



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Manuela dos Santos Pereira

**Variação sazonal nos parâmetros da comunidade de anuros de folhiço
(Amphibia; Anura) da Reserva Natural Salto Morato, sul do Brasil**

Rio de Janeiro

2012

Manuela dos Santos Pereira

**Variação sazonal nos parâmetros da comunidade de anuros de folhiço
(Amphibia; Anura) da Reserva Natural Salto Morato, sul do Brasil**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ecologia.

Orientador: Prof.^o Dr. Carlos Frederico Duarte Rocha

Rio de Janeiro

2012

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/A

P436 Pereira, Manuela dos Santos.
Variação sazonal nos parâmetros da comunidade de anuros de folhiço (Amphibia; Anura) da Reserva Natural Salto Morato, sul do Brasil / Manuela dos Santos Pereira. 2012.
42 f. ; il.
Orientador: Carlos Frederico Duarte Rocha.
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.
1 Anuro - Ecologia - Teses. 2. Anuro – Reserva Natural Salto Morato (PR) - Teses. I. Rocha, Carlos Frederico Duarte. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 597.8(816.2)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Autor

Data

Manuela dos Santos Pereira

**Variação sazonal nos parâmetros da comunidade de anuros de folhiço
(Amphibia; Anura) da Reserva Natural Salto Morato, sul do Brasil**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ecologia.

Aprovada em 2 de fevereiro de 2012.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte Rocha (Orientador)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da UERJ

Prof. Dr. Hélio Ricardo da Silva
Departamento de Biologia Animal da UFRRJ

Profa. Dra. Vanderlaine Amaral Menezes
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da UERJ

Rio de Janeiro

2012

A minha mãe Margarete, com amor.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo e todos agradeço minha mãe Margarete, a maior responsável por tudo que conquistei e por tudo que sou. Muito obrigada pelo amor incondicional e por todo esforço que teves e tens para garantir sempre o melhor para mim. Você é a melhor mãe que alguém poderia ter!

Ao Fred Rocha pela orientação e ótimas contribuições durante todas as etapas do mestrado. Muito obrigada por confiar no meu trabalho, mesmo antes de me conhecer! Obrigada pela oportunidade de conviver e aprender contigo, com teu incentivo constante, alegria, bom humor, integridade e competência máxima.

A CAPES pela bolsa de mestrado concedida. Este estudo possuiu financiamento do CNPq. Ao IBAMA/ICMBio pela licença de coleta dos anuros da Reserva Natural Salto Morato. A Fundação Grupo Boticário e a Reserva Natural Salto Morato pela autorização e apoio logístico.

À Adriane, Joana, Frederico, Douglas, Adriano, André e Luis Felipe pela ajuda nas campanhas de campo. Muito obrigada também pela sempre excelente companhia, amizade, apoio, ideias e momentos de descontração que tornaram o trabalho (duro!) um prazer. Certamente eu não teria conseguido sem vocês!

À Zuleika, Seu Pedro, Lino, Dona Eloína, Valdir e Silfredo por estarem sempre dispostos a me ajudar toda vez que precisei de algo na Reserva Salto Morato.

À Milena, Thiago Maia e Thiago Dorigo pela primeira experiência com *plots* no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, em Santa Catarina.

À família Dorigo pela ajuda e hospedagem durante a seleção de mestrado.

À Milena pela imensa ajuda quando cheguei ao Rio de Janeiro. Pela amizade e ótimos momentos. Foi um prazer ter convivido contigo e aprendido com tua responsabilidade, competência e integridade.

À Jane, também pela ajuda nos primeiros dias no Rio, pelos esclarecimentos sobre a dissertação, pela ajuda com a rarefação e com a confecção da prancha das espécies de anuros.

À Gisa pelo auxílio com a amplitude e sobreposição de nicho, num dos trabalhos oriundos da minha dissertação, e também por todas as vezes que me ajudou no laboratório.

Ao Rafa por estar sempre disposto a ajudar no laboratório e pela revisão do manuscrito oriundo dessa dissertação. Também agradeço ao Maurício pelas ótimas contribuições na revisão do mesmo manuscrito.

Ao Marlon, André e Davor pela parceria em alguns trabalhos durante o mestrado.

A todos os colegas do laboratório de Ecologia de Vertebrados obrigada pelo aprendizado, ajuda e oportunidade de convívio tornando o laboratório um ambiente alegre e agradável.

Aos professores que tive o privilégio de conviver em sala de aula, laboratório e/ou campo: Monique Van Sluys, Helena de Godoy Bergallo, Carlos Frederico Duarte da Rocha, Maria Alice dos Santos Alves, Timothy Peter Moulton, Lena Geise, Paulo Marques Machado Brito, Gisele Lobo Hajdu, Joel Christopher Creed, Valéria Gallo da Silva, Alexandre de Freitas Azevedo, Beatriz Grosso Fleury e Carlos Eduardo Lustosa Esbérard, obrigada pela oportunidade de conhecimento e aprendizado.

À Vanderlaine Amaral Menezes por ter dado ótimas dicas em como ministrar uma boa aula.

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução, em especial à Secretaria da Pós (Henrique Garcia Fernandes e Sonia Pereira), pelas facilidades e sempre disponibilidade durante todo mestrado.

Ao José Perez Pombal Junior, do Museu Nacional do Rio de Janeiro e ao Julio Cesar de Moura Leite e Gilberto Alves de Souza Filho do Museu de História Natural Capão da Imbuia, pela identificação dos anfíbios anuros.

À Monique Van Sluys pela revisão da minha dissertação com excelentes contribuições.

À minha eterna orientadora, amiga, exemplo de mulher e profissional: Carla Tedesco, muito obrigada por todas as conversas, pelo apoio e incentivo e muitas oportunidades de aprendizado. Obrigada também pelos agradáveis momentos de descontração ao seu lado e ao lado da sua família.

Aos queridos e estimados professores da Universidade de Passo Fundo: Simone de Fátima Nunes, Noeli Zanella, João Vademar Grando, Lisete Lorini, Thais Leiroz Codenotti, Nêmora Prestes e Carmen Busin, jamais esquecerei a importância que tiveram na minha formação pessoal e profissional.

Escolhe um trabalho de que gostes, e não terás que trabalhar nem um dia na tua vida. Confúcio, filósofo chinês.

RESUMO

SANTOS-PEREIRA, Manuela. **Varição sazonal na comunidade de anuros de folhiço (Amphibia; Anura) da Reserva Natural Salto Morato, sul do Brasil 2012.** 40 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Neste estudo nós fornecemos os primeiros dados acerca dos parâmetros da comunidade de anuros de folhiço de uma floresta no estado do Paraná, sul do Brasil, incluindo informações sobre riqueza de espécies, densidades específicas e biomassa. Nosso estudo foi realizado na Reserva Natural Salto Morato entre julho de 2009 e abril de 2010. Para amostrar a comunidade de anuros de folhiço usamos 40 parcelas de 4 x 4 m em cada estação do ano (inverno, primavera, verão e outono), totalizando 2.560 m² de chão de floresta amostrados. Nós amostramos um total de 96 anuros habitando o chão da floresta, pertencentes a sete espécies: *Brachycephalus hermogenesi*, *Ischnocnema guentheri*, *Haddadus binotatus*, *Leptodactylus* gr. *marmoratus*, *Physalaemus spiniger*, *Proceratophrys boiei* e *Rhinella abei*. A densidade total de anuros vivendo no chão da floresta foi de 3,73 ind/100m², sendo *I. guentheri* (1,37 ind/100m²) a espécie mais numerosa e *R. abei* (0,19 ind/100m²), a mais rara. A estimativa da biomassa total na comunidade de anuros de folhiço foi de 3,290g. A temperatura foi um fator ambiental significativo para a abundância de anuros de folhiço, enquanto a umidade não foi importante na estruturação da comunidade na área estudada. A abundância, riqueza e densidade variaram consistentemente entre as quatro estações do ano amostradas, com os maiores valores ocorrendo nos meses mais quentes da primavera e verão. Esse estudo aumenta a distribuição geográfica de *Brachycephalus hermogenesi*.

Palavras-chave: Comunidade de Anuros de Folhiço. Densidade. Riqueza. Biomassa. Sazonalidade.

ABSTRACT

In this study we provide the first data regarding community parameters of leaf-litter anurans inhabiting the floor of a forest in the State of Paraná, southern Brazil, including information on community species richness, composition, specific density and biomass. Our study was conducted at Reserva Natural Salto Morato between July 2009 and April 2010. To sample the leaf-litter frogs community used 40 plots of 4 x 4 m in each season (winter, spring, summer and autumn), totaling 2.560 m² of forest floor sampled. We sampled a total of 96 frogs inhabiting the forest floor, belonging to seven species: *Brachycephalus hermogenesi*, *Ischnocnema guentheri*, *Haddadus binotatus*, *Leptodactylus* gr. *marmoratus*, *Physalaemus spiniger*, *Proceratophrys boiei* and *Rhinella abei*. The overall frog density in the forest floor was 3.73 ind/100m², being *I guentheri* (1.37 ind/100m²) the most numerous species and *R. abei* (0.19 ind/100m²), the rarest. The estimated overall frog mass in the community was 3.290g. The temperature was a significant environmental factor for the abundance of leaf-litter frogs, while the humidity was not important in structuring the community in the area. The abundance, richness and density varied consistently among the four seasons sampling, with the highest values occurring in the spring and summer seasons. This study adds to the geographic distribution of *Brachycephalus hermogenesi*.

Key words: Leaf-litter Frogs Community. Density. Richness. Biomass. Seasonality.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	12
1	OBJETIVO GERAL.....	14
1.1	Objetivos específicos.....	14
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1	Área de estudo.....	15
2.2	Coleta e análises de dados.....	18
3	RESULTADOS.....	21
4	DISCUSSÃO.....	27
5	CONCLUSÕES.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32
	APÊNDICE – Seasonal Variation in the Leaf-Litter Frog Community (Amphibia: Anura) from an Atlantic Forest Area in Salto Morato Natural Reserve, Southern Brazil. [Artigo científico].	36

INTRODUÇÃO

A redução e degradação de habitats, especialmente em áreas de florestas tropicais, têm causado uma preocupante perda global de espécies (Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003, Gardner *et al.* 2007, Todd e Andrews 2008). A Mata Atlântica brasileira preserva elevadas taxas de biodiversidade e endemismos, abrigando aproximadamente 7% das espécies de plantas e animais do mundo, e está entre os biomas mais ameaçados devido à ação humana. Atualmente resta aproximadamente 12% da sua área original (Quintela 1990, Myers *et al.* 2000, Ribeiro *et al.* 2009).

No que diz respeito a anfíbios, o Brasil é o país mais diverso em riqueza de espécies, chegando a quase 900 espécies registradas (Sociedade Brasileira de Herpetologia 2010). Somente no bioma Mata Atlântica, registra-se a ocorrência de mais de 400 espécies de anfíbios, com a maioria sendo endêmica deste bioma (Haddad *et al.* 2008).

Diversos estudos realizados em diferentes áreas de florestas tropicais no mundo fornecem dados sobre riqueza, composição, abundância e densidade de anfíbios anuros que vivem no folhiço do chão da floresta (e.g. Brown e Alcala 1961, Scott 1976, 1982, Fauth *et al.* 1989, Allmon 1991, Gascon 1996). Porém, para a Mata Atlântica, poucos estudos provem dados sobre composição, abundância e riqueza de espécies de anuros de folhiço (e.g. Heyer *et al.* 1990, Haddad e Sazima 1992, Giaretta *et al.* 1997, 1999, Machado *et al.* 1999, Rocha *et al.* 2000, 2001, 2007 Pombal e Gordo 2004, Siqueira *et al.* 2009). Somente 11 estudos fornecem dados sobre densidades relativas de comunidades de anuros de folhiço (Giaretta *et al.* 1997, 1999, Rocha *et al.* 2000, 2001, 2007, 2011 Almeida-Gomes *et al.* 2008, Siqueira *et al.* 2009, Wachlevski 2011, Oliveira 2011, Pontes 2011).

