

ADRIELE KARLOKOSKI CUNHA DE OLIVEIRA

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ALTITUDINAL DE ANFÍBIOS ANUROS
DO PARQUE ESTADUAL MARUMBI, PARANÁ**

Curitiba

2011

1. INTRODUÇÃO

O grupo dos anfíbios anuros exhibe vários tipos de adaptações de seu modo de vida que resultam em alta diversidade (Duellman e Trueb, 1986; Heyer et al., 1990). Seu ciclo de vida, caracterizado pela transição entre ambientes durante seu desenvolvimento, juntamente com a grande diversidade de modos reprodutivos, os expõe a praticamente todos os tipos de habitats (Duellman e Trueb, 1986; Haddad e Prado, 2005; Wells, 2007).

A ocorrência de várias espécies compartilhando o mesmo habitat e a alta diversidade pode ser explicada por uma variedade de processos ecológicos e evolutivos, eventos históricos, circunstâncias geográficas e ambientais (Wells, 2007). Devido à alta dependência dos anuros da qualidade ambiental, para algumas áreas tem-se observado que os fatores abióticos, como o regime de chuvas, heterogeneidade da vegetação e temperatura, tem maior efeito na estruturação de comunidades do que os fatores ecológicos, como competição e predação (Parris, 2004; Wells, 2007; Werner et al., 2007, Vasconcelos et al., 2009). Entretanto ainda não há um padrão estabelecido a respeito da influência da complexidade ambiental sobre a riqueza de anfíbios (Santos et al., 2007).

A heterogeneidade ambiental possui muita importância na estruturação das comunidades de anuros e pode ser considerada uma das melhores explicações para a variação da diversidade das espécies (Houston, 1994; Santos et al., 2007; Ramírez et al., 2009; Vasconcelos et al., 2009). No Brasil, vários estudos mostraram que ambientes complexos e heterogêneos facilitam a coexistência de mais espécies se comparados a ambientes homogêneos (e.g. Conte e Rossa-Feres, 2007; Santos et al., 2007; Vasconcelos et al., 2009), principalmente por proporcionarem maior número de microambientes e uma maior disponibilidade de microclimas (Townsend et al., 2006).

Um dos biomas brasileiros com a maior heterogeneidade ambiental é a Mata Atlântica (Mamede et al., 2004), que abriga mais de 400 espécies de anuros (Toledo et al., 2008) muitas das quais endêmicas (Duellman, 1999). A grande quantidade de microambientes presentes na formação da Mata Atlântica tem sido sugerida como uma explicação para a persistência de espécies raras e de taxas relativamente baixas de extinção, se comparadas à

devastação deste bioma, do qual restam hoje somente 16% da cobertura original (Brown e Brown, 1992; Ribeiro et al., 2009).

Gradientes altitudinais podem alterar a heterogeneidade, uma vez que a estrutura florestal é fortemente influenciada pela distribuição vertical de temperatura e umidade, alta lixiviação de nutrientes do solo, baixa produtividade de serapilheira, alta exposição ao vento e desaceleração da dinâmica vegetacional, decorrentes da elevação da altitude (Koehler et al., 2002; Roderjan et al., 2002; Martins, 2010).

A diversidade também é fortemente influenciada pela altitude (Huston, 1994). A distribuição de anfíbios ao longo de um gradiente altitudinal é um dos tópicos mais interessantes dos estudos biogeográficos, uma vez que várias características abióticas associadas às mudanças de altitude afetam a diversidade e distribuição de espécies, mesmo entre curtas distâncias (Stevens 1992; Wells, 2007). Essa influência pode ocorrer diretamente por restrição de temperatura ou umidade, ou indiretamente, através da disponibilidade de ambientes criados pela formação vegetal existente (Heyer, 1967). Entretanto, a anurofauna pode ser diversa mesmo em altitudes bastante elevadas (Lynch et al., 1997; Navas, 2006), com algumas espécies restritas a este tipo de ambiente, como por exemplo diversas espécies dos gêneros *Brachycephalus* e *Ischnocnema* (e. g. Giaretta et al., 1997; Sawaya, 1999; Alves et al., 2006).

No Brasil, estudos sobre biologia de anuros não tem abordado as variações entre taxocenoses ao longo de um gradiente altitudinal, sendo que a maior parte dos estudos de estrutura de taxocenoses de anfíbios tratam de dados sobre distribuição e biologia reprodutiva (e. g. Giaretta et al., 1997; Santos et al., 2007; Armstrong e Conte, 2010).

