



ANUROFAUNA ASSOCIADA A FRAGMENTOS FLORESTAIS NA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Heloisa Jesus de Almeida

Vitor Hugo Mendonça do Prado; Denise de Cerqueira Rossa - Feres

UNESP, S.J. Rio Preto, SP. Depto de Zoologia e Botânica, Laboratório de Ecologia Animal. Rua Cristóvão Colombo, 2265, São José do Rio Preto, SP. 15054 - 000. e - mail: helo_jhs@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade representa um dos maiores desafios deste final de século em função do elevado nível de perturbações antrópicas, e uma das principais conseqüências dessas perturbações é a fragmentação de ecossistemas naturais (Viana & Pinheiro 1998). Este processo é associado com a expansão das fronteiras agrícolas, e ultimamente tem recebido maior atenção devido às elevadas taxas de desmatamento e seus conseqüentes efeitos nas comunidades de regiões tropicais (Viana *et al.*, 1997). O maior impacto desse evento é a perda da biodiversidade regional, pois quanto mais fragmentadas e perturbadas as paisagens, maiores são os desafios para a conservação da biodiversidade (Viana 1995). Segundo Wilson (1988), a perda de áreas florestais é uma das principais ameaças à biodiversidade e um dos táxons mais afetados são os anfíbios (Ross & Stephen 1999, Alexander & Eischeid 2001). No entanto, junto com os répteis, os anfíbios são o grupo animal menos representado nos estudos sobre o efeito da destruição florestal (McGarigal & Cushman 2002), especialmente na região neotropical (Silvano *et al.*, 2003).

No mundo existem 5679 espécies de anfíbios anuros (Frost 2009), com 821 espécies em território brasileiro até o momento (SBH 2009) e ainda há muito a ser conhecido. No estado de São Paulo, até 1998 eram conhecidas 180 espécies de anuros (Haddad 1998) e recente revisão registrou, até 2008, 250 espécies (Rossa - Feres *et al.*, 2008). Os registros de espécies para a região noroeste do Estado (e.g., Vizotto 1967, Bernarde & Kokubum 1999, Vasconcelos & Rossa - Feres 2005, Prado *et al.*, 2008) mostram que a diversidade da anurofauna se amplia a cada estudo realizado, com 37 espécies registradas até o momento. Apesar da anurofauna dessa região ser constituída, com exceção de *Hypsiboas lundii*, por espécies que se reproduzem em área aberta, os fragmentos de mata podem servir como áreas de refúgio durante a estação seca, abrigos diurnos durante a estação reprodutiva e como área de forrageio (Silva & Rossa - Feres 2007). Segundo Rossa - Feres *et al.*, (2008), a conservação de espécies de áreas abertas também depende da

preservação da heterogeneidade da paisagem regional e da manutenção de áreas de vida mínimas para essas espécies, que realizam grandes deslocamentos para alcançar as poças onde se reproduzem e precisam dos remanescentes florestais para sobreviver à pronunciada estação seca que caracteriza as formações vegetais do interior do estado. Portanto, a conservação dos anfíbios envolve, antes de tudo, a conservação da paisagem regional, respeitando as especificidades das espécies das comunidades associadas a cada formação vegetal (Rossa - Feres *et al.*, 2008). Dessa maneira, entender os padrões de distribuição e o uso de remanescentes florestais pela anurofauna da região noroeste paulista é fundamental para a conservação e futuras propostas de manejo dessa fauna.

OBJETIVOS

Nosso objetivo foi determinar a diversidade da anurofauna associada a remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual e verificar a influência de descritores ambientais dos remanescentes na diversidade de anuros na região noroeste do estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo e locais amostrados

Este foi desenvolvido na região noroeste do Estado de São Paulo. A vegetação original dessa região, composta por Floresta Estacional Semidecidual e manchas de Cerrado (Ab'Saber 2003), foi intensamente devastada, desde o início do século passado em função do solo propício à agricultura, restando pequenos fragmentos espalhados em sua área de ocorrência natural (São Paulo 2000).

Foram amostrados dez fragmentos florestais e corpos d'água próximos a estes fragmentos (até 500 m da borda dos fragmentos), no período de julho de 2008 a fevereiro de 2009. Os fragmentos selecionados, quatro grandes (G; área > 393 ha) e seis pequenos (P; área < 117 ha), fazem parte do

projeto temático “Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes no noroeste paulista: base para estudos de conservação da biodiversidade” (Proc. FAPESP 04/04820 - 3) e estão localizados nos municípios de Nova Granada (G6), Barretos (G7 e P7), Bebedouro (G8), Matão (G9), Turmalina (P4), Palestina (P5 e P6), Taquaritinga (P8) e Pindorama (P9).