A composição, abundância e densidade de espécies de anuros de folhiço podem ser influenciadas por diversos fatores, tais como gradientes altitudinais (Brown e Alcala 1961, Fauth *et al.* 1989, Giaretta *et al.* 1999) e variações sazonais (Scott 1976, Giaretta *et al.* 1999, Vonesh 2001). Embora os estudos sobre comunidades de anuros de folhiço em florestas tropicais tenham aumentado continuamente nos últimos anos no Brasil (e.g. Almeida-Gomes *et al.* 2008, Siqueira *et al.* 2009), apenas dois estudos registraram como os efeitos da sazonalidade

podem afetar os parâmetros da comunidade de anuros de folhiço (Giaretta 1999, Wachlevski 2011). Numa base mundial, a mesma lacuna de conhecimento abordando tendências sazonais nas comunidades de anuros de folhiço é observada, somente com poucos estudos na América Central (Toft 1980, Watling e Donnelly 2002) e Ásia (Watanabe *et al.* 2005).

Neste trabalho, nós estudamos a influência da sazonalidade sobre os parâmetros da comunidade de anfíbios anuros na Reserva Natural Salto Morato, tais como abundância, riqueza e densidade. Nós também comparamos esses valores com outras florestas no Brasil e no mundo. Este estudo constitui a primeira abordagem sobre parâmetros da comunidade de anuros que habitam o chão de uma floresta no estado do Paraná, sul do Brasil.

1 OBJETIVO GERAL

- Estudar os parâmetros da comunidade de anuros de folhiço da Reserva Natural Salto Morato, município de Guaraqueçaba, estado do Paraná, avaliando como esses parâmetros são influenciados pela sazonalidade.

1.1 Objetivos específicos

- Conhecer a composição, a riqueza de espécies e a distribuição de abundâncias na comunidade de anfíbios anuros de folhiço;
- Estimar as densidades e a biomassa para cada espécie e a total para a comunidade de anuros de folhiço;
- Avaliar as diferenças na composição, na riqueza e nas densidades das espécies de anuros de folhiço entre as quatro estações do ano amostradas na Reserva Natural Salto Morato;
- Avaliar a relação entre os parâmetros da comunidade de anuros de folhiço estudada e as variáveis ambientais;
- Comparar a comunidade de anuros de folhiço da Reserva Natural Salto Morato com outras comunidades de anuros de folhiço em outras áreas no Brasil e no mundo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Esse estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato (25° 09' S; 48° 16' a 48° 20' W), localizada na Serra do Morato, no Município de Guaraqueçaba, a 173 km de Curitiba, no litoral norte do estado do Paraná (Figura 1). A Reserva está inserida na Área de Preservação Ambiental de Guaraqueçaba, que atualmente junto com áreas no sudeste do Estado de São Paulo, abriga o maior remanescente contínuo de Mata Atlântica do Brasil (Fundação SOS Mata Atlântica 1998) (Fig. 2).

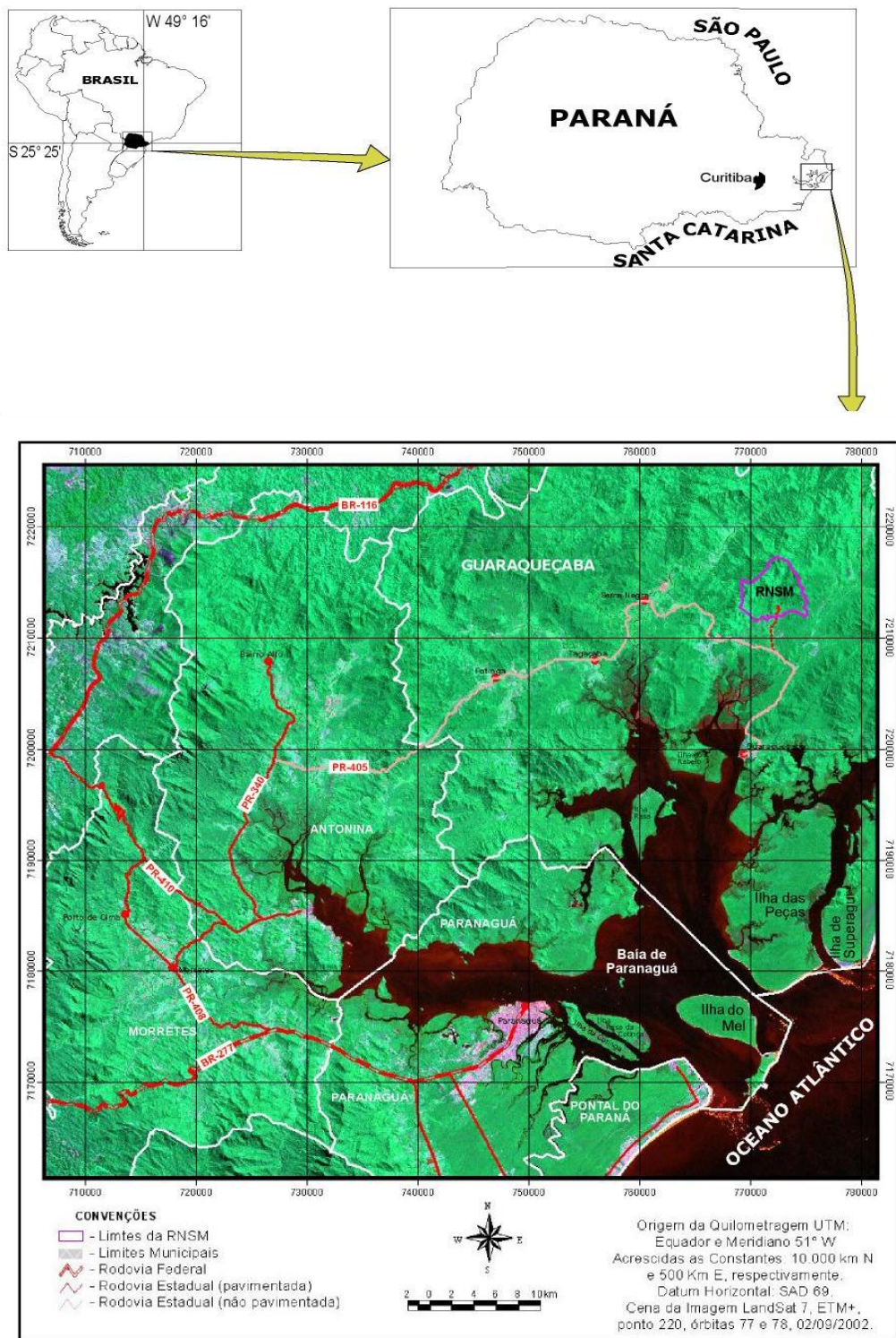


Figura 1: Localização geográfica da Reserva Natural Salto Morato (abaixo, limite da área destacado em rosa), localizada no município de Guarapuã, estado do Paraná (acima à direita), no Brasil (acima à esquerda).
Fonte: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (2001).

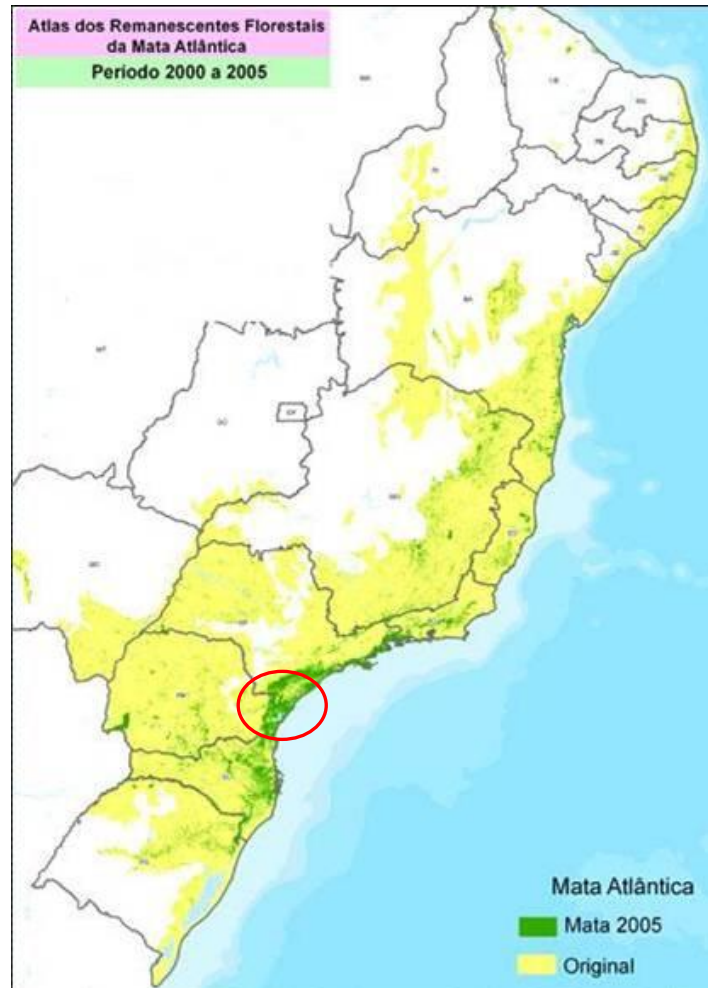


Figura 2: Distribuição original da Mata Atlântica (em amarelo) e distribuição dos remanescentes (em verde). No círculo vermelho destaque para o maior remanescente contínuo de Mata Atlântica, onde está inserida a Reserva Natural Salto Morato.

Fonte: Fundação S.O.S Mata Atlântica, 1998.

Essa região, assim como todos os remanescentes de Mata Atlântica, recebeu o reconhecimento da UNESCO como Reserva da Biosfera. Em dezembro de 1999, a Reserva Natural Salto Morato recebeu o título de Sítio do Patrimônio Natural da Humanidade (Fundação SOS Mata Atlântica 1998), sendo a primeira área protegida particular no mundo a obter este reconhecimento.

A Reserva Natural Salto Morato compreende cerca de 2.340 ha de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana (Veloso *et al.* 1991), com altitude variando entre 25 a 930 metros acima do nível do mar. Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região é Cfa – Subtropical úmido, com temperatura média anual em torno de 21°C, sendo a temperatura média do mês mais quente aproximadamente 25°C e a temperatura média do mês mais frio igual a 17°C. Apresenta verões quentes,

geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. Os índices pluviométricos são elevados, com mais de 2.000 mm anuais e a umidade relativa do ar média é de 85%. As massas de ar com maior influência sobre o clima local são a Tropical Atlântica e a Polar Atlântica (Fundação O Boticário de Proteção à Natureza 2001).

A Reserva Natural Salto Morato conta com três unidades geomorfológicas: serra, com áreas de declividades iguais ou superiores a 45% e altitudes máximas acima de 900 m; área coluvial, com declividades variando entre 10 e 45%; e planície costeira, que compreende ambientes de relevo plano e suavemente ondulado, com altitudes inferiores a 40 m. Os tipos de solo característicos na área são os cambissolos, cambissolos gleico, solos aluviais e glei pouco úmido (Fundação O Boticário de Proteção à Natureza 2001).

2.2 Coleta e análise de dados

Nós realizamos quatro campanhas trimestrais, entre julho de 2009 e abril de 2010, que contemplaram as quatro estações do ano (inverno, primavera, verão e outono), em uma faixa da floresta localizada entre 200 e 300 m de altitude. O inverno corresponde ao período do ano compreendido entre 21 de junho e 23 de setembro, a primavera entre 23 de setembro e 21 de dezembro, o verão entre 21 de dezembro e 21 de março e o outono entre 21 de março e 21 de junho.

