃO

Áreas de estudo e comunidade de lagartos

As duas localidades estudadas apresentaram diferenças marcantes em relação à heterogeneidade de ambientes, o que pode ter causado a diferença na composição e abundância das espécies. As parcelas da Esec Maracá foram distribuídas em ambientes mais semelhantes entre si, enquanto no Parna Viruá foram distribuídas em uma variedade maior de ambientes, abrangendo desde floresta de terra-firme até áreas de campina quase completamente expostas ao sol, e desde áreas planas até áreas íngremes de encostas de morro. Além disso, outra característica bastante particular do Parna Viruá foi o regime de alagamento em que 17 das 29 parcelas amostradas foram sujeitas à inundação periódica durante, mesmo durante a seca, principalmente na porção sudoeste da área de estudo, limitando a abundância, presença e, provavelmente, a dispersão de algumas espécies de lagartos.

A abundância de lagartos diferiu marcadamente entre as duas localidades. Para o Parna Viruá foi registrado somente cerca de 25% de todos os indivíduos encontrados. A grande diferença foi para a espécie *Coleodactylus septentrionalis*, que no Parna Viruá foram registrados consideravelmente menos indivíduos do que na Esec Maracá. Como essa espécie tem distribuição descrita do norte de Roraima até a Venezuela (Ávila-Pires 1995) é possível que a baixa abundância no Parna Viruá esteja relacionada ao limite sul de sua distribuição geográfica. A baixa detecção de *A. auratus* e *K. striata* pode ser devida a pouca representatividade das campinas na amostragem, já que são espécies associadas a este ambiente. Para as outras espécies, o sistema de amostragem pode ter sido responsável pela baixa detecção, já que *A. ortonii* habita o dossel da floresta, *U. superciliosus* está associada à vegetação ripária, *T. rapicauda* é de hábito noturno.

As manchas de formação aberta no Parna Viruá potencialmente poderiam aumentar o número de espécies encontradas no Parque. Existem pelo menos 17 espécies de lagartos nas savanas de Roraima (Barbosa *et al* – no prelo), e muitas delas não são encontradas em áreas densamente florestadas. Somente a espécie *A. auratus* foi encontrada nas pequenas manchas de áreas abertas, não sendo encontrada nas parcelas de floresta. Parece que, ou as áreas abertas são pequenas demais para sustentar a comunidades de lagartos de savana, ou as inundações estão excluindo a assembléia de lagartos.

O presente estudo foi o primeiro levantamento de espécies da herpetofauna realizada no Parna Viruá. Além das 17 espécies reveladas neste estudo, é provável que mais três espécies (*Arthrosaura reticulata*, *Tretioscincus oriximinensis* e *Mabuya carvalhoi*) sejam encontradas na área levando-se em conta um trabalho realizado por Vitt & Zani (1998) em uma região próxima, que possui habitats semelhantes. Para a Esec Maracá, são conhecidas 22 espécies de lagartos (O'Shea 1998). Das 13 espécies encontradas na Esec Maracá durante este estudo, somente *Plica umbra* não havia sido registrada anteriormente. Das espécies descritas para a localidade, somente *Cercosaura ocellata*, *Neusticurus racenisi* e *Kentropyx calcarata* provavelmente ocorrem na floresta amostrada pela grade, já que as outras espécies são associadas a ambientes não amostrados, como as áreas abertas de Lavrado ou áreas antropizadas.

Diversidade beta

Foi encontrada uma baixa substituição de espécies de lagartos entre as 59 parcelas estudadas, resultando numa baixa captação da variação das comunidades nas ordenações. Mais da metade das espécies registradas em cada localidade foi compartilhada entre elas, o que revela elevada similaridade entre a composição de espécies das duas localidades. A diferença mais notável foi relacionada à espécie *Plica plica*, de ampla distribuição na Amazônia (Ávila-Pires 1995) que, apesar de ocorrer em simpatria com *Plica umbra* em grande abundância na Esec Maracá, e em menor abundância na RFAD (Pinto 2006), não foi registrada no Parna Viruá.

