

Título: Diversidade e uso do habitat e suas implicações para a conservação de anfíbios, répteis e mamíferos no Cerrado e na Mata Atlântica

Resumo:

O habitat contém o conjunto essencial de condições e recursos de que uma espécie necessita para sua sobrevivência, reprodução e persistência ao longo do tempo. Portanto, as espécies dependem fortemente dos seus habitats. De fato, a perda, perturbação e fragmentação de habitats são as ameaças mais importantes para vertebrados terrestres em geral. Assim, o conhecimento sobre as formas pelas quais as espécies usam seus habitats é crucial para várias etapas da conservação, desde a avaliação do estado de conservação das espécies até o delineamento e implementação de ações de conservação. Este projeto visa (1) descrever o uso do habitat por diferentes espécies em ambientes preservados e alterados do Cerrado e da Mata Atlântica; e (2) explorar os efeitos passados e atuais das perturbações causadas pelas atividades humanas sobre o uso de habitat, bem como suas implicações para a conservação. Para tanto, faremos as amostragens em duas áreas de Cerrado (ESECs Santa Bárbara e Assis) e duas de Mata Atlântica (Sete Barras e Boraceia) por meio de armadilhas de queda, armadilhas de contenção viva, armadilhas fotográficas, redes de neblina e procura visual/auditiva. Usaremos métodos correntes nas comparações de diversidade, análises multivariadas para testar possíveis associações entre diversidade e estrutura do ambiente.

Palavras-chave: uso do habitat, anfíbios, répteis, mamíferos, Cerrado, Mata Atlântica

Equipe executora e instituição filiadora:

Coordenador:

Marcio Roberto Costa Martins, Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo

Colaboradores:

Ricardo Jannini Sawaya, Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal
do ABC

Ana Paula Carmignotto, Giovana Ribeiro Felício, Alessandra Vama Vieira, Marcus Vinicius Brandão de Oliveira, Melissa Freitas da Silva, Gabriela Dias Alves de Almeida, Larissa Eler Fernandes, Rafaela Lumi Vendramel, Departamento de Biologia, Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba
Eletra de Souza, Juan Camilo Díaz-Ricourte, Bruna de França Gomes, Filipe Cabreirinha Serrano, João Paulo dos Santos Vieira de Alencar, Ricardo Luría-Manzano, Luciana de Oliveira Furtado, Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo

Tipo de pesquisa: projeto de professor/pesquisador

Área do conhecimento: 2.05.02.00-1 Ecologia de Ecossistemas

Este projeto está inserido em dois projetos temáticos do Programa Biota-FAPESP:

- Desafios para a conservação de anfíbios e répteis escamados, com ênfase na fauna brasileira: de informações básicas às ações de conservação. Processo 2020/12658-4.

Pesquisador Responsável: Marcio R. C. Martins, IB-USP.

- Campos naturais do Estado de São Paulo: diagnóstico, manejo e conservação.

Processo 2020/01378-0. Pesquisador Responsável: Giselda Durigan, IPA-SP.

Introdução

O habitat contém o conjunto essencial de condições e recursos de que uma espécie necessita para sua sobrevivência, reprodução e persistência ao longo do tempo (Morrison et al., 2006). De fato, a distribuição geográfica de uma espécie depende da disponibilidade de seu habitat. É no habitat que os animais encontram alimento, parceiros para se reproduzir, abrigos para se esconder dos predadores, entre muitas outras necessidades. Assim, a remoção completa do habitat de uma espécie ou os muitos tipos de perturbações que seu habitat pode sofrer podem afetar drasticamente a sobrevivência e a reprodução. Nos casos em que a espécie é altamente especializada em seu habitat, mesmo uma leve perturbação pode tornar a área inadequada para a espécie e causar sua extinção local. De fato, a perda, a

perturbação e a fragmentação de habitats são de longe as ameaças mais importantes para vertebrados terrestres em geral (por exemplo, Böhm et al., 2013; Johnstone & Reina, 2014; Powers & Jetz, 2019; Palmeirim et al., 2020; Cordier et al., 2021) e a grande maioria dos vertebrados terrestres ameaçados apresenta a perda, perturbação e/ou fragmentação de habitats como principal ameaça (IUCN, 2021).

Esse padrão reflete as extensas mudanças nos ecossistemas terrestres e aquáticos causadas pelos humanos em todo o mundo, principalmente para atender às demandas por alimentos, água doce, madeira, fibra e combustível (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). No ano 2000, cerca de 22% dos ecossistemas terrestres da Terra já haviam sido transformados em paisagens modificadas pelo homem (Hoekstra et al., 2005). Isso representa, por exemplo, a modificação de cerca de 7,5 milhões de km² das Florestas Tropicais e Subtropicais Úmidas Latifoliadas, onde mais da metade dos anfíbios, cerca de metade dos répteis e um terço dos mamíferos são endêmicos (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Objetivos

Este projeto tem como objetivo principal explorar questões relacionadas ao uso do habitat em anfíbios, répteis e pequenos mamíferos do Cerrado e da Mata Atlântica, bem como suas implicações para a conservação desses animais. Os seguintes objetivos específicos serão buscados: (1) descrever o uso do habitat por diferentes espécies em ambientes preservados e alterados do Cerrado e da Mata Atlântica; e (2) explorar os efeitos passados e atuais das perturbações causadas pelas atividades humanas sobre o uso de habitat, bem como suas implicações para a conservação.

Justificativa

No