Para amostrar a comunidade de anuros de folhiço nós utilizamos o método de parcelas (*plots*) (Allmon 1991, Rocha *et al.* 2000 e 2001) (Fig. 3). Estabelecemos no chão da floresta 40 parcelas em cada uma das estações (160 parcelas ao total), totalizando 2560 m² de área amostrada ao final do estudo. Cada parcela consistiu em um quadrado medindo 4 x 4 m demarcado no chão da floresta, cercado por tela tipo mosquiteiro de um metro de altura, presa nos vértices a troncos de árvores e fixadas ao chão com troncos e/ou pedras para que se evitasse a fuga dos anuros. Nos quatro vértices costuramos tubos de PVC para delimitar os 4 m em cada um dos lados. Antes de iniciar cada parcela a temperatura (em °C) e a umidade relativa do ar (em %) foram medidas com auxílio de termo-higromêtro. Depois do por do sol, período de maior atividade dos anfíbios anuros, cada parcela foi cuidadosamente revisada por quatro pessoas usando lanternas de cabeça. O folhiço do interior de

cada parcela era completamente vasculhada pelos membros que formavam a equipe, percorrendo de um lado ao lado oposto da parcela, no mesmo sentido. Todas as folhas, troncos caídos e pedras dentro da parcela foram verificados e as fendas de rochas e os espaços entre as raízes das árvores foram checados à procura de anuros. As buscas em cada parcela duravam, em média, meia hora. Para garantir a independência das observações e reduzir possíveis efeitos de pseudo-repetições espaciais, mantivemos sempre uma distância mínima de 100 metros entre as parcelas e nenhum ponto foi amostrado mais de uma vez.



Figura 3: Parcela (*plot*) de 4 x 4 m montada para coleta de anfíbios anuros do folhiço na floresta da Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná.
Foto: Manuela Pereira.

Todos os anuros encontrados no interior das parcelas eram medidos em seu comprimento rostro-cloacal (CRC), em milímetros (mm) com uso de paquímetro de precisão de 0.01 mm. Também era tomada a massa individual com balanças Pesola com capacidade para 5 g (precisão de 0,05 g) ou 30 g (precisão de 0,5 g),

dependendo do tamanho do corpo do anuro. A biomassa da comunidade foi estimada baseada na soma da massa de todos os indivíduos. A produtividade da área estudada foi calculada dividindo a biomassa de cada espécie por 10000 m² (um hectare). A produtividade total da comunidade foi medida dividindo a biomassa total da comunidade por um hectare. A densidade de cada espécie na comunidade foi calculada dividindo o número de indivíduos pela área total de chão de floresta amostrado, multiplicado por 100 m². A densidade geral da comunidade foi calculada dividindo o número total de indivíduos pela área total de chão de floresta amostrada, multiplicado por 100 m².

Os anuros de folhiço coletados foram eutanaziados com anestésico Lidocaína 1,8 em pomada e fixados em solução formalina 10%. Após o processo de fixação, os indivíduos eram conservados em álcool 70% para confirmação da identificação específica. Os anuros encontrados foram posteriormente depositados no Museu de História Natural Capão da Imbuia, no Município de Curitiba, estado do Paraná, e no Museu Nacional, Rio de Janeiro, Município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro.

A ordenação dos dados foi baseada na matriz de dissimilaridade de distância ecológica de Bray-Curtis (Faith *et al.* 1987). Analisamos a composição da comunidade de anuros de folhiço entre as estações usando *Non-metric Multidimensional Scaling* (NMDS) (Clarke 1993). Nós estimamos o efeito das variáveis ambientais (temperatura e umidade do ar) sobre os parâmetros (riqueza, densidade e abundância) da comunidade de anuros de folhiço com análise de regressão simples (Zar 1984). Realizamos ambos os testes em SYSTAT 11.0 (Wilkinson 2004). Com base nas amostras obtidas em função do esforço de amostragem e do tempo total de amostragem, foi calculada a curva de rarefação de espécies utilizando o programa EstimateS 8.2 e o estimador chamado “Mao Tau”, (Colwell 2009), para avaliar em que extensão as amostragens atingiram a riqueza prevista para a área.

3 RESULTADOS

Registrámos sete espécies de anuros associadas ao chão da floresta na Reserva Natural Salto Morato: *Ischnocnema guentheri* (Steindachner 1864), *Brachycephalus hermogenesi* (Giaretta & Sawaya 1998) (Brachycephalidae), *Leptodactylus gr. marmoratus* (Leptodactylidae), *Physalaemus spiniger* (Miranda-Ribeiro 1926) (Leiuperidae), *Proceratophrys boiei* (Wied-Neuwied 1824) (Cycloramphidae), *Haddadus binotatus* (Spix 1824) (Craugastoridae) e *Rhinella abei* (Baldissera, Caramaschi, & Haddad 2004) (Bufonidae) (Tabela 1, Fig. 4).

No total de 160 parcelas, a percentagem de parcelas sem anuros de folhiço encontrados foi de 52%, e a média de anuros de folhiço por parcela foi de 1,6. A composição e densidade de anuros de folhiço na comunidade variaram entre as estações do ano amostradas, com os maiores valores nos meses da primavera e verão (Tabela 1, Fig. 5). A temperatura influenciou significativamente a abundância total de anuros de folhiço ($R^2 = 0,098$, $F_{1, 143} = 15.513$, $P < 0,001$) na comunidade local. A umidade, em contraste, não influenciou a abundância total ($R^2 = 0,001$, $F_{1, 143} = 0.082$, $P = 0.774$) na comunidade. O NMDS mostrou um agrupamento entre a primavera e o verão, enquanto os meses de outono e inverno permaneceram como comunidades distintas (Fig. 6).

Considerando todas as estações combinadas, a estimativa da densidade total dos anuros de folhiço na Reserva Natural Salto Morato foi de 3,73 ind/100m² (Tabela 1). *Ischnocnema guentheri* teve a abundância e densidade mais elevadas em três do total de quatro estações amostradas (inverno, $N = 5$, 0,78 ind/100m²; primavera, $N = 13$, 2,03 ind/100m² e verão, $N = 14$, 3,44 ind/100m²), enquanto *L. gr. marmoratus* teve a maior abundância e ($N = 6$) e densidade (0,94 ind/100m²) no outono (Tabela 1). A menor abundância ($N = 1$) e densidade (0,16 ind/100m²) foram registradas para *B. hermogenesi* no inverno, *H. binotatus* e *R. abei* durante a primavera, *B. hermogenesi* e *R. abei* no verão e *H. binotatus* e *B. hermogenesi* durante o outono (Tabela 1, Fig. 7). A curva de rarefação, baseada no número de parcelas realizadas, apresentou uma estabilização da assíntota gerada, indicando que as amostragens atingiram a riqueza prevista para a área (Fig. 8).

A biomassa total registrada na comunidade de anuros de folhiço de Salto Morato foi de 842,4 g / ha (Tabela 1). As sete espécies de anuros de folhiço na

comunidade da Reserva Salto Morato mostraram diferenças na biomassa durante as quatro estações amostradas (Tabela 1).

Em termos de biomassa na comunidade, *Ischnocnema guentheri* foi o anuro que teve a biomassa mais elevada durante o inverno (181,2 g / ha) e verão (175,2 g / ha), enquanto *R. abei* teve a maior biomassa durante a primavera e outono (Tabela 1). A menor biomassa registrada nas quatro estações foi a de *Brachycephalus hermogenesi* (inverno = 1,6 g / ha, primavera = 8,7 g / ha, verão = 0,8 g / ha e outono = 0,2 g / ha) (Tabela 1).

Tabela 1: Abundância (A), densidade (D) (ind/100m²) e biomassa (B) (g/ha) das espécies de anuros de folhiço coletadas em cada estação do ano na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná, sul do Brasil.

Espécies	Inverno			Primavera			Verão			Outono			Total		
	A	D	B	A	D	B	A	D	B	A	D	B	A	D	B
Brachycephalidae															
<i>Ischnocnema guentheri</i>	5	0,78	181,2	13	2,03	53,7	14	2,19	175,2	3	0,47	120,3	35	1,37	132,6
<i>Brachycephalus hermogenesi</i>	1	0,16	1,6	5	0,78	8,7	1	0,16	0,8	1	0,16	0,2	8	0,31	2,8
Leptodactylidae															
<i>Leptodactylus gr. marmoratus</i>	2	0,31	20,3	12	1,87	95,3	9	1,41	40,6	6	0,94	46,9	29	1,13	50,8
Leiuperidae															
<i>Physalaemus spiniger</i>	-	-	-	3	0,47	39,1	2	0,31	12,5	2	0,31	18,7	7	0,27	17,6
Cycloramphidae															
<i>Proceratophrys boiei</i>	2	0,31	64,1	-	-	-	4	0,62	32,8	-	-	-	6	0,23	29,3
Craugastoridae															
<i>Haddadus binotatus</i>	-	-	-	1	0,16	40,6	4	0,62	87,5	1	0,16	15,6	6	0,23	35,9
Bufonidae															
<i>Rhinella abei</i>	-	-	-	1	0,16	621,9	1	0,16	137,5	3	0,47	1525,9	5	0,19	573,4
TOTAL	10	1,56	267,2	35	5,47	859,3	35	5,47	486,9	16	2,5	1727,6	96	3,73	842,4



Figura 4: Espécies de anfíbios anuros de folhiço registradas na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná, sul do Brasil. *Haddadus binotatus* (A), *Leptodactylus* gr. *marmoratus* (B e C), *Proceratophrys boiei* (D), *Brachycephalus hermogenesi* (E), *Ischnocnema guentheri* (F), *Physalaemus spiniger* (G) e *Rhinella abei* (H).

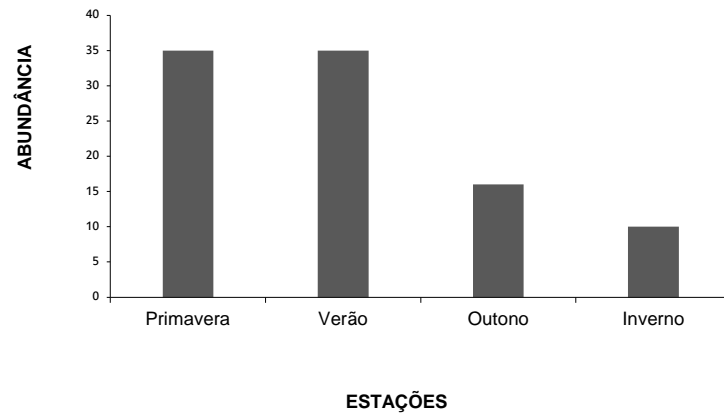


Figura 5: Distribuição de abundâncias de anfíbios anuros de folhiço por estação do ano na Reserva Natural Salto Morato, Paraná, sul do Brasil, nos anos de 2009 e 2010.

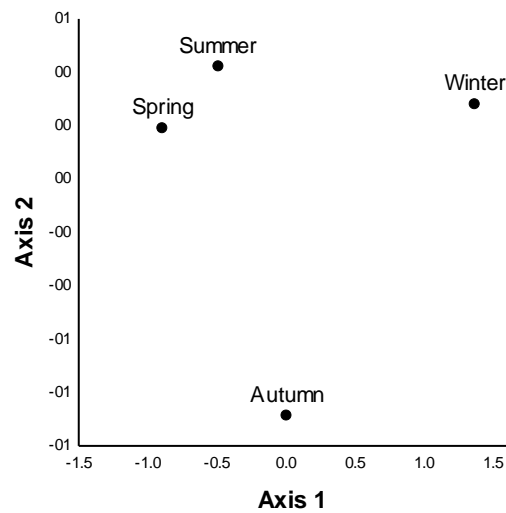


Figura 6: Ordenação NMDS indicando a composição de espécies da comunidade de anfíbios anuros de folhiço durante as quatro estações do ano amostradas na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná, sul do Brasil. Stress = 0.