Ao contrário do Cerrado que apresenta acentuada substituição de espécies para localidades próximas devido ao mosaico de fitofisionomias (Nogueira *et al* 2005, Thomé 2006), a baixa diversidade beta para lagartos já foi reportada em outros biomas (Galina-Tesaro *et al* 2003, Carvajal-Cogollo *et al* 2007), e para Amazônia sob diferentes escalas de estudo. Em larga escala, os resultados estão de acordo com a tendência observada por Silva & Sites (1995) já que, mesmo distantes cerca de 200 km, as duas localidades estão dentro de um dos três grandes blocos de similaridade de espécies descrito pelos autores. Em uma escala menor, Pinto (2006) observou baixa substituição de espécies de lagartos em 64 km² de floresta de Terra-Firme na Amazônia central. Contudo, segundo Ribeiro *et al* (1999), esta área tratava-se de uma floresta considerada homogênea. Doan & Arriaga (2002) também observaram grande similaridade entre a composição de espécies de répteis em algumas

localidades distantes no máximo 120 km entre si, na Amazônia peruana. Entretanto, estes autores encontraram padrões de distribuição de espécies relacionados ao uso de microhabitat, e sugeriram que a variação na composição das comunidades de répteis poderia estar associada à heterogeneidade ambiental em uma escala menor. Gardner e colaboradores (2007a) encontraram uma acentuada substituição de espécies de anfíbios e répteis entre áreas próximas de floresta primária, secundária e de eucaliptos no oeste da Amazônia, em que foram observadas muitas espécies especialistas na floresta madura, enquanto as áreas mais perturbadas foram dominadas por um grande número de espécies generalistas e heliotérmicas. Até entre os mesmos tipos florestais, grande parte da diversidade gama foi explicada pela diversidade beta, mesmo entre sítios distantes 30 km. Contudo, os fatores que explicam o padrão encontrado não foram investigados. A distância entre parcelas empregadas no presente estudo talvez tenha sido pequena demais para revelar um padrão de distribuição de espécies de lagartos em menor escala. Além disso, as grandes variações estruturais encontradas ao longo dos 250 m das parcelas, contribuíram como força homogeneizadora na constituição das comunidades amostradas.

Aparentemente, existe uma grande variação de escalas em que os padrões de substituição de espécies para lagartos existem na Amazônia. Devido à ampla distribuição da maioria das espécies de lagartos é possível que padrões mais evidentes de substituição de espécies surjam de estudos em grande escala. Contudo, devido à falta de dados disponíveis para essa escala, em função de limitações logísticas e financeiras (Gardner *et al* 2007a e b), ainda é complicado fazer generalizações. Para avaliar esses padrões em menor escala é preciso levar em conta características de cada localidade, podendo a diversidade beta ser bastante variável ao longo da Amazônia.

Variáveis Ambientais

Dentre as variáveis ambientais analisadas neste estudo, apenas abertura de dossel e inclinação tiveram efeito significativo sobre a composição de espécies para o Parna Viruá e Esec Maracá, respectivamente.

Em função das características fisiológicas dos lagartos, principalmente a ectotermia, a relação entre a composição de espécies de lagartos e a abertura de dossel, ou outras medidas equivalentes, é freqüentemente reportada na literatura (Pinto 2006, Schall & Pianka 1978, Garcia & Whalen 2003, Jelineck *et al* 2004). Resultados similares também são vistos para

anfíbios diurnos, que devido à sua fisiologia e ao seu modo de vida, possuem restrições com relação à incidência direta de luz (Menin 2005). Conforme esperado, as espécies não-heliotérmicas, como *G. humeralis* e *P. umbra*, tenderam estar presentes em parcelas com menores aberturas de dossel, enquanto as heliotérmicas como *A. ameiva* e *M. nigropunctata* em parcelas mais abertas. A ausência de um efeito da abertura de dossel para as comunidades de lagartos da Esec Maracá, pode estar relacionada ao fato da pequena amplitude de variação observada, provavelmente insuficiente para gerar respostas nas comunidades.

Apesar da composição das espécies de lagartos nas comunidades da Esec Maracá responder significativamente ao gradiente de inclinação, foi observado que a maioria das espécies se distribuiu em todo o gradiente, revelando um padrão fraco. Pinto (2006) não detectou efeito da inclinação na composição das espécies de lagartos na RFAD, porém, encontrou uma relação fraca, mas significativa para *M. nigropunctata*. Para a RFAD, foi observado um efeito da inclinação do terreno sobre a composição de pteridófitas (Costa *et al* 2005) e que áreas com maior declividade possuem maior quantidade de plantas pequenas (Castilho 2004). Assim, a inclinação pode estar influenciando a composição de espécies de lagartos em Maracá indiretamente, através de mudanças estruturais no hábitat.