Deste modo o presente projeto tem como objetivo avaliar a influência do gradiente altitudinal sobre a diversidade de anfíbios anuros, em uma área remanescente de Mata Atlântica na Serra do Mar paranaense, sob os domínios da Floresta Ombrófila Densa. Baseado no fato de que a diversidade de anfíbios é influenciada tanto por fatores climáticos como pela heterogeneidade ambiental será testada a seguinte hipótese:

H1: altitudes menos elevadas suportam uma maior diversidade de anfíbios anuros devido à maior heterogeneidade ambiental e maior homogeneidade climática;

H0: a diversidade de anfíbios anuros é uniforme entre os gradientes altitudinais avaliados.

2. JUSTIFICATIVA

A obtenção de listas de espécies constitui o primeiro passo para o monitoramento biodiversidade, pois contribuem para o conhecimento de habitats, avaliação do estado de conservação de espécies e servem como ferramenta auxiliar para medidas de conservação (Pimenta et al., 2005). A falta de conhecimento sobre a diversidade, riqueza, composição das assembléias, distribuição geográfica, relações ecológicas e evolutivas das espécies nativas de anfíbios anuros é um fator limitante para o planejamento e tomada de decisões sobre estratégias de conservação destes animais (Garcia e Vinciprova, 2003; Silvano e Segalla, 2005).

A alta diversidade dos anuros, sobretudo no Brasil, torna o grupo ideal para a realização de estudos com estrutura de comunidades, principalmente pela formação de agregados conspícuos durante eventos reprodutivos (Duellman e Trueb, 1986; Scoot e Woodward, 1994).

A Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais devastados e seriamente ameaçados do mundo (Myers et al., 2000). Seus remanescentes mais significativos e com maior biodiversidade estão concentrados na região sul e sudeste brasileiros (Roderjan et al, 2002; Câmara, 2005; Ribeiro et al., 2009). Estudos publicados com comunidades de anuros nos domínios do bioma no Paraná ainda são poucos: Bernarde & Anjos (1999), Machado et al. (1999), Bernarde & Machado (2001), Machado & Bernarde (2002), Machado (2003 e 2004), Conte & Machado (2005), Conte & Rossa-Feres (2006 e 2007), Armstrong & Conte (2010) e Cunha et al. (2010), o que evidencia a carência de conhecimento (Silvano & Segalla, 2005).

Estudos que abordam a influência da altitude na diversidade de anuros ainda são poucos (e.g. Morrison, 2001; Ramírez et al., 2009), sobretudo no Brasil, em que a maioria ainda é somente descritiva (e. g. Giaretta et al., 1997; Sawaya, 1999). Com relação à heterogeneidade, trabalhos recentes tem avaliado de maneira mais refinada comunidades de anuros (e.g. Santos et al., 2007; Vasconcelos et al., 2009).

Deste modo, o presente estudo irá colaborar com o conhecimento da anurofauna do Paraná, que ainda é escasso. Padrões de distribuição de espécies com relação à gradientes altitudinais e heterogeneidade ambiental também serão avaliados. Além disso, estudos em remanescentes da Mata Atlântica são extremamente importantes, devido ao seu grau de devastação, contrastando com a alta diversidade e taxas de endemismos dos anuros.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a influência do gradiente altitudinal sobre a diversidade de anfíbios anuros, em remanescentes de Floresta Ombrófila Densa.

3.2 Objetivos específicos

1 – Determinar a diversidade de anfíbios anuros em um remanescente de Floresta Ombrófila em estágio sucessional avançado.

2 – Avaliar a influência de fatores climáticos sobre a diversidade de anfíbios anuros Floresta Ombrófila Densa em estágio sucessional avançado.

3 – Avaliar a influência da variação altitudinal sobre a diversidade de anfíbios anuros Floresta Ombrófila Densa em estágio sucessional avançado.

4 - Avaliar a influência da heterogeneidade ambiental através de descritores ambientais sobre a diversidade de espécies.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

O estudo será realizado no Parque Estadual do Marumbi (PEM), localizado no município de Morretes, estado do Paraná (25°30' e 25°25'S/ 48°58'e 48°53') com área de 2342, 42 hectares e altitude variando dos 300 m até quase 1600 m (Struminski, 2002). De acordo com Roderjan et al, (2002), o PEM está incluído nos domínios da Floresta Ombrófila Densa (FOD) Atlântica, apresentando as formações Submontana (altitude de 200 m a 600 m), Montana (altitude entre 600 m a 1200 m) e Altomontana (altitude acima de 1200 m). A vegetação encontrada no parque é basicamente primária, com adaptações decorrentes das cotas altimétricas, passando de florestas de grande porte a

floresta de altitude (Struminski, 2002). O clima regional, segundo Köppen é do tipo Cfa (clima pluvial temperado sempre úmido com temperatura média acima de 22°C) para altitude até 800 m e em altitudes mais elevadas, passa a ser do tipo Cfb (média térmicas inferiores e ocorrência de geadas no inverno).