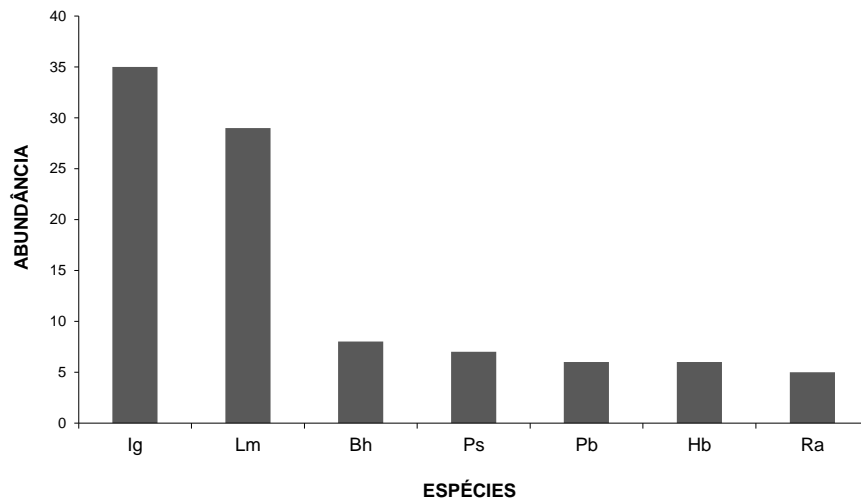


Figura 7: Distribuição de abundâncias das sete espécies de anfíbios anuros de folhiço encontradas na floresta da Reserva Natural Salto Morato, Paraná, sul do Brasil, nos anos de 2009 e 2010. Legenda: (Ig) *Ischnocnema guentheri*, (Lm) *Leptodactylus* gr. *marmoratus*, (Bh) *Brachycephalus hermogenesi*, (Ps) *Physalaemus spiniger*, (Pb) *Proceratophrys boiei*, (Hb) *Haddadus binotatus* e (Ra) *Rhinella abei*.

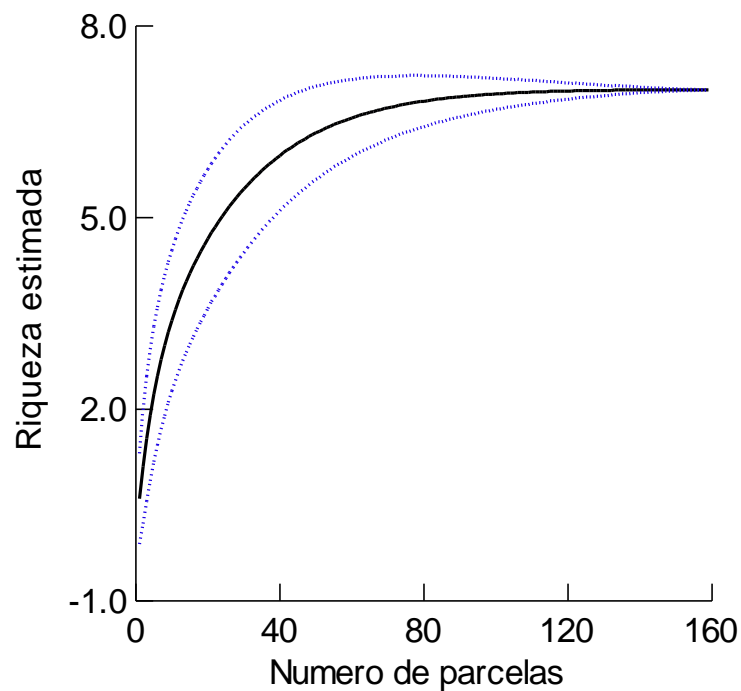


Figura 8: Curva de rarefação baseada no número de parcelas amostradas na Reserva Natural Salto Morato, Paraná, no período de julho de 2009 até abril de 2010. As linhas pontilhadas (em azul) representam os desvios padrão da curva.

4 DISCUSSÃO

A riqueza de espécies que encontramos na floresta de Salto Morato pode ser considerada relativamente baixa quando comparada com as assembleias de anuros de folhico em outras áreas de Mata Atlântica. Por exemplo, nas florestas do Estado do Rio de Janeiro a riqueza de espécies variou de 12 (Reserva Ecológica de Guapiaçu, Município de Cachoeiras de Macacu, Rocha *et al.* 2007) a 16 (Parque Estadual dos Três Picos, Município de Cachoeiras de Macacu, Siqueira *et al.* 2009) enquanto no estado de São Paulo a riqueza foi de 16 espécies (Parque Florestal do Itapetinga, Município de Atibaia, Giaretta *et al.* 1999).

No bioma Mata Atlântica, há uma influência da latitude sobre diversidade biológica em diferentes grupos animais (Rocha *et al.* 2007). Ao longo da extensa faixa latitudinal deste bioma (entre 5° e 30°S), a diversidade e taxas de endemismo das espécies tendem a ser mais elevadas na sua “porção média” (Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, leste de São Paulo e sudeste de Minas Gerais) para lagartos (Vanzolini 1988), aves (Scott e Brooke 1985, Collar *et al.* 1992, Wegw e Long 1995), mamíferos (Costa *et al.* 2000) e borboletas (Brown e Freitas 2000). Infelizmente, não há estudos que avaliem esta tendência para anuros que habitam o folhico. Provavelmente, a menor riqueza de espécies na floresta da Reserva Salto Morato quando comparada a áreas mais ao norte do bioma (e.g. Giaretta *et al.* 1999, Rocha *et al.* 2007) possa ser atribuída a diferenças na latitude, que pode refletir condições climáticas menos favoráveis, especialmente durante estações mais frias, como o inverno. De fato, a riqueza e a composição de anuros de folhico na Reserva Salto Morato variou entre as estações amostradas, com o inverno apresentando quase a metade do que foi encontrado no verão.

Todas as espécies de anuros de folhico encontradas na área são endêmicas da Mata Atlântica, e a maioria delas apresenta ampla distribuição ao longo do bioma (Frost 2010), com muitas espécies sendo também registradas em comunidades de anuros de folhico de florestas no sudeste do Brasil (Giaretta *et al.* 1997, 1999, Rocha *et al.* 2000, 2007, Van Sluys *et al.* 2007, Almeida-Gomes *et al.* 2008, Siqueira *et al.* 2009).

Nossos dados mostraram que os parâmetros da comunidade de anuros de folhico da floresta da Reserva Natural Salto Morato como riqueza, composição,

abundância e densidade de espécies variaram entre as quatro estações do ano amostradas. Assim, como evidenciado pela ordenação NMDS, houve um agrupamento entre a primavera e o verão, o que indica que os parâmetros da comunidade de anuros de folhiço são mais similares nessas estações do ano, sugerindo uma influência da sazonalidade na comunidade de anuros de folhiço desta área. A variação sazonal em comunidades de anuros de folhiço também foi registrada em outros estudos no Brasil (Giaretta *et al.* 1999), América do Sul (Toft 1980a) América Central (Toft 1980b e Watling e Donnelly 2002) e Ásia (Watanabe *et al.* 2005), embora o conhecimento acerca dessa tendência seja muito limitado. No estado do Paraná a variação sazonal na composição de espécies de anuros foi encontrada em três estudos (Conte e Machado 2005, Conte e Rossa-Feres 2006, 2007), embora nesses trabalhos os autores não focassem na comunidade de anuros de folhiço, mas em comunidades de espécies arbóreas, semi-arbóreas, terrestres e aquáticas. De qualquer forma, essa semelhança sugere que as comunidades de anfíbios anuros no estado do Paraná parecem ser influenciadas pela sazonalidade.

Nossos dados mostram que a temperatura influenciou a comunidade de anuros de folhiço estudada, enquanto que, ao contrário, a umidade relativa do ar não influenciou a comunidade de anuros de folhiço da Reserva Natural Salto Morato. A temperatura do ar explicou aproximadamente 10% da variação na densidade e ocorrência de anuros de folhiço, o que indica que outros fatores ambientais também atuam conjuntamente afetando de forma importante os parâmetros da comunidade. Em florestas tropicais com estações secas e chuvosas relativamente bem definidas, a precipitação afeta significativamente a abundância e diversidade de espécies de anuros que vivem na camada de folhiço do chão da floresta (Allmon 1991, Vonesh 2001). Porém, embora a área de estudo tenha elevadas taxas de precipitação, não há uma estação seca definida (Fundação O Boticário de Proteção à Natureza 2001). Este fato pode explicar, em parte, como a temperatura do ar aparentemente pode influenciar parcialmente a variação sazonal na comunidade de anuros de folhiço da Reserva Natural Salto Morato, enquanto a umidade relativa do ar não teve um efeito aparente.

As duas espécies mais abundantes, *Ischnocnema guentheri* e *Leptodactylus* gr. *marmoratus*, compreenderam 37% e 31% do número total de anuros registrados, respectivamente, sugerindo que estes dois anuros são dominantes na comunidade de anuros de folhiço da área amostrada. De forma geral, percebe-se uma tendência

de comunidades de anuros de folhiço serem dominadas por uma a três espécies pertencentes às famílias Brachycephalidae e Leptodactylidae (e. g. Giaretta *et al.* 1997, 1999, Rocha *et al.* 2000, Van Sluys *et al.* 2006; Siqueira *et al.* 2009). No presente estudo *Brachycephalus hermogenesi* (terceira espécie mais abundante) foi registrada pela primeira vez no estado do Paraná, estendendo sua distribuição para 120 km ao sul de Ribeirão Grande e 130 km a sudoeste de Juréia-Itatins, ambas no estado de São Paulo. A espécie de anuro de folhiço mais rara encontrada na comunidade estudada foi *Rhinella abei*, sugerindo que este anuro de relativamente grande tamanho corporal tende a ocorrer em menor número na comunidade de anuros de folhiço estudada. De fato, Rocha *et al.* (2007), estudando uma comunidade de anuros de folhiço em uma floresta no estado do Rio de Janeiro (Reserva de Guapiaçu), sugeriu uma tendência biológica de relação entre o tamanho do corpo das espécies e suas respectivas abundâncias no chão da floresta.

Os valores de densidade de anuros encontrados para Salto Morato também foram comparativamente inferiores aos de outras áreas na América do sul, tanto na Mata Atlântica (Giaretta *et al.* 1999, Rocha *et al.* 2001, Rocha *et al.* 2007, Almeida-Gomes *et al.* 2008, Siqueira *et al.* 2009) quanto na Amazônia (Allmon 1991). Porém, maiores que o encontrado por Giaretta *et al.* em 1997 (embora esses autores tenham amostrado durante a estação fria e seca, o que pode ter contribuído para a baixa densidade de anuros encontrada). Os valores de densidades de anuros de folhiço encontrados na floresta da Reserva Natural Salto Morato também são menores quando comparados com outras florestas no mundo, como áreas na Costa Rica (Lieberman 1986), Panamá (Toft 1980) e Camarões (Scott 1982), mas maiores do que foi encontrado em Bornéu (Lloyd *et al.* 1968) e Tailândia (Inger e Colwell 1977).

Um fator que pode ter contribuído para a baixa densidade de anuros de folhiço na Reserva Natural Salto Morato pode ser a altitude da área amostrada (entre 200 e 300 m de altitude). Embora haja poucos estudos que abordem o efeito da altitude sobre a composição das comunidades de anuros de folhiço na Mata Atlântica, parece haver uma tendência de altas densidades de anuros de folhiço em altitudes intermediárias (mais elevadas que a altitude amostrada nesse estudo), onde há condições aparentemente mais favoráveis, como apontado por Giaretta *et al.* (1997, 1999), em dois estudos em São Paulo, e por Rocha *et al.* (2007) e Siqueira *et al.* (2009) no estado do Rio de Janeiro. Os dados disponíveis sobre anuros de

folhiço no bioma Mata Atlântica (ver referências acima) mostram que a média de densidade de anuros de folhiço no chão da floresta é marcadamente variável entre áreas mesmo dentro do mesmo bioma. Esta variação provavelmente também reflete diferenças entre áreas na estrutura ambiental, na disponibilidade de recursos, condições climáticas, esforço amostral, metodologias diferentes e latitude, embora haja a necessidade de aumentar o número de estudos nesse sentido para uma melhor compreensão de tendências afetando essa variação.