3.2. Amostragem

Foram utilizados dois métodos para amostragem dos anuros: procura auditiva e visual em habitat de reprodução (sensu Scott & Woodward 1994) e armadilhas de interceptação e queda (AIQ; Cechin & Martins 2000). O material testemunho está sendo inserido na Coleção DZSJRP - Amphibia da UNESP, campus de São José do Rio Preto, SP.

3.3. Descritores ambientais

As características dos fragmentos (área, grau de conservação, formato e distância até o fragmento mais próximo) foram determinadas, segundo McDiarmid (1994), Boulger *et al.*, (2000), Guery & Hunter (2002), Skelly *et al.*, (2005) e Nascimento *et al.*, (2006), a partir de visitas aos fragmentos e de consultas a imagens aéreas e mapas cartográficos (servidor de mapas do INPE, www.inpe.gov.br; programa computacional Google Earth v. 4.3, <http://earth.google.com>), que foram financiados pelo projeto “Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes no noroeste paulista: base para estudos de conservação da biodiversidade” (FAPESP, Proc. n.º. 04/04820 - 3).

3.4. Análises estatísticas

A diversidade alfa foi calculada para os registros obtidos com a amostragem em AIQ, pelos índices de diversidade de Shannon - Wiener (H') que atribui maior peso a espécies raras (Magurran 1988) e de equitabilidade de Pielou (e) que avalia a equitabilidade das populações (Odum 1988). A riqueza de espécies, considerando os registros obtidos em AIQ, foi avaliada pela curva do coletor e por dois estimadores de riqueza (ACE e ICE) (Lee & Chao 1994), calculados no programa EstimateS 7.0 (Colwell 2006).

Para verificar a influência dos quatro descritores ambientais dos fragmentos florestais (conforme item 3.3) sobre a riqueza de espécies, foi realizada uma análise de regressão linear múltipla entre os descritores ambientais (variáveis preditoras) e a riqueza de espécies em cada fragmento (variável dependente) (Zar 1999), admitindo um nível de significância igual ou inferior a 0,05. Essa análise foi realizada no programa computacional Statistica 7.0 (StatSoft 2004), e todos os dados foram transformados em $\log(n+1)$ para assegurar a linearidade.

RESULTADOS

No total, foram registradas 27 espécies de anuros nos 10 fragmentos de mata amostrados, distribuídas em 5 famílias: Bufonidae (2 espécies), Hylidae (11 espécies), Leiuperidae (4 espécies), Leptodactylidae (6 espécies) e Microhylidae (4 espécies). Este número de espécies corresponde a 73% das 37 espécies registradas na região noroeste do Estado de São Paulo (Vizotto 1967, Cais 1992, Bernarde & Kokubum 1999, Vasconcelos & Rossa - Feres 2005, Candeira 2007, Prado *et al.*, 2008, V.H.M. Prado inf. pess.).

O fragmento com menor riqueza de espécies foi G7, onde apenas um indivíduo de *R. schneideri* foi registrado. Com exceção de G7, os fragmentos com maior e menor diversidade foram, respectivamente, P4 ($H' = 1,53$) e G9 ($H' = 0,33$). Já o fragmento P9 apresentou maior equitabilidade ($e = 1,0$), enquanto que o fragmento G9 apresentou menor equitabilidade ($e = 0,23$), decorrente da dominância de *Rhinella ornata* neste fragmento. A riqueza registrada em 12 dias de amostragem nas AIQ foi de 13 espécies. A curva de rarefação não atingiu a assíntota, indicando que mais espécies podem ser encontradas nos fragmentos estudados. Coerente com esse resultado, os estimadores de riqueza indicam que entre três ($ICE = 16,49 \pm 0,02$) e seis espécies ($ACE = 19,24 \pm 0,00$), adicionais podem ser encontradas nos remanescentes florestais amostrados.

Com relação à riqueza total de espécies, apenas a área do fragmento apresentou relação positiva com a riqueza de espécies ($r = 0,779$; $p = 0,038$). Já para a amostragem em AIQ, nenhum dos descritores apresentou relação com a riqueza. O grau de conservação, a distância até o fragmento mais próximo e o formato dos fragmentos não influenciaram a riqueza provavelmente porque as espécies da região são típicas de formações abertas sul - americanas (*sensu* Dullman, 1999) e se reproduzem em corpos de água em área aberta. Desse modo, características dos corpos d'água onde se reproduzem devem ter maior influência na ocorrência das espécies que as características dos fragmentos, utilizados como área de alimentação e refúgio durante a pronunciada estação seca da região (Silva & Rossa - Feres 2007). Além disso, a alta conectividade (distância de 0,07 Km a 2,29 Km entre os fragmentos vizinhos) e a pequena variação entre os índices de circularidade não produziram variação suficiente para influenciar a riqueza de espécies.