A altitude, granulometria do solo e disponibilidade de alimento não estiveram significativamente relacionadas à composição de espécies de lagartos das comunidades em qualquer uma das duas áreas estudadas. Diferente do que foi encontrado na Austrália, onde a altitude afetou a riqueza e composição de espécies de lagartos, mesmo em áreas com variações de 50 metros (Fischer & Lindenmayer 2005), na Amazônia um efeito da altitude nas comunidades de répteis é conhecido somente para as regiões Andinas, onde a amplitude de variação está relacionada diretamente com a temperatura (Begon *et al* 2006). Assim, é possível que para o Parna Viruá e a Esec Maracá, a amplitude de variação da altitude tenha sido muito pequena para produzir um efeito significativo na composição das comunidades de lagartos.

Mesmo o solo sendo considerado um fator crítico do ambiente para a herpetofauna em algumas regiões, independente da vegetação (Jorgensen e Demarais 1998), e alguns estudos terem mostrado relações significativas entre as comunidades de répteis ou anuros com o tipo de solo (Woinarski *et al* 1999, Menin 2005, Pinto 2006), o presente estudo não encontrou um padrão relacionado à estrutura do solo. Woinarski e colaboradores (1999) observaram que, em áreas de baixa pluviosidade anual, a composição de espécies de répteis em solos argilosos era notavelmente distinta daquela de áreas adjacentes com solos diferentes, e de áreas com alta pluviosidade, que apresentaram maior similaridade de espécies independente do tipo de solo.

A alta pluviosidade anual média, e a grande proporção de solos arenosos nas duas localidades podem ter sido responsáveis pela ausência de um efeito evidente nas composições das comunidades estudadas.

A dieta das espécies é uma característica altamente conservada ao longo da história evolutiva de Squamata (Vitt & Pianka 2003, Vitt & Pianka 2005), sendo a disponibilidade de recursos muitas vezes considerada um fator limitante para a coexistência de espécies (Pianka 1973, Vitt & Pianka 2003). Assim, esperava-se que a abundância e a diversidade de presas tivessem influência na composição de espécies de lagartos. Contudo, essa tendência não foi encontrada no presente estudo. Todas as presas se encontraram bem distribuídas entre as parcelas, mas cupins e coleópteros tiveram padrões opostos. Ou as diferenças na composição de presas é pequena demais para influenciar a dieta, ou as espécies de lagartos são suficientemente generalistas para não serem afetadas por diferenças na composição de presa, já que a única espécie considerada especialista neste estudo foi *P. umbra* (92% formigas – Gasnier *et al* 1994).

5. CONCLUSÕES

As comunidades de lagartos do Parna Viruá e Esec Maracá compartilharam um grande número de espécies, e não apresentaram um padrão claro de substituição de espécies, revelando uma baixa diversidade beta associada com a heterogeneidade ambiental. As maiores diferenças relacionadas à composição de espécies de lagartos entre as áreas parecem estar relacionadas a fatores históricos ou biogeográficos, e à abundância de indivíduos a heterogeneidade ambiental. Somente a abertura de dossel e a inclinação do terreno revelaram um padrão associado à composição das comunidades de lagartos. Parece que, em ambientes florestais, a variação natural da floresta em escala de hectares é suficiente para manter a maioria das espécies.