A biomassa de anuros de folhiço na comunidade estudada também variou entre as estações. Porém, três indivíduos de *Rhinella abei*, anuro de grandes proporções corporais, contribuíram consideravelmente com a biomassa estimada no outono, resultando nos maiores valores registrados entre as quatro estações estudadas. Entretanto, excluindo esses indivíduos, há uma tendência dos maiores valores de biomassa serem mais elevados nos meses mais quentes (primavera e verão), assim como observado para os valores de abundância.

A comunidade de anuros de folhiço da Reserva Natural Salto Morato variou entre as estações do ano, com baixos valores de abundância, densidade e riqueza nas estações dos meses mais frios. A latitude mais elevada da área comparada com outros estudos registrando anuros do folhiço realizados nos trópicos pode explicar em parte porque os valores dos parâmetros da comunidade são comparativamente menores do que foi encontrado para anuros de folhiço em outras florestas no Brasil e no mundo.

Nosso estudo foi o primeiro a fornecer dados sobre composição, riqueza, abundância e densidade de uma comunidade de anfíbios anuros de folhiço não somente da Reserva Salto Morato, mas também o primeiro a fornecer informações dessa extensa região do sul do Brasil, incluindo o estado do Paraná. Além disso, os poucos estudos no estado do Paraná registram a composição de espécies de anfíbios anuros (embora não a comunidade de anuros de folhiço) para apenas duas áreas (Armstrong e Conte 2010, Cunha *et al.* 2010). Dessa forma, esse estudo também é o primeiro a prover dados sobre variação sazonal em uma comunidade de anuros de folhiço de uma floresta no sul do Brasil. Ainda, cabe ressaltar, que o artigo científico oriundo dessa dissertação foi publicado na revista *Zoologia* 28 (6), em dezembro de 2011 (ver Apêndice).

5 CONCLUSÕES

- A riqueza total estimada na comunidade de anuros de folhiço da Reserva Natural Salto Morato foi de sete espécies.
- As famílias Brachycephalidae e Leptodactylidae foram as mais abundantes na comunidade de anuros de folhiço da Reserva Natural Salto Morato.
- *Ischnocnema guentheri* e *Leptodactylus* gr. *marmoratus* foram as duas espécies dominantes na comunidade estudada.
- *Rhinella abei* foi a espécie com maior biomassa na comunidade de anuros de folhiço estudada.
- A temperatura do ar influenciou a abundância de anuros de folhiço na comunidade amostrada, enquanto a umidade relativa do ar não influenciou a comunidade estudada.
- A sazonalidade influenciou a estrutura da comunidade de anuros de folhiço da Reserva Natural Salto Morato no período amostrado.
- Aumentamos, com esse estudo, a distribuição geográfica de *Brachycephalus hermogenesi*.
- Nossos resultados são os primeiros a trazer informações acerca de uma comunidade de anuros de folhiço de uma floresta no estado do Paraná.

REFERÊNCIAS

- Allmon WD. 1991. A plot study of Forest floor litter frogs, Central Amazon, Brazil. *Journal Tropical Ecology* 7: 503-522.
- Almeida-Gomes M, Vrcibradic D, Siqueira CC, Kiefer MC, Klaion T, Almeida-Santos P, Nascimento D, Ariani CV, Borges VNT, Freitas RF, Van Sluys M, Rocha CFD. 2008. Herpetofauna of an Atlantic rainforest area (Morro São João) in Rio de Janeiro State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 80: 291-300.
- Armstrong CG, Conte CE. 2010. Taxocenose de anuros (Amphibia: Anura) em uma área de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil. *Biota Neotropica* 10 (1): 039-046.
- Benítez-Malvido J, Martínez-Ramos M. 2003. Impact of Forest Fragmentation on Understory Plant Species Richness in Amazonia. *Conservation Biology* 17 (2): 389–400.
- Brown KS, Freitas AVL. 2000. Diversidade de Lepidópteros em Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 11 (12): 71-116.
- Brown WC, Alcala AC. 1961. Populations of amphibians and reptiles in the submontane and montane forests of Cuernos de Negros, Phillipine Islands. *Ecology* 42: 628-636.
- Clarke KR. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- Collar NJ, Gonzaga LP, Krabbe N, Madroño-Nieto A, Naranjo LG, Parker TA, Wege DC. 1992. Threatened birds of the Americas: the ICBP/IUCN Red Data Book. 3rd ed. Washington, DC: Smithsonian Institution Press. Part 2. 1150 p.
- Conte CE, Machado RA. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (4): 940-948.
- Conte CE, Rossa-Feres DC. 2006. Diversidade e ocorrência temporal da anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23 (1): 162-175.
- Conte CE, Rossa-Feres DC. 2007. Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um remanescente de Floresta de Araucária no sudeste do Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (4): 1025–1037.
- Costa LP, Leite YLR, Fonseca GAB, Fonseca MT. 2000. Biogeography of South American forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. *Biotropica* 32: 872-881.
- Colwell RK. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. 2009. Disponível em: URL: <http://purl.oclc.org/estimates>. Acesso em 22 dez. 2011.
- Cunha AK, Oliveira IS, Hartmann MT. 2010. Anurofauna da Colônia Castelhanos, na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, Serra do Mar paranaense, Brasil. *Biotemas* 23 (2): 123-134.

- Brown WC, Alcalá AC. 1961. Populations of amphibians and reptiles in the submontane and montane forests of Cuernos de Negros, Phillipine Islands. *Ecology* 42: 628-636.
- Faith DP, Minchin PR, Belbin L. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio* 69: 57-68.
- Fauth JE, Crother BI, Slowinski JB. 1989. Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of the Costa Rica leaf-litter herpetofauna. *Biotropica* 21: 178-185.
- Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 2001. Reserva Natural Salto Morato - Plano de Manejo. Versão preliminar. São José dos Pinhais [Obra sem paginação].
- Frost DR. 2010. Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 5.4 American Museum of Natural History, New York. [Citado em 19 out. 2010]. Disponível em: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.php>.
- Fundação SOS Mata atlântica. 1998. Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no Domínio da Mata Atlântica no período de 1990-1995. Relatório Nacional. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Instituto Sócio-Ambiental, 7p.
- Gardner TA, Ribeiro-Júnior MA, Barlow J, Ávila-Pires TCS, Hoogmoed MS, Peres CA. 2007. The Value of Primary, Secondary, and Plantation Forests for a Neotropical Herpetofauna. *Conservation Biology* 21 (3): 775–787.
- Gascon C. 1996. Amphibian litter fauna and river barriers in flooded and non-flooded Amazonian rain forests. *Biotropica* 28: 136-140.
- Giaretta AA, Sawaya RJ, Machado G, Araújo MS, Facure KG, Medeiros HF, Nunes R. 1997. Diversity and abundance of litter frogs an altitudinal sites at Serra do Japi, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (2): 341-346.
- Giaretta AA, Facure KG, Sawaya RJ, Meyer JHD, Chenin N. 1999. Diversity and abundance of titter frogs in a montane forest of southeastern Brazil: Seasonal and altitudinal changes. *Biotropica* 31 (4): 669-674.
- Haddad CFB, Sazima I. 1992. Anfíbios anuros da Serra do Japi. In *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e Preservação de uma Área Florestal no Sudeste do Brasil* (L. P. C. Morellato, org.). Editora da UNICAMP/FAPESP, Campinas, p. 188-211.
- Haddad CFB, Todelo LF, Prado CPA. 2008. Anfíbios da Mata Atlântica: guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica. São Paulo. Editora Neotropica. 244p.
- Heyer WR, Rand AS, Cruz CAG, Peixoto OL, Nelson CE. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia* 31 (4): 231–410.
- Inger RF, Cowell RK. 1977. Organization of contiguous communities of amphibians and reptiles in Thailand. *Ecological Monographs* 47 (3): 229-253.
- Lieberman SS. 1986. Ecology of the litter herpetofauna of a Neotropical Rain Forest: La Selva, Costa Rica. *Acta Zoologica Mexicana* 15 (1): 1-71.
- Lloyd M, Inger RF, Wayne-King F. 1968. On the diversity of reptile and amphibian species in a Bornean Forest. *American Naturalist* 102 (928): 497-515.

- Machado RA, Bernarde PS, Morato SAA, Anjos L. 1999. Análise comparada da riqueza de anuros entre duas áreas com diferentes estados de conservação no município de Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia, Anura). *Revista Brasileira de Zoologia* 16 (4): 997-1004.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403 (6772): 853-858.
- Oliveira JCF. 2011. A comunidade de anuros de folhiço da Serra das Torres, sul do Espírito Santo, no sudeste do Brasil: A sazonalidade afeta os parâmetros da comunidade? Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. 52f.
- Pombal Jr. JP, Gordo M. 2004. Anfíbios Anuros da Juréia. In: *Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente Físico, Flora e Fauna* (OAV Marques, W Duleba, eds.). Holos Editora, Ribeirão Preto, p. 243-256.
- Quintela CE. 1990. An S.O.S. for Brazil's beleaguered Atlantic Forest. *Nature Conservation Magazine* 40 (2): 14-19.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martenses AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141-1153.
- Rocha CFD, Van Sluys M, Alves MAS, Bergallo HG, Vrcibradic D. 2000 Activity of leaf-litter frogs: when should frogs be sampled? *Journal of Herpetology* 34 (2): 285-287.
- Rocha CFD, Van Sluys M, Alves MAS, Bergallo HG, Vrcibradic D. 2001. Estimates of forest floor litter frog communities: A comparison of two methods. *Austral Ecology* 26 (1): 14–21.
- Rocha CFD, Vrcibradic D, Kiefer MC, Almeida-Gomes M, Borges-Junior VNT, Carneiro PCF, Marra RV, Almeida-Santos P, Siqueira CC, Goyannes-Araújo P, Fernandes CGA, Rubião ECN, Van Sluys M. 2007. A survey of the leaf-litter frog assembly from an Atlantic forest area (Reserva Ecológica de Guapiaçu) in Rio de Janeiro State, Brazil, with an estimate of frog densities. *Tropical Zoology* 20 (1): 99-108.
- Scott DA, Brooke ML. 1985. The endangered avifauna of Southeastern Brazil: a report on the BOU/WWF expeditions of 1980/81 and 1981/82. In: AW Diamond, TE Lovejoy (eds). *Conservation of Tropical Forest Birds*. Cambridge: ICBP. p. 115-139. Technical Publication 4.
- Scott-Jr. NJ. 1976. The abundance and diversity of the herpetofauna of tropical forest litter. *Biotropica* 8 (1): 41-58.
- Scott NJ, Jr. 1982. The herpetofauna of forest litter plots from Cameroon. In: Scott NJ, Jr., editor. *Herpetological Communities: a Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologists' League, August 1977*. p. 145-150. Fish and Wildlife Service, Wildlife Research Report 13.
- Siqueira CC, Vrcibradic D, Almeida-Gomes M, Borges-Junior VNT, Almeida-Santos P, Almeida-Santos M, Ariani CV, Guedes DM, Goyannes-Araújo P, Dorigo TA, Van Sluys M, Rocha CFD. 2009. Density and richness of leaf litter frogs (Amphibia:

- Anura) of na Atlantic Rainforest área in the Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro State, Brazil. *Zoologia* 26 (1): 97-102.
- Todd BD, Andrews KM. 2007. Response of a Reptile Guild to Forest Harvesting. *Conservation Biology* 22 (3) 753–761.
- Toft CA. 1980a. Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environmental. *Oecologia* 45:131-141.
- Toft CA. 1980b. Seasonal variation in populations of panamanian litter frogs and their prey – a comparison of wetter and drier sites. *Oecologia* 47: 34-38.
- Van Sluys M, Vrcibradic D, Alves MAS, Bergallo HG, Rocha CFD. 2007. Ecological parameters of the leaf-litter frog community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro state, Brazil. *Austral Ecology* 32 (3): 254-260.
- Sociedade Brasileira de Herpetologia. 2010. Lista de espécies de anfíbios do Brasil. Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH). Disponível em: <http://sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm>. Acesso em: 19 out 2010.
- Vanzolini PE. 1988. Distributional patterns of South American lizards. p 317-342. In: Vanzolini PE, Heyer WR, Edits. *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distributional Patterns*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 488 p.
- Veloso HP, Rangel Filho ALR, Lima JCA. 1991. *Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 124 p.
- Vonesh JR. 2001. Patterns of richness and abundance in a tropical African leaf-litter herpetofauna. *Biotropica* 33 (3): 502-510.
- Wachlevski M. 2011. Comunidades de anfíbios anuros em duas fitofisionomias do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, estado de Santa Catarina. Tese (Doutorado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. 151f.
- Watanabe S, Nakanishi N, Izawa M. 2005. Seasonal abundance in the floor-dwelling frog fauna on Iriomote Island of the Ryukyu Archipelago, Japan. *J. Tropical Ecology* 21 (1): 85-91.
- Watling JI, Donnelly MA. 2002. Seasonal patterns of reproduction and abundance of leaf litter frogs in a Central American rainforest. *Journal of Zoology* 258 (2): 269-276.
- Wege DC, Long AJ. 1995. Key areas for threatened birds in the neotropics. *BirdLife Conservation Series*, Cambridge, 5: 75-80.
- Wilkinson L. 2004. *Systat, Version 11.0*. Software Inc., San José, USA.
- ZAR JH. 1984. *Biostatistical analysis*. 2. ed., Inglewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 718p.