4.2 Desenho Amostral

Serão selecionados quatro pontos (um para cada altitude: 400m, 600m, 800m e 1000m). Em cada ponto serão avaliados nove habitats: três transecções em mata, três transecções em córregos e três poças temporárias. Em cada ponto amostral serão empregados três métodos de amostragem: 1) levantamento em sítio de reprodução (*sensu* Scott e Woodward, 1994): o perímetro de cada corpo d'água e um trecho de 120 m de cada córrego serão percorridos lentamente para quantificação de todos os indivíduos visualizados e/ou registrados em atividade de vocalização; 2) transecção por busca aural: efetuada em seis transecções de 120 m no interior da floresta, percorridas lentamente em linha reta, considerando uma faixa de dois metros para cada lado, para quantificação de espécies que vocalizam distantes de corpos d' água e 3) busca ativa, que consiste na procura dos anfíbios embaixo de troncos e pedras, no interior de bromélias e demais refúgios encontrados no entorno de cada corpo d'água e no interior de floresta, com um esforço de procura 180 min/pessoa em cada ponto amostral. Em cada fase a ordem da amostragem dos pontos será definida mediante sorteio. O trabalho será realizado entre julho de 2011 e abril de 2015, com visitas mensais e duração de cinco dias cada, sendo um dia dedicado para cada ponto amostral e um dia adicional para busca de espécies em outros ambientes para composição da lista.

Serão estabelecidos descritores ambientais para avaliar a heterogeneidade de cada ponto amostral, tais como: (1) cobertura do dossel, (2) profundidade da serapilheira, (3) troncos caídos, (4) raízes superficiais, (5) rochas superficiais, (6) solo exposto, (7) temperatura e umidade da serapilheira, (8) porcentagem de arbóreas, (9) porcentagem de arbustivas, (10) porcentagem de herbáceas e (11) porcentagem de plantas epífitas. Serão selecionadas parcelas representativas para a retirada destas medidas.

Exemplares testemunho das espécies ocorrentes na área serão coletados mediante liença de coleta expedida pelo ICMBio. Após a coleta, os

indivíduos serão anestesiados com lidocaína 5%, mortos em álcool fraco a 10% e fixados em formalina 10%, com posterior conservação em álcool 70%. O material coletado será depositado na coleção científica de Anfíbios do Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, Campus São José do Rio Preto.

4.3 Análises Estatísticas

Todos os dados serão submetidos a testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) (Zar, 1999). As análises de diversidade de anuros serão feitas com base no cálculo dos índices de diversidade de Shannon-Wiener ($H' = \sum p_i \cdot \log p_i$) e de uniformidade de Pielou ($U' = H' / \log S$) (Krebs, 1999). Para verificar a existência de relação entre a riqueza e abundância das espécies com a temperatura, umidade, pluviosidade será realizada regressão linear simples (Zar, 1999).

Para verificar correlação entre a distribuição da abundância das espécies e descritores ambientais da serapilheira será realizada análise de correspondência canônica (CCA) (Valentin, 2000; McIntyre et al., 2001; Makarenkov e Legendre, 2002) para os quatro pontos amostrais, com a confecção de gráficos de ordenação bidimensional.

Para testar a diferença de riqueza e abundância entre pontos amostrais, os dados com distribuição normal serão submetidos a uma análise de variância multivariada (MANOVA) para comparar a diferença entre as médias de vários grupos e representados graficamente através de uma análise de covariância (CVA). Caso os dados sejam não paramétricos a comparação será feita por análise de similaridade (ANOSIM) para comparar a diferença entre vários grupos através da média de distâncias, utilizando-se o índice de Bray-Curtis como medida de distância. Para representar graficamente as diferenças entre os tratamentos com um conjunto de dados não paramétricos será utilizada a análise de escalonamento multidimensional não métrica (NMDS).