Assim, apesar de serem espécies associadas a formações abertas, a relação positiva entre área florestal e riqueza de espécies pode ser compreendida quando se considera o período não reprodutivo, que influencia o recrutamento populacional (sobrevivência dos juvenis) e dinâmica populacional (sobrevivência dos adultos).

A relação positiva entre área e riqueza de espécies foi registrada em outros estudos para diferentes táxons (e.g., Bell & Donnelly 2006, Vallan 2000, Vieira *et al.*, 2003). Segundo Colli *et al.*, (2003) fragmentos grandes são geralmente mais eficientes na manutenção da riqueza de espécies do que fragmentos pequenos. Essa afirmação baseia - se na Teoria do Equilíbrio de Biogeografia de Ilhas (MacArthur e Wilson 1967), segundo a qual quanto maior o tamanho da ilha, maior é o tamanho populacional de uma determinada espécie. Embora essa teoria não leve em consideração fatores antrópicos causados nos ecossistemas (ver Laurence 2009), a relação entre área e riqueza observada em ilhas oceânicas pode ser aplicada também a fragmentos de habitats terrestres, processo também conhecido por insularização (Futada 2007). O aumento do tamanho da população diminui as chances de uma determinada espécie desaparecer da ilha, permitindo, desta maneira, que ilhas maiores apresentem maior riqueza (Paglia *et al.*, 2006).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos se enquadram aos padrões descritos em estudos como os de Wilson & Willis (1975) que formularam alguns princípios básicos para o delineamento de reservas florestais a partir da aplicação da teoria da biogeografia de ilhas ao delineamento de áreas protegidas. Segundo os autores, um dos princípios que pode maximizar a riqueza de espécies nas reservas, é o de que uma reserva grande e única é melhor que várias reservas pequenas de área total equivalente. O presente estudo evidencia a importância dos grandes fragmentos na manutenção da riqueza de anuros de área aberta na região estudada, que apresenta pronunciada estação seca.

(AGRADECIMENTOS A FAPESP: Bolsa de iniciação científica concedida à HJA, Proc. 2008/57489 - 3 e Auxílio a projeto temático BIOTA (Proc. 04/04820 - 3).)

REFERÊNCIAS

Ab'Saber, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. Ateliê Editorial, São Paulo. 2003.

Alexander, M. A. & Eischeid, J. K. Climate variability in regions of amphibians declines. *Conservation Biology*, 15(4): 930 - 942, 2001.

Bell, K. E. & Donnelly, M. A. Influence of forest fragmentation on community structure of frogs and lizards in north-eastern Costa Rica. *Conservation Biology*, (20): 1750-1760, 2006.

Bernarde, P. S. & Kokubum, M. N. C. Anurofauna do Município de Guararapes, estado de São Paulo, Brasil (Amphibia, Anura). *Acta Biologica Leopoldensia*, São Leopoldo, (21): 89 - 97, 1999.

Boulger, D. T.; Suarez, A. V.; Crooks, K. R.; Morrison, S. A. & Case, T. J. Arthropods in urban habitat fragments in southern California: are, age and edge effects. *Ecological Applications*, 10(4):1230 - 1248, 2000.

Candeira, P. C. Estrutura de comunidades e influência da heterogeneidade ambiental na diversidade de anuros em área de pastagem no sudeste do Brasil. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). UNESP, São José do Rio Preto. 2007.

Colli, G. R.; Accacio, G. M.; Constantino, Y. A. R.; Franceschinelli, E. V.; Laps, R. R.; Scariot, A.; Vieira, M. V. & Wiederhecker, H. C.. A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese. In: MMA. 2003. *Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília-DF, 2003, p.317 - 324.

Colwell, R. K. 2006. EstimateS 8.0: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. User's guide and application. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.unconn.edu/estimates> > Acesso em Abril 2008.

Duellman, W. E. Distribution Patterns of Amphibians in South America. In: *Patterns of Distribution of Amphibians* (Duellman, W. E., ed.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1999, p.255 - 327.

Frost, D. R. 2009. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.3 (25 May, 2009). Disponível em: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/> >

American Museum of Natural History, New York, USA. Acesso em: 14/04/2009.

Futada, S. M. Fragmentos remanescentes da bacia do ribeirão Anhumas (Campinas-SP): evolução e contexto. Dissertação (Mestrado em Ecologia), UNICAMP, Campinas. 2007. 245p.

Guerry, A.D. & Hunter Jr., M.L. Amphibian distributions in a landscape of forests and agriculture: an examination of landscape composition and configuration. *Conservation Biology*, (16): 745-754. 2002.

Haddad, C. F. B. Biodiversidade dos anfíbios no Estado de São Paulo. In: Joly, C. A. & Bicudo, C. E. M. (org.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. 6: Vertebrados*. Editora FAPESP, São Paulo, 1998, p.15 - 26.

Laurance, W. F. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation*, (141): 1731 - 1744, 2008.