APÊNDICE

Seasonal Variation in the Leaf-Litter Frog Community (Amphibia: Anura) from an Atlantic Forest Area in the Salto Morato Natural Reserve, southern Brazil [Artigo Científico].

ZOOLOGIA 28 (6): 755–761, December, 2011
doi: 10.1590/S1984-46702011000600008

Seasonal variation in the leaf-litter frog community (Amphibia: Anura) from an Atlantic Forest Area in the Salto Morato Natural Reserve, southern Brazil

Manuela Santos-Pereira^{1,4}; Adriane Candaten²; Douglas Milani³; Frederico B. Oliveira²; Joana Gardelin² & Carlos F. D. da Rocha¹

¹ Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, 20550-013 Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

² Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Passo Fundo, Campus I, Rodovia BR 285, 99001-970 Passo Fundo, RS, Brazil.

³ Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Avenida Rotariana, Soberbo, 25960-602 Teresópolis, RJ, Brazil.

⁴ Corresponding author. E-mail: herpeto.pereira@gmail.com

ABSTRACT. In this study we provide the first data regarding community parameters of leaf-litter anurans inhabiting a forest floor in the state of Paraná, southern Brazil, including information on community species richness, composition, specific density and biomass. Our study was conducted at Salto Morato Natural Reserve using forty plots of 4 x 4 m for each one of the four seasons (winter, spring, summer and autumn), totaling 2.560 m² of forest floor sampled. We sampled a total of 96 frogs inhabiting the forest floor, belonging to seven species: *Brachycephalus hermogenesi* (Giaretta & Sawaya, 1998), *Ischnocnema guentheri* (Steindachner, 1864), *Haddadus binotatus* (Spix, 1824), *Leptodactylus gr. marmoratus*, *Physalaemus spiniger* (Miranda-Ribeiro, 1926), *Proceratophrys boiei* (Wied-Neuwied, 1824), and *Rhinella abei* (Baldissera, Caramaschi & Haddad, 2004). The overall frog density in the forest floor was 3.73 ind/100m², with *I. guentheri* (1.37 ind/100 m²) being the most common species and *R. abei* (0.19 ind/100 m²), the rarest. The estimated overall frog mass in the community was 3.29 g. The abundance, richness and density varied consistently among the four seasons sampled, with the highest values occurring in the spring and summer seasons.

KEY WORDS. Atlantic Rainforest; density; richness; seasonality.

Habitat reduction and degradation, especially in tropical forest areas, has caused a worrisome global loss of species (Benítez-Malvido & Martínez-Ramos 2003, Gardner *et al.* 2007, Todd & Andrews 2007). The Brazilian Atlantic Forest has a high biodiversity and high endemism rates, sheltering approximately 7% of the world's plant and animal species. Due to human action, it is among the most threatened biomes, with only about 12% of the original area remaining (Quintela 1990, Myers *et al.* 2000, Ribeiro *et al.* 2009). Regarding amphibians, Brazil is the most species rich country, reaching almost 900 recognized species (SBH 2010). Only in the Atlantic Rainforest Biome, there are more than 400 registered amphibian species, with most of them endemic to this biome (Haddad *et al.* 2008).

Several studies carried out in different tropical forests throughout the world provide data on richness, composition and density of frogs living on the leaf-litter layer of the forest floor (e.g., Brown & Alcalá 1961, Scott 1976, 1982, Fauth *et al.* 1989, Allmon 1991, Gascon 1996). However, for the Atlantic Rainforest, there are few studies providing data on leaf-litter

frog species composition and richness (Hyer *et al.* 1990, Haddad & Szirma 1992, Giaretta *et al.* 1997, 1999, Machado *et al.* 1999, Rocha *et al.* 2000, 2001, Pombal & Gordo 2004, Rocha *et al.* 2007, Siqueira *et al.* 2009). Only seven studies present data on relative densities of frogs in leaf litter communities already studied (Giaretta *et al.* 1997, 1999, Rocha *et al.* 2000, 2001, 2007, Almeida-Gomes *et al.* 2008, Siqueira *et al.* 2009).

The species composition and abundance of leaf-litter frogs can be influenced by several factors, such as altitudinal gradients (Brown & Alcalá 1961, Fauth *et al.* 1989, Giaretta *et al.* 1999) and seasons (Scott 1976, Giaretta *et al.* 1999, Vonesh 2001). Although studies of leaf-litter frog communities in tropical forests are continuously increasing during recent years within Brazil (e.g., Almeida-Gomes *et al.* 2008, Siqueira *et al.* 2009), only one study discusses the effects of seasonality on the parameters of these communities (Giaretta 1999). The same gap of knowledge regarding seasonal trends in the leaf litter frog communities is observed worldwide, with only a few available studies in Central America (Toft 1980a, Watling & Donnelly 2002) and Asia (Watanabe *et al.* 2005).

In this paper, we study the influence of seasonality on the community parameters, such as abundance, richness and density, of leaf-litter frogs in the Salto Morato Nature Reserve. We also compared these values to others forests in Brazil and worldwide. To our knowledge, this study is the first one providing information regarding community parameters of leaf-litter anurans inhabiting a forest floor in the state of Paraná, southern Brazil.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in the Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato (25°09'S, 48°16' a 48°20'W), municipality of Guaqueçaba, state of Paraná, southern Brazil. The area, with 2.340 ha, is located within the Área de Preservação Ambiental de Guaqueçaba, which is part of the largest currently existing remnant of Atlantic Rainforest in Brazil (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA 1998). The average annual temperature is 21°C. The rainfall rates are high, with more than 2,000 mm per year and annual average relative air humidity is 85%. The altitude varies between 25-930 m. (FBPN 1995) (Fig. 1).



Figure 1. Location of the study area: Reserva Natural Salto Morato, Guaqueçaba. Source: STRAUER & URSIN-FRANCO (2005).

Four surveys were conducted from July 2009 to April 2010, with sampling every three months, covering the four seasons (winter, spring, summer and autumn), in a forest belt, located between 200 and 300 m of altitude. To sample the community of frogs we used the large-plot method sampling (ROCHA et al. 2001). We established 160 quadrants of 4 x 4 m on the forest floor, totaling 2,560 m² of area sampled for the whole study. The corners of each plot were marked with wooden stakes and the plot was completely surrounded by a 50 cm high screen. The screen was buried in the ground to prevent the frogs from escaping. Air temperature (°C) and air humidity (%) were determined prior to sampling a certain plot. After sunset, each plot was carefully reviewed by a team of four researchers using head

lamps. During searches, the crew moved up the entire plot on hands and knees, side-by-side. All leaves, fallen branches and stones inside the plot were overturned and the crevices of rocks and spaces between the roots of trees were checked, searching for frogs. Searches in each plot lasted about half an hour.

Frogs found were collected, identified and deposited in the Museu de História Natural Capão da Imbuia, Curitiba, state of Paraná, and in the Museu Nacional, Rio de Janeiro, state of Rio de Janeiro. Snout-vent length (SVL in mm) of all frogs were measured using a digital caliper; individual body mass (to the nearest 0.1 g) was obtained using a Pesola dynamometer.

The ordination was based on a Bray-Curtis dissimilarity matrix of ecological distance (FARM et al. 1987). Density (ind/100 m²) and biomass (g/ha) were estimated for each frog species each season. The composition of community of leaf-litter frogs among seasons was analyzed using non-metric multidimensional scaling (NMDS) (CLARKE 1993). The effect of variables (temperature and air humidity) on the parameters of the community of leaf-litter frogs was evaluated by regression analysis (ZAR 1984). Both tests were performed in SYSTAT 11.0 (WILKINSON 2004).

RESULTS

We recorded seven frog species associated with the leaf-litter of the forest floor in Reserva Salto Morato: *Ischnocnema guentheri* (Steindachner, 1864), *Brachycephalus hermogenesi* (Giaretta & Sawaya, 1998) (Brachycephalidae), *Leptodactylus gr. marmoratus* (Leptodactylidae), *Physalaemus spiniger* (Miranda-Ribeiro, 1926) (Leiuperidae), *Proceratophrys boiei* (Wied-Neuwied, 1824) (Cycloramphidae), *Haddadus binotatus* (Spix, 1824) (Craugastoridae), and *Rhinella abei* (Baldiessa, Caramaschi & Haddad, 2004) (Bufonidae) (Tab. I).

In 160 plots sampled, the plots percentage without frogs was 52% and the average of frogs per plot was 1.6. The composition and density of the leaf-litter frogs in the community varied among seasons, with the highest values in spring and summer seasons (Tab. I, Fig. 2). The air temperature affected significantly the overall frog abundance ($R^2 = 0.098$, $F_{1,160} = 15.513$, $p < 0.001$) in local community. The moisture, in contrast, did not affect overall frog abundance ($R^2 = 0.001$, $F_{1,160} = 0.082$, $p = 0.774$). The NMDS showed a clustering of summer and spring, although there was no grouping between winter and autumn (Fig. 3).

Considering all seasons combined, the estimated overall frog density of the leaf-litter frog community the Reserva Salto Morato was 3.73 ind/100 m² (Tab. I). *Ischnocnema guentheri* had the highest abundance and density in three of the four seasons sampled (winter, $N = 5$, 0.78 ind/100 m²; spring, $N = 13$, 2.03 ind/100 m² and summer, $N = 14$, 3.44 ind/100 m²), while *L. gr. marmoratus* had the highest abundance ($N = 6$) and density (0.94 ind/100 m²) in autumn (Tab. I). The lower abundance ($N = 1$) and density (0.16 ind/100 m²) was recorded for *B.*

hermogenesi in the winter, *H. binotatus* and *R. abei* during the spring, *B. hermogenesi* and *R. abei* in summer and *H. binotatus* and *B. hermogenesi* during autumn (Tab. I).

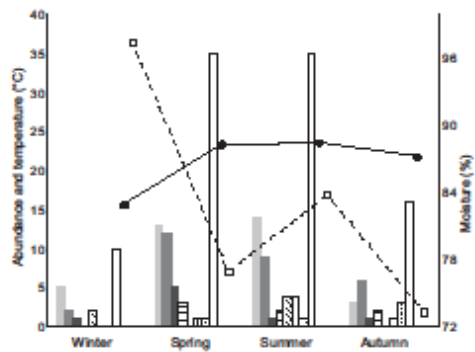


Figure 2. Temperature, moisture and abundances (specific and overall) of leaf-litter frogs during the four seasons sampled in the Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba. *Ischnocnema guentheri* = light gray bars, *L. marmoratus* = gray bars, *B. hermogenesi* = dark gray bars, *P. spiniger* = bars with horizontal lines, *P. boiei* = bars with diagonal lines, *H. binotatus* = bars with vertical lines, *R. abei* = bars with points and Overall = white bars. Temperature = solid lines and moisture = dotted lines.