O cálculo de índices de diversidade, análises de variância e análises multivariadas serão obtidos com o auxílio dos programas computacionais PAST v. 1.394b (Hammer et al., 2001) e Statistica 6.0 (STATSOFT 2001).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A.C.R.; RIBEIRO, L.F.; HADDAD, C.F.B.; DOS REIS, S.F. 2006. Two new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from the Atlantic Forest in Paraná State, Southern Brazil. *Herpetologica* 62(2): 221-233.
- ARMSTRONG, C.G.; CONTE, C.E. 2010. Taxocenose de anuros (Amphibia: Anura) em uma área de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 10(1): 39-46.
- BERNARDE, P. S.; ANJOS, L., 1999. Distribuição espacial e temporal da anurofauna no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia: Anura). *Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS. Ser. Zool. Porto Alegre*, 12:127-140.
- BERNARDE, P. S.; MACHADO, R. A. 2001. Riqueza de espécies, ambientes de reprodução e temporada de vocalização da anurofauna em Três Barras do Paraná, Brasil (Amphibia: Anura). *Cuadernos de Herpetología*, 14(2): 93-194p.
- BROWN, K. S.; BROWN, G. G. 1992. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests. In: Whitmore, T. C.; Sayer, J. A. (eds.). *Tropical deforestation and species extinction*. Chapman & Hall, London. P. 119-142.
- CÂMARA, I. G. 2005. Breve história da Mata Atlântica. In: Galindo-Leal, C; Câmara, I. G. (eds.). *Mata Atlântica: Biodiversidade, ameaças e perspectivas*. Belo Horizonte. Conservação Internacional, p. 31-42.
- CONTE, C.E.; MACHADO, R.A. 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*, v. 22: p. 940-948.
- CONTE, C.E.; ROSSA-FERES, D.C. 2006. Diversidade e ocorrência da anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23: p. 162-175.
- CONTE, C. E.; ROSSA-FERES, D. C. 2007. Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um remanescente de Floresta de Araucária no sudeste do Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.24 (4): p. 1025-1037.

- CUNHA, A.K.; OLIVEIRA, I.S.; HARTMANN, M.T. 2010. Anurofauna da Colônia Castelhanos, na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, Serra do Mar paranaense, Brasil. *Biotemas*, v. 23(2): 123-134.
- DUELLMAN, W.E. 1999. (ed.). *Patterns of distribution of Amphibians: a global perspective*. The Johns Hopkins University Press.
- DUELLMAN, W.E.; Trueb, L. 1986. *Biology of amphibians*. McGraw-Hill. New York, USA. 650p.
- GARCIA, P. C. A.; VINCIPROVA, G. 2003. Anfíbios. In: Fontana, C. S.; Bencke, G. A.; reis, R. E. (eds.). *Livro vermelho da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul*. EDIPUCRS. Porto Alegre, BR. P. 85-100.
- GIARETTA, A. A.; SAWAYA, R. J.; MACHADO, G.; ARAÚJO, M. S.; FACURE, K. G.; MEDEIROS, H. F.; NUNES, R. 1997. Diversity and abundance of litter frogs at altitudinal sites at Serra do Japi, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(2):341-346.
- HADDAD, C.F.B.; PRADO, C.P.A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience* v. 55: 207-217.
- HEYER, W. R. 1967. A herpetofaunal study of an ecological transect through the Cordillera de Tilaran, Costa Rica. *Copeia*, 1967(2):259-271.
- HEYER, W.R., RAND, A.S., CRUZ, C.A.G., PEIXOTO, O.L., NELSON, C.E. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia* v. 31: p. 231-410.
- HOUSTON, M. A. 1994. *Biological Diversity. The coexistence of species changing landscape*. Cambridge University Press, 681p.
- KOEHLERN, A.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. 2002. Floresta Ombrófila Densa Altomontana: aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. *Ciência Florestal*, 12(2):27-39.
- KREBS, C. J. 1999. *Ecological methodology*. Menlo Park: Addison Wesley Longman, Inc., 620p.
- LYNCH, J. D.; DUELLMAN, W. E.. 1997. Frogs of the genus *Eleutherodactylus* in Western Ecuador. *Systematics, Ecology, and Biogeography*. *Museum of Natural History*, 23:1-36.
- MACHADO, R. A. 2003. Anfíbios da Floresta Atlântica. In: Carlos Renato Fernandes (ed). *Floresta Atlântica: Reserva da Biosfera*. Curitiba. Opta Originais Gráficos e Editora Ltda, 123-149 e 298-299p.