6. LITERATURA CITADA

- Ávila-Pires, T. C. S. 1995. Lizards of Brazilian Amazon. *Zool. Verh. Leiden* 299: 3-706.
- Barbosa, R. I., Campos, C., Pinto, F., Fearnside, P. M. s/d. *Functional Ecosystems and Communities*. The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savanas. (in press).
- Begon, M., Townsend, C. R., Harper, J. L. 2006. Ecology: From Individuals to Ecosystems (4ª edição). Blackwell publishing. Oxford. 738 pp.
- Bell, K. E., Donnelly, M. A. 2006. Influence of Forest Fragmentation on Community Structure of Frogs and Lizards in Northeastern Costa Rica. *Conservation Biology* 20(6): 1750-1760.
- Carvajal-Cogollo, J. E., Castaño-Mora, O. V., Cárdenas- Arévalo, G. 2007. Reptiles de áreas asociadas a humedales de la Planicie del Departamento de Córdoba, Colômbia. *Caldasia* 29(2):427-438.
- Castilho, C. V. 2004. Variação espacial e temporal da biomassa arbórea viva em 64 km² de floresta de terra-firme na Amazônia central. Tese de Doutorado, INPA/UFAM, Manaus, AM.
- Condit, R., Pitman, N., Leigh, E. G, Chave, J.,Terborgh, J., Foster, R. B. *et al.* 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science* 295: 666-669.
- Colwell, R. K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. purl.oclc.org/estimates.
- Costa, F. R. C., Magnusson, W. E., Luizão, R. C. 2005. Mesooscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology* 93: 863-878.
- Doan, T. M. & Arriaga, W. A. 2002. Microgeographic variation in species composition on the hepatofaunal communities of Tambopata Region, Peru. *Biotropica* 34(1): 101-117.
- Downes, B. J.; Lake, P. S.; Schreiber, E. S. G. & Glaister, A. 1998. Habitat structure and regulation of local species diversity in a stony, upland stream. *Ecological Monographs* 68(2): 237-257.
- EMBRAPA. 1997. Manual de métodos de análises de solo. 2ª edição. Rio de Janeiro. 212 pp.
- Fischer, J., Lindenmayer, D. B. 2005. The sensitivity of lizards to elevation: A case study from south-eastern Australia. *Diversity and Distributions* 11: 225-233.

- Frazer, G. W., Canham, C. D. 1999. Gap Light analyzer - version 2.0. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada. Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, NY, USA. www.ecostudies.org/gla.
- Frost, D. R., R. Etheridge, D. Janies, & T. A. Titus. 2001. Total evidence, sequence alignment, evolution of polychrotid lizards, and a reclassification of the Iguania (Squamata: Iguania). *American Museum Novitates* 3343:1-38.
- Galina-Tesaro, P., Castellanos-Vera, A., Troyo, E., Arnaud, G., Ortega-Rubio, A. 2003. Lizard assemblages in the Vizcaino Biosphere Reserva, México. *Biodiversity and Conservation* 21: 1321-1334.
- García, A., Whalen, D. M. 2003. Lizard Community Response to a Desert Shrubland-Intertidal Transition Zone on the Coast of Sonora, Mexico. *Journal of herpetology* 37(2): 378-382.
- Gardner, T. A., Ribeiro-Júnior, M. A., Barlow, J., Ávila-Pires, T. C. S., Hoogmoed, M. S., Peres, C. A. 2007a. The Value of Primary, Secondary, and Plantation Forests for a Neotropical Herpetofauna. *Conservation Biology* 21(3): 775-787.
- Gardner, T. A., Barlow, J., Peres, C. A. 2007b. Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: The importance of habitat change for amphibians and reptiles. *Biological Conservation* 138: 166-179.
- Gasnier, T. R., Magnusson, W. E., Lima, A. P. 1994. Foraging Activity and Diet of Four Sympatric Lizard Species in a Tropical Rainforest. *Journal Tropical Ecology* 28(2): 187-194.
- Gaston, K. J.; Blackburn, T. M.; Greenwoods, J. D.; Gregory, R. D.; Quinn, R. M.; Lawton, J. H. 2000. Abundance-occupancy relationships. *J. Applied Ecology* 30: 39-59.
- Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75(1): 1-34.
- Jellineck, S., Driscoll, D. A.; Kirkpatrick, J. B. 2004. Environmental and vegetation variables have a greater influence than habitat fragmentation in structuring lizard communities in remnant urban bushland. *Austral Ecology* 29: 294-304.
- Jorgensen E. E., Demarais, S. 1998. Herpetofaunal associated with arroyos and uplands in foothills of de Chihuahuan desert. *The Southern Naturalist* 43: 441-448.
- Kress, W. J.; Heyer, W. R.; Acevedo, P.; Coddington, J.; Cole, D.; Erwin, T. L.; Meggers, B. J.; Pogue, M.; Thorington, R. W.; Vari, R. P.; Weitzman, M. J. & Weitzman, S. H. 1998.