Lee, S.M. & Chao, A. Estimating population size via sample coverage for closed capture - recapture models. *Biometrics*, (50): 88 - 97, 1994.

MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. *The theory of island biogeography*. Princeton Univ. Press, Princeton, 1967, 203p.

Magurran, A. E. *Ecological diversity and its measurements*. Cambridge: University Press, 1988, 179p.

McDiarmid, R. W. Data standards. 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, 1994, p.57 - 60.

McGarigal, K. & Cushman, S.A. Comparative evaluation of experimental approaches to the study of habitat fragmentation effects. *Ecological Applications*, 12(2): 335 - 345, 2002

Melo, A. S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotropica*, 8(3): 21 - 27. 2008. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/pt/abstract?article+bn00108032008> > Acesso em: 13/04/2009.

Nascimento, M. C.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S. & Silva, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite Ikonos II. *Revista Árvore*, 30(3): 389 - 398, 2006.

Odum, E. P. *Ecologia*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1988, 434p.

Paglia, A. P.; Fernandez, F. A. S. & De Marco, P. Efeitos da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes? In: Rocha, C. F. D.; Bergallo, H. G., Van Sluys, M. & Alves, M. A. S. (orgs.), *Biologia da Conservação: Essências*, RiMa Editora, São Carlos, 2006, p.281 - 316.

Prado, V. H. M.; Borges, R. E.; Silva, F. R. Tognolo, T. T. & Rossa - Feres, D. De C. Notes on Geographic Distribution-Amphibia, Anura, Hylidae, Phyllomedusa azurea: Distribution extension. *Check List*, 4(1): 55-56, 2008.

Ross, A. A. & Stephen J. R. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (30): 133 - 165, 1999.

- Rossa - Feres, D. De C. ; Martins, M. ; Martins, I. A.; Marques, O. A. V. & Haddad, C. F. B. Herpetofauna . In: *Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo*. Instituto de Botânica, FAPESP, SEMA, 2008, p.82 - 94.
- São Paulo. Atlas das unidades de conservação ambiental do estado de São Paulo. *Secretaria do Meio Ambiente*, São Paulo. 2000.
- SBH. 2009. Lista de espécies de anfíbios do Brasil. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Acesso em: 25/05/2009.
- Silva, F. R. & Rossa - Feres, D. de C. Uso de fragmentos florestais por anuros (Amphibia) de área aberta na região noroeste do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, 7(2): 1 - 7, 2007. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn03707022007>> Acesso em: 06/09/2007.
- Silvano, D. L.; Colli, G. R.; Dixo, M. B. O.; Pimenta, B. V. S. & Wiederhecker, H. C. Anfíbios e Répteis. Causas Naturais. In: MMA. 2003. *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*, 2003, p.183 - 200.
- Skelly, D. K.; Halverson, M. A.; Freidenburh, L. K. & Urban, M. C. Canopy closure and amphibian diversity in forested wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, (13): 261 - 268, 2005.
- StatSoft. 2004. Statistica (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- Vallan, D. Influence of forest fragmentation on amphibian diversity in the nature reserve of Ambohitantely, highland Madagascar. *Biological Conservation*, (96): 31 - 43, 2000.
- Vasconcelos, T. S. & Rossa - Feres D. de C. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 5(2): 1 - 14, 2005.
- Viana, V. M.; Pinheiro, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica-IPEF*, 12(32): 25 - 42, 1998.
- Viana, V. M. Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensamente cultivadas. In: *Abordagens interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo*. Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais/University of Florida, 1995, p.135 - 154.
- Viana, V. M.; Tabanez, A. J. & Batista, J. L. F. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic forests moist forest. In: Laurance, W.; Bierregard, R.O. & Moritz, C. (ed.). *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. Chicago: University of Chicago Press, 1997, p.351 - 365.
- Vieira, M. V.; Faria, D. M.; Fernandez, F. A. S.; Ferrari, S. F.; Freitas, S. R.; Gaspar, D. A.; Moura, R. T.; Olifiers, N.; Oliveira, P. P.; Pardini, R.; Pires, A. S.; Ravetta, A.; Mello, M. A. R.; Ruiz, C. R.; Setz, E. Z. F. Mamíferos. In: MMA. 2003. *Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília-DF, 2003, p.125 - 151.
- Vizotto, L. D. Desenvolvimento de anuros da região norte - ocidental do Estado de São Paulo. Tipografia Rio Preto, São José do Rio Preto, 1967.
- Wilson, E. O. The current state of biological diversity. In: Wilson, E. O. (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D. C, 1988, p.3 - 18.
- Wilson, E. O.; Willis, E. O. Applied biogeography. In: Cody, M. L.; Diamond, J. M (Ed.). *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press. Cambridge, 1975, p.552 - 534.
- Zar, J. H. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey, 4. ed., 1999, 663p.