- MACHADO, R.A. 2004. Ecologia de assembléias de anfíbios anuros no município de Telêmaco Borba, Paraná, Sul do Brasil. Tese de Doutorado – Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná.
- MACHADO, R. A.; BERNARDE, P. S.; MORATO, S. A. A. & 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: 997-1004.
- MACHADO, R. A. & BERNARDE, P. S. 2002. Anurofauna da Bacia do Rio Tibagi. In: Medri, M. E.; Bianchini, E.; Shibatta, O. A.; Pimenta, J. A., (eds). *A Bacia do Rio Tibagi*. Londrina. Edição dos Editores, 595p.
- MAMEDE, M.C.H., CORDEIRO, I., ROSSI, L., MELO, M.M.R.F., OLIVEIRA, R.J. 2004. Mata Atlântica. In *Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna*. Eds. MARQUES, O.A.V.; DLEBA, W. Ribeirão Preto: Holos, p.115-132.
- MARTINS, S. C. 2010. Caracterização dos solos e serapilheira ao longo do gradiente altitudinal da Mata Atlântica, estado de São Paulo. Tese de Doutorado – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- MORRISON, F. C. 2001. Altitudinal variation in the life history of anurans in southeast Queensland. Tese de Doutorado – School of Environmental and Applied Sciences, Griffith University Gold Coast, Australia.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403: 853-858.
- NAVAS, C. A. 2006. Patterns of distribution of anurans in high Andean tropical elevations: Insights from integrating biogeography and evolutionary physiology. *Integrative and comparative Biology*, 46 (1): 82-91.
- PARRIS, K. M. 2004. Environmental and spatial variables influence the composition of frog assemblages in subtropical eastern Australia. *Ecography*, 27(3): 392- 400p.
- PIMENTA, B. V. S.; HADDAD, C. F. B.; NASCIMENTO, L. B.; CRUZ, C. A. G.; POMBAL JR., J. P. 2005. Comment on “status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide”. *Science*, 309 (23): 1999.

- RAMÍREZ, S. J.; MEZA-RAMOS, P.; YÁNEZ-MUÑOZ, M.; REYES, J. 2009. Asociaciones interespecíficas de anuros em cuatro gradientes altitudinales de La Reserva Biológica Tapichalaca, Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Boletín Técnico*, 4-5:35-49.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142:1141-1153.
- RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. 2002. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná, Brasil. *Revista & Ambiente*, 24:78-118.
- SANTOS, T. G.; ROSSA-FERES, D. C.; CASATTI, L. 2007. Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. *Iheringia*, 97(1): 37-49p.
- SAWAYA, R. J. 1999. Diversidade, densidade e distribuição altitudinal da anurofauna de serapilheira da Ilha de São Sebastião, SP. Dissertação de Mestrado – Instituto de Biosciências, Universidade de São Paulo.
- SCOTT Jr., N. J.; WOODWARD, B. D. 1994. Surveys at breeding sites. In: Heyer, W. R.; Donnelly, M. A.; McDiarmid, R. W.; Hayek, L. A.C. & Foster, M. S. (Eds). *Measuring and monitoring biological diversity – Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington D. C., USA, p.84-92.
- SILVANO, D.L.; SEGALLA, M.V. 2005. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade*, 1:79-86.
- STEVENS, G. C. 1992. The elevation gradient in altitudinal range: na extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist*, 140:893-911.
- STRUMINSKI, E. 2002. Parque Estadual Pico do Marumbi. Curitiba: Editora UFPR. 185p.
- TOLEDO, L.F.; HADDAD, C.F.B.; PRADO, C.A. 2008. Anfíbios da Mata Atlântica. *Pinheiros, Neotropica*, 244p.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M. & HARPER, J. L. 2006. *Fundamentos em Ecologia*. Porto Alegre. Artmed, 592p.

- VASCONCELOS, T. S.; SANTOS, T. G.; ROSSA-FERES, D. C. & HADDAD, C. F. B. 2009. Influence of the environmental heterogeneity of breeding ponds on anuran Assemblages from southeastern Brazil. *Canadian Journal of Zoology (Online)*, 87: 699-707p.
- WELLS, K.D. 2007. *The ecology and behavior of amphibians*. Chicago, The University of Chicago Press, 1148p.
- WERNER, E.E., SKELLY, D.K., RELYEA, R.A. & YUREWICZ, K.L. 2007. Amphibian species richness across environmental gradients. *Oikos* 116: 1697-1712.
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Prentice Hall International, 4th ed., 718p.