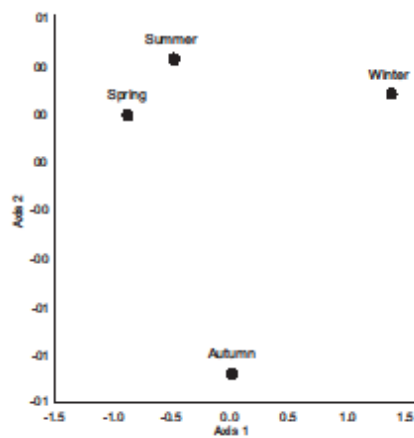


Figure 3. NMDS ordination indicating the community composition of leaf-litter frogs during the four seasons sampled in the Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba. Stress = 0.

Table I. Abundance, density (ind/100 m²) and total biomass (g/ha) of the leaf-litter frog species found in each season at Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba.

Species	Winter			Spring			Summer			Autumn			Overall		
	Abundance	Density	Mass	Abundance	Density	Mass	Abundance	Density	Mass	Abundance	Density	Mass	Abundance	Density	Mass
Brachycephalidae															
<i>Ischnocnema guentheri</i>	5	0.78	181.2	13	2.03	53.7	14	2.19	175.2	3	0.47	120.3	35	1.37	132.6
<i>Brachycephalus hermogenesi</i>	1	0.16	1.6	5	0.78	8.7	1	0.16	0.8	1	0.16	0.2	8	0.31	2.8
Leptodactylidae															
<i>Leptodactylus gr. marmoratus</i>	2	0.31	20.3	12	1.87	95.3	9	1.41	40.6	6	0.94	46.9	29	1.13	50.8
Lepturidae															
<i>Physalaemus spiniger</i>	-	-	-	3	0.47	39.1	2	0.31	12.5	2	0.31	18.7	7	0.27	17.6
Cycloramphidae															
<i>Pezocoelophis boiei</i>	2	0.31	64.1	-	-	-	4	0.62	32.8	-	-	-	6	0.23	29.3
Craugastoridae															
<i>Habibolus binotatus</i>	-	-	-	1	0.16	40.6	4	0.62	87.5	1	0.16	15.6	6	0.23	35.9
Bufoiidae															
<i>Rhinoria abei</i>	-	-	-	1	0.16	621.9	1	0.16	137.5	3	0.47	1525.9	5	0.19	573.4
Overall	10	1.56	267.2	35	5.47	859.3	35	5.47	486.9	16	2.5	1727.6	96	3.73	842.4

The seven species recorded in the leaf-litter frog community of Reserva Salto Morato showed differences in biomass among seasons. The overall frogs mass recorded in the community of leaf-litter frogs at Salto Morato Reserve was 842.4 g/ha (Tab. I).

In terms of frog biomass in the community, *Ischnocnema guentheri* was the frog presenting the highest mass during the winter (181.2 g/ha) and summer (175.2 g/ha), while biomass of *R. abei* dominated during spring and autumn. The lowest biomass in the four seasons sampled was from the species *B. hermogenesi* (winter = 1.6 g/ha, spring = 8.7 g/ha, summer = 0.8 g/ha and autumn = 0.2 g/ha) (Tab. I).

DISCUSSION

The species richness of leaf-litter frogs (seven species) observed in Salto Morato forest can be considered relatively low when compared with some other Atlantic Rainforest areas, such as the forests in the states of Rio de Janeiro (Reserva Ecológica de Guapiáçu, Cahoeiras de Macacu Municipality = 12 species, ROCHA et al. 2007; Parque Estadual dos Três Picos, Cahoeiras de Macacu Municipality = 16 species, SIQUEIRA et al. 2009) and São Paulo (Parque Florestal do Itapetinga, Atibaia Municipality = 16 species, GIARETTA et al. 1999).

In the Atlantic Rainforest biome, there are latitudinal differences regarding biological diversity for different animal groups (ROCHA et al. 2007). Along the large latitudinal range of the biome (from 5° to 30°S), species diversity and rates of endemism tend to be higher in its "middle portion" (states of Rio de Janeiro, Espírito Santo, eastern São Paulo and southeastern Minas Gerais) for lizards (VANZOLINI 1988), birds (SCOTT & BAROKE 1985, COLLAR et al. 1992, WEGW & LONG 1995), mammals (COSTA et al. 2000) and butterflies (BROWN & FREITAS 2000). Unfortunately, there is no study evaluating this trend for leaf-litter frog communities which restrains us from making comparisons. Supposedly, the low species richness of the Salto Morato forest compared to the most northward forests in the biome (e.g., GIARETTA et al. 1999, ROCHA et al. 2007) can be attributed to latitudinal differences which, in turn, may reflect less favorable climatic conditions, especially during seasons as winter. In fact, in Salto Morato forest, species richness, composition and densities of leaf litter frogs varied among seasons (see below), with winter accounting for nearly half (four species) of that found during the summer (seven species).

All frogs species recorded in the study area were endemic to the Atlantic Rainforest biome and most of them have wide distribution throughout this biome (FROST 2010), with some species occurring in leaf-litter frog communities in southeastern Brazil forests (GIARETTA et al. 1997, 1999, ROCHA et al. 2000, 2007, VAN SLYYS et al. 2007, ALMEIDA-GOMES et al. 2008, SIQUEIRA et al. 2009).

Our data showed that the parameters of leaf-litter frog community of Salto Morato forest varied among seasons. The

highest values recorded in spring and summer on leaf-litter frog community parameters, as species richness, abundances and densities, can be appreciated in table I. Thus, as evidenced by the NMDS ordination, there was clustering between spring and summer, which indicates that the parameters of leaf-litter frog community in these seasons are similar, indicating an influence of seasonality in the leaf-litter frog community of the studied area. Seasonal variation in leaf-litter frogs communities has also been reported in other studies in Brazil (GIARETTA et al. 1999), South America (TOFT 1980a) Central America (TOFT 1980b, WATLING & DONNELLY 2002), and Asia (WATANABE et al. 2005), although the knowledge regarding this trend for tropical forests is still limited. In Paraná, seasonal variation in frog species composition was found in three studies (CONTE & MACHADO 2005, CONTE & ROSSA-FREIS 2006, 2007), however the authors focus on arboreal, terrestrial and semi-arboreal and aquatic species frog communities, not considering the leaf-litter frog community.

Our data showed that the community of leaf-litter frogs in Reserva Salto Morato were affected by air temperature but not by air humidity. Air temperature explained approximately 10% of the variation in frog density and occurrence, which indicates that other environmental factors also act conjunctly to affect in an important way these community parameters. In tropical forests with wet and dry seasons defined, the precipitation affects significantly the abundance and diversity of frog species living in leaf litter (ALLMON 1991, VONESH 2001). In our study area, we observed high rainfall rates and no clear dry season (FBPN 1995). This fact may explain in part as air temperature appears to explain partially seasonal variation in the community of litter frogs at Salto Morato Reserve, whereas air humidity effect did not appear.

The two most abundant species, *I. guentheri* and *I. gr. marmoratus*, accounted for 37% and 31% of the total number of frogs recorded, respectively, suggesting that these two frogs are the dominant species in the local leaf-litter frog community of the area studied. However, it seems to be a trend on communities of leaf-litter frogs being dominated by one to three species belonging to Brachycephalidae and Leptodactylidae families (e.g., GIARETTA et al. 1997, 1999, ROCHA et al. 2000, VAN SLYYS et al. 2007, SIQUEIRA et al. 2009). In the present study *B. hermogenesi* (third most abundant species) was recorded for the first time in Paraná, extending its distribution to 120 km south of Ribeirão Grande and 130 km southwest of the Juréia-Itatins, both localities in the state of São Paulo. The rarer species in the leaf-litter frog community studied was *R. abei* (0.19 ind/100 m²), suggesting that relatively large bodied frogs tend to occur in smaller numbers in leaf-litter frog community. In fact, ROCHA et al. (2007) studying a leaf-litter frog community in a forest at the state of Rio de Janeiro (Reserva de Guapiáçu) suggested a biological trend on the relationship between frog specific body size and their respective abundances in the forest floor.

Densities of frogs in this study (3.73 ind/100 m²) was lower compared to other studies in Atlantic Forest areas in South America (GIARETTA *et al.* 1999, 4.6 ind/100 m²; ROCHA *et al.* 2001, 5.9 ind/100m²; ROCHA *et al.* 2007, 8.43 ind/100 m²; ALMEIDA-GOMES *et al.* 2008, 4.5 ind/100 m²; and SIQUEIRA *et al.* 2009, 17.1 ind/100 m²) and in Amazon forest (ALLMON 1991, 4.76 ind/100 m²). However, density was higher than those found by GIARETTA *et al.* (1997), 1.4 ind/100 m², –although, these authors sampled during the dry/cold season, which may have contributed to the low density of frogs they found. The leaf litter frog density values at Salto Morato forest were also lower when compared with other forests in the world, as areas in Costa Rica (LIBERMAN 1986, 13.2 ind/100 m²), Panama (TOFT 1980b, 11.8 ind/100 m²) and Cameroon (SCOTT 1982, 9.4 ind/100 m²), but higher than those recorded in Borneo (LLOYD *et al.* 1968, 1.09 ind/100 m²) and Thailand (NGER & CORWELL 1977, 0.55 ind/100 m²).

One additional factor that may have contributed for the low overall density of leaf-litter frogs in the Reserva Salto Morato may be the altitude of the study area (between 200 and 300 m altitude). Although there are few studies addressing to the effect of altitude on the composition of communities of leaf-litter frogs in the Atlantic Forest, there may be a trend towards a greater density of frogs in high altitudes, where conditions are apparently more favorable, as pointed out by GIARETTA *et al.* (1997, 1999), in two studies in São Paulo, and by ROCHA *et al.* (2007) and SIQUEIRA *et al.* (2009) in the state of Rio de Janeiro. Data available regarding leaf-litter frog abundances in the Atlantic Rainforest biome (see references above) showed that overall frog density in the leaf-litter of forest floor is markedly variable among areas even within a same biome. This variation probably reflect differences among areas in the structural environment, in the availability of resources, in the climatic conditions and in latitude, although we still need a large number of studies on this subject to better understand the trends affecting this variation.

The leaf litter frog biomass (g/ha) in the community also varied among seasons. However, three individuals *R. abei*, anuran with large body proportions, considerably contributed to autumn estimated mass, resulting, in this season, in biomass values reaching the highest value among the four studied seasons. Excluding the individuals of this toad species, a similar tendency of abundance into all the other species can be observed, suggesting that the biomass in the leaf litter-frog community is also higher during warmer months (spring and summer).

We conclude that the community of leaf-litter frogs in the Reserva Salto Morato varies among seasons, with lower values of abundance, density and richness in cooler seasons. The higher latitude of the area in the present study compared to those where other studies in the tropics regarding leaf-litter frogs were made, may explain in part why values of the community parameters were comparatively lower than those found for leaf-litter frogs in other forests in Brazil and worldwide. We

therefore emphasize the importance of extending studies that address seasonal effects on communities of leaf-litter frogs.

Our study is the first providing data on the composition, richness, abundances and densities of the leaf-litter frog community for the Reserva Natural Salto Morato, as well as the first study regarding this subject to the extensive region of southern Brazil, including Paraná. Also, this study is the first providing data regarding seasonal variation in a leaf-litter frog community to southern forests of Brazil. The few studies in Paraná regards amphibian species composition for two areas (ARMSTRONG & CONTI 2010, CUNHA *et al.* 2010).