- Amazonian biodiversity: assessing conservation priorities with taxonomic data. *Biodiversity and Conservation* 7: 1577-1587.
- Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos* 76(1): 5-13.
- Loreau, M. 2000. Are communities saturated? On the relationship between α , β and γ diversity. *Ecology Letters* 3(2): 73-76.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science, Oxford. 256 pp.
- Magnusson, W. E., Lima, A. P., Luizão, R., Luizão, F., Costa, F. R. C., Castilho, C. V., Kinupp, V. F. 2005. RAPELD: A modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota neotropica* v5 (n2).
- McCune, B., Grace, J. B. 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.
- Menin, M. 2005. Padrões de distribuição e abundância de anuros em 64km² de floresta de terra-firme na Amazônia Central. Tese de doutorado, INPA/UFAM, Manaus Amazonas.
- Mesquita, D. O., Costa, D. G., Colli, G. R. 2006a. Ecology of an Amazonian Savanna Lizard Assemblage in Monte Alegre, Pará State, Brazil. *South American Journal of Herpetology* 1(1): 61-71.
- Mesquita, D. O., Colli, G. R., França, F. G. R., Vitt, L. J. 2006b. Ecology of a Cerrado Lizard Assemblage in the Jalapão region of Brazil. *Copeia* 3: 460-471.
- Mesquita, D. O., Colli, G. R., Vitt, L. J. 2007. Ecological release in lizard assemblages of neotropical savannas. *Oecologia* 153: 185-195.
- Nogueira, C., Valdujo, P. H., França, F. G. R. 2005. Habitat variation and lizard diversity in a Cerrado area of Central Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40(2): 105 – 112.
- O'Shea, M. T. 1998. Appendix 5 (Cap. 12) - Reptiles of the Ilha de Maracá. Pp 462-466. **In:** Milliken, W.; Ratter, J. A. Maracá: The biodiversity and environment of an Amazonian rainforest. John Wiley & Sons, Chichester - England, 508 pp.
- PPBio. 2007. Programa de Pesquisa em Biodiversidade. Disponível em: <http://ppbio.inpa.gov.br>. Acessado em abril de 2008.
- Pegg, M. A.; Taylor, R. M. 2007. Fish species diversity among spatial scales of altered temperate rivers. *Journal of Biogeography* 34: 549-558.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Ann. Rev. Ecol. System.* 4: 53-74.

- Pinto, M. G. M. 2006. Diversidade beta, métodos de amostragem e influência de fatores ambientais sobre uma comunidade de lagartos na Amazônia Central. Tese de Doutorado. Curso Ecologia. INPA. Manaus, Brasil.
- Pitman, N. C. A., Terborgh, J. W., Silman, M. R., Nunez, P. 1999. Tree Species Distributions in an Upper Amazonian Forest. *Ecology* 80(8): 2651-2661.
- Pitman, N. C. A., Terborgh, J. W., Silman, M. R.; Nunez, P.; Neill, D. A., *et al.* 2001. Dominance and Distribution of Tree Species in Upper Amazonian Terra Firme Forests. *Ecology* 82: 2101-2117.
- R Development Core Team. 2007. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- Ribeiro, J. E. L. S., Hopkins, M. J. G., Vicentini, A., Sothers, C. A., Costa, M. A. S., Brito, J. M. *et al.* 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-firme na Amazônia Central. INPA, Manaus, Brazil.
- Ricklefs, R. E. 2004. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecology Letters* 7(1): 1-15
- Ricklefs, R. E., Schluter, D. 1993. Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives. Univ. Chicago Press, Chicago. 416 pp.
- Schall, J. J., Pianka, E. R. 1978. Geographical trends in number of species. *Science* 201: 679-686.
- Silva-Jr, N. J., Sites-Jr, J. 1995. Patterns of diversity of neotropical squamate reptile species with emphasis on the Brazilian Amazon and the conservation potencial of indigenous reserve. *Conservation Biology* 9(4): 873-901.
- Thomé, M. T. C. 2006. Diversidade de anuros e lagartos em fisionomias de Cerrado na região de Itirapina, Sudeste do Brasil. Dissertação de mestrado. Curso de Ecologia. USP. São Paulo. Brasil.
- ter Steege, H., Pitman, N. C. A., Philips, O. L., Chave, J., Sabatier, D., Duque, A., Molino, J., Prévost, M., Spichiger, R., Castellanos, H., Hildebrand, P., Vásquez, R. 2006. Continental-scale patterns of canopy tree composition and function across Amazônia. *Nature* 443: 444-447.
- 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.

- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Kalliola, R., Linna, A., Danjoy, W., Rodrigues, Z. 1995. Dissecting Amazonian Biodiversity. *Science* 269: 63-66.
- Tuomisto, H., Ruokolainen, K. & Yli-Halla, M. 2003. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. *Science* 299: 241-244.
- Vitt, L. J., Zani, P. A., Barros, A. A. M. 1997. Ecological Variation among Populations of the Gekkonid Lizard *Gonatodes humeralis* in the Amazon Basin. *Copeia* 1: 32-43.
- Vitt, L. J., Souza, R. A., Sartorius, S. S., Ávila-Pires, T. C. S., Espósito, M. C. 2000a. *Copeia* 1: 83-95.
- Vitt, L. J., Sartorius, S. S., Ávila-Pires, T. C. S., Espósito, M. C., Miles, D. B. 2000b. Niche segregation among sympatric Amazonian teiid lizards. *Oecologia* 122:410-420.
- Vitt, L. J., Sartorius, S. S., Ávila-Pires, T. C. S., Espósito, M. C. 2001. Life on the Leaf Litter: The Ecology of *Anolis nitens tandai* in the Brazilian Amazon. *Copeia* 2: 401-412.
- Vitt, L. J., Sartorius, S. S., Ávila-Pires, T. C. S., Zani, P. A., Espósito, M. C. 2005. Small in a big world: Ecology of leaf-litter Geckos in new world Tropical Forests. *Herpetological Monographs* 19: 137-152.
- Vitt, L. J., Pianka, E. R.; Cooper Jr, W. E. C.; Schwenk, K. 2003. History and the global ecology of squamate reptiles. *The American Naturalist* 162(1): 44-60.
- Vitt, L. J., E. R. Pianka. 2005. Deep history impacts present-day ecology and biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Science* 102(22): 7877-7881.
- Vitt, L. J, Zani, P. A. 1996. Ecology of the South American Lizard *Norops chrysolepis* (Polychrotidae). *Copeia* 1: 56-68.
- Vitt, L. J, Zani, P. A. 1998. Ecological relationships among sympatric lizards in a transitional Forest in the northern Amazon of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 14: 63-86.
- Vitt, L. J., Zani, P. A., Espósito, M. C. 1999. Historical ecology of Amazonian lizards: implication for community ecology. *Oikos* 87: 286-294.
- Werneck, F. P., Colli, G. R. 2006. The lizard assemblage from Seasonally Dry Tropical Forest enclaves in the Cerrado biome, Brazil, and its association with the Pleistocenic Arc. *Journal of Biogeography* 33: 1983–1992.
- Whittaker, R. J., Willis, K. J., Field, R. 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28: 453-470.
- Wilkinson, L. 2000. SYSTAT: the system for statistics. Evanston, Illinois.
- Woinarski, J. C. Z.; Fisher, A., Milne, D. 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.

7. APÊNDICE

Apêndice 1 –Trabalhos que avaliaram a dieta das espécies de lagartos consideradas neste estudo, em florestas e savanas Amazônicas. 1- *A. ameiva*, 2- *A. auratus*, 3- *A. nitens*, 4- *C. septentrionalis*, 5- *G. humeralis*, 6- *G. underwoodi*, 7- *K. calcarata*, 8- *K striata*, 9- *L. percarinatum*, 10- *M. nigropunctata*, 11- *P. umbra*, 12- *U. superciliosus*.

Artigo	Vegetação	Localidade	Unidade utilizada	Espécies consideradas
Gasnier <i>et al</i> 1994	Floresta Terra-firme	Reserva Ducke, AM	% Volume	7,11,12
Mesquita <i>et al</i> 2006a	Savana Amazônica	Monte Alegre, PA	Índice de importância	1,2, 6, 8 e 10
Vitt e Zani 1998	Floresta Terra-firme	Caracaraí, RR	Volume (mm3)	1,3,4,5,6,9,10, 12
Vitt e Zani 1996	Floresta Terra-firme	Caracaraí, RR	% Volume	3
Vitt <i>et al</i> 1997	Floresta Terra-firme	Caracaraí, RR e Curuá-Una, PA	% Volume	5
Vitt <i>et al</i> 2000a	Floresta Terra-firme	Guajará-Mirim, RO	% Volume	5
Vitt <i>et al</i> 2000b	Floresta Terra-firme	Rio Ituxí, AM	% Volume	1
Vitt <i>et al</i> 2001	Floresta Terra-firme	Rios Juruá, Ituxí, Solimões, AM	% Volume	3
Vitt <i>et al</i> 2005	Floresta Terra-firme	Caracaraí, RR	Volume (mm3)	4