ACKNOWLEDGMENTS

This study was sponsored by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), which provided research grants to C.F.D. Rocha (Processes 304791/2010-5 and 470265/2010-81). Graduate fellowships were granted to M.S. Pereira from the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Authorization 20703-3 to collect the frogs was granted by Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). We also thank the Reserva Natural Salto Morato for logistical support during the study, and A.L. Benedeti, A.L. Luza and L.F.W. Bortolon for their support during the inventories and M. Almeida-Gomes, M. Wachlevski and R. C. Laia for kindly reviewing the manuscript.

LITERATURE CITED

- ALLMON, W. D. 1991. A plot study of Forest floor litter frogs, Central Amazon, Brazil. *Journal Tropical Ecology* 7: 503-522.
- ALMEIDA-GOMES M., D. VACIBRADIĆ, C. C. SIQUEIRA, M. C. KIEFER, T. KLAION, P. ALMEIDA-SANTOS, D. NASCIMENTO, C. V. ARRANI, V. N. T. BORGES, R. F. FREITAS, M. VAN SLUYS & C.F. D. ROCHA. 2008. Herpetofauna of an Atlantic rainforest area (Morro São João) in Rio de Janeiro State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 80: 291-300.
- ARMSTRONG, C.G. & C.E. CONTI. 2010. Taxocenose de anuros (Amphibia: Anura) em uma área de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil. *Biota Neotropica* 10 (1): 39-46.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J. & M. MARTÍNEZ-RAMOS. 2003. Impact of Forest Fragmentation on Understory Plant Species Richness in Amazonia. *Conservation Biology* 17 (2): 389-400.
- BROWN K.S. & A.V.L. FREITAS. 2000. Diversidade de lepidópteros em Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 11 (12): 71-116.
- BROWN, W. C. & A.C. ALCALA. 1961. Populations of amphibians and reptiles in the submontane and montane forests of Cuernos de Negros, Phillipine Islands. *Ecology* 42: 628-636.
- CLARKE, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

- COLLAR N.J.; L.P. GONZAGA; N. KRABBE; A. MADRISO-NIETO; L.G. NARANJO; T.A. PARKER III & D.C. WEDGE. 1992. *Threatened birds of the Americas: The ICBP/IUCN Red Data Book*. Washington, DC, Smithsonian Institution Press, 3rd ed., 1150p.
- CONTE, C.E. & R.A. MACHADO. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (4): 940-948.
- CONTE, C.E. & D.C. ROSSA-FERES. 2006. Diversidade e ocorrência temporal da anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23 (1): 162-175.
- CONTE, C.E. & D.C. ROSSA-FERES. 2007. Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um remanescente de Floresta de Araucária no sudeste do Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (4): 1025-1037.
- COSTA L.P.; Y.L.R. LEITE Y.L.R.; G.A.B. FONSECA & M.T. FONSECA. 2000. Biogeography of South American forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. *Biotropica* 32: 872-881.
- CUNHA, A.K.; I.S. OLIVEIRA; M.T. HARTMANN. 2010. Anurofauna da Colônia Castelhanos, na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, Serra do Mar paranaense, Brasil. *Biotemas* 23 (2): 123-134.
- FAITH, D.P.; P.R. MINCHIN & L. BELBIN. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio* 69: 57-68.
- FAITH, J.E.; B.I. CROFTON & J.B. SLOWINSKI. 1989. Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of the Costa Rica leaf-litter herpetofauna. *Biotropica* 21: 178-185.
- FBNP. 1995. *Reserva Natural Salto Morato - Plano de Manejo*. São José dos Pinhais, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 80p.
- FROST, D.R. 2010. *Amphibian Species of the World: An Online Reference*. New York, American Museum of Natural History, version 5.4, Available online at: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.php> [Accessed: 19/X/2010].
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. 1998. *Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no Domínio da Mata Atlântica no período de 1990-1995*. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Instituto Sócio-Ambiental, Relatório Nacional, 7p.
- GARDNER, T.A.; M.A. RIBEIRO-JÚNIOR; J. BARLOW; T.C.S. ÁVILA-PIRES; M.S. HOOGMOED & C.A. PERES. 2007. The Value of Primary, Secondary, and Plantation Forests for a Neotropical Herpetofauna. *Conservation Biology* 21 (3): 775-787.
- GASCON, C. 1996. Amphibian litter fauna and river barriers in flooded and non-flooded Amazonian rain forests. *Biotropica* 28: 136-140.
- GIARETTA, A.A.; R.J. SAWAYA; G. MACHADO; M.S. ARAÚJO; K.G. FACURE; H.F. MEDEIROS & R. NUNES. 1997. Diversity and abundance of litter frogs an altitudinal sites at Serra do Japi, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (2): 341-346.
- GIARETTA, A.A.; K.G. FACURE; R.J. SAWAYA; J.H.D. MEYER & N. CHENIN. 1999. Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of southeastern Brazil: Seasonal and altitudinal changes. *Biotropica* 31 (4): 669-674.
- HADDAD, C.F.B. & I. SAZIMA. 1992. Anfíbios anuros da Serra do Japi, p. 188-211. In: L.P.C. MORELLATO (Ed.). *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e Preservação de uma Área Florestal no Sudeste do Brasil*. Campinas, Editora Unicamp.
- HADDAD, C.F.B.; L.F. TOBILO & C.P.A. PRADO. 2008. *Anfíbios da Mata Atlântica: guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica*. São Paulo; Editora Neotropica; 244p.
- MEYER W.R.; A.S. RANDY; C.A.G. CRUZ; O.L. PEIXOTO & C.E. NILSON. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia* 31 (4): 231-410.
- INGER, R. E. & R.K. COWELL. 1977. Organization of contiguous communities of amphibians and reptiles in Thailand. *Ecological Monographs* 47 (3): 229-253.
- LIBERMAN, S.S. 1986. Ecology of the litter herpetofauna of a Neotropical Rain Forest: La Selva, Costa Rica. *Acta Zoologica Mexicana* 15 (1): 1-71.
- LLOYD, M.; R.E. INGER & F. WAYNE-KING. 1968. On the diversity of reptile and amphibian species in a Bornean Forest. *American Naturalist* 102 (928): 497-515.
- MACHADO, R.A.; P.S. BERNARDE; S.A.A. MORATO & L. ANJOS. 1999. Análise comparada da riqueza de anuros entre duas áreas com diferentes estados de conservação no município de Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia, Anura). *Revista Brasileira de Zoologia* 16 (4): 997-1004.
- MEYER N.; R.A. MITTERMEIER; C.G. MITTERMEIER & G.A.B. FONSECA. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403 (6772): 853-858.
- POMBAL JR, J.P. & M. GORDO. 2004. Anfíbios Anuros da Juréia, p. 243-256. In: (O.A.V. MARQUES & W. DULIERA (Eds). *Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente Físico, Flora e Fauna*. Ribeirão Preto, Holos Editora.
- QUINTELA, C.E. 1990. An S.O.S. for Brazil's beleaguered Atlantic Forest. *Nature Conservation Magazine* 40 (2): 14-19.
- RIBEIRO, M.C.; J.P. METZGER; A.C. MARTENSIS; E.J. PONZONI & M.M. HIROTA. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141-1153.
- ROCHA, C.E.D.; M. VAN SLUYS; M.A.S. ALVES; H.G. BERGALLO & D. VRCIBRADIC. 2000. Activity of leaf-litter frogs: when should frogs be sampled? *Journal of Herpetology* 34 (2): 285-287.
- ROCHA, C.E.D.; M. VAN SLUYS; M.A.S. ALVES; H.G. BERGALLO & D. VRCIBRADIC. 2001. Estimates of forest floor litter frog communities: A comparison of two methods. *Austral Ecology* 26 (1): 14-21.
- ROCHA, C.E.D.; D. VRCIBRADIC; M.C. KIERE; M. ALMEIDA-GOMES; V.N.T. BORGES-JUNIOR; P.C.E. CARNEIRO; R.V. MARRA; P. ALMEIDA-SANTOS; C.C. SQUEIRA; P. GYANNIS-ARAÚJO; C.G.A. FERNANDES; E.C.N. RUBÃO & M. VAN SLUYS. 2007. A survey of the leaf-litter frog assembly from an Atlantic forest area (Reserva Ecológica de

- Guapiaçu) in Rio de Janeiro State, Brazil, with an estimate of frog densities. *Tropical Zoology* 20 (1): 99-108.
- SBH. 2010. *Lista de espécies de anfíbios do Brasil*. Sociedade Brasileira de Herpetologia, available on line at: <http://sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm> [Accessed: 19/X/2010].
- SCOTT, D.A. & M.L. BROOKS. 1985. The endangered avifauna of Southeastern Brazil: A report on the BOU/WWF expeditions of 1980/81 and 1981/82, p. 115-139. *In*: A.W. DIAMOND & T.E. LOVEJOY (Eds). *Conservation of Tropical Forest Birds*. Cambridge, ICBP, Technical Publication #4, 324p.
- SCOTT, JR., N.J. 1976. The abundance and diversity of the herpetofauna of tropical forest litter. *Biotropica* 8 (1): 41-58.
- SCOTT, JR., N.J. 1982. The herpetofauna of forest litter plots from Cameroon, p. 145-150. *In*: N.J. SCOTT JR (Ed.). *Herpetological Communities: A Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologists' League, August 1977*. Fish and Wildlife Service, Wildlife Research Report 13.
- SQUIRRA, C.C.; D. VICIBRADI; M. ALMEIDA-GOMES; V.N.T. BORGES-JUNIOR; P. ALMEIDA-SANTOS; M. ALMEIDA-SANTOS; C.V. ARIANI; D.M. GUIDES; P. GIOVANNES-ARAÚJO; T.A. DOBIGY; M. VAN SLUYS & C.F. ROCHA. 2009. Density and richness of leaf litter frogs (Amphibia: Anura) of na Atlantic Rainforest área in the Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro State, Brazil. *Zoologia* 26 (1): 97-102.
- STRAUBE, F.C. & A. URRÉN-FILHO. 2005. Avifauna da Reserva Natural Salto Morato (Guaraqueçaba, Paraná). *Atualidades Ornitológicas* 124: 12-32.
- TODD, B.D. & K.M. ANDREWS. 2007. Response of a Reptile Guild to Forest Harvesting. *Conservation Biology* 22 (3) 753-761.
- TOFF, C.A. 1980a. Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environmental. *Oecologia* 45: 131-141.
- TOFF, C.A. 1980b. Seasonal variation in populations of panamanian litter frogs and their prey – a comparison of wetter and drier sites. *Oecologia* 47: 34-38.
- VAN SLUYS, M.; D. VICIBRADI; M.A.S. ALVES; H.G. BERGALLO & C.F.D. ROCHA. 2007. Ecological parameters of the leaf-litter frog community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro state, Brazil. *Austral Ecology* 32 (3): 254-260.
- VANZOLINI P.E. 1988. Distributional patterns of South American lizards, p. 317-342. *In*: P.E. VANZOLINI & W.R. HEYER (Eds). *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distributional Patterns*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 488p.
- VONESH, J.R. 2001. Patterns of richness and abundance in a tropical African leaf-litter herpetofauna. *Biotropica* 33 (3): 502-510.
- WATANABE, S.; N. NAKANISHI & M. IZAWA. 2005. Seasonal abundance in the floor-dwelling frog fauna on Iriomote Island of the Ryukyu Archipelago, Japan. *Journal of Tropical Ecology* 21 (1): 85-91.
- WATLING, J.I. & M.A. DONNELLY. 2002. Seasonal patterns of reproduction and abundance of leaf litter frogs in a Central American rainforest. *Journal of Zoology* 258 (2): 269-276.
- WEDGE, D.C. & A.J. LONG. 1995. Key areas for threatened birds in the neotropics. *BirdLife Conservation Series* 5: 75-80.
- WILKINSON, L. 2004. *Systat, Version 11.0*. San José, Software Inc.
- ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Inglewood Cliffs, Prentice-Hall, 2nd ed., 718p.

Submitted: 17.XI.2010; Accepted: 25.X.2011.

Editorial responsibility: Maurício O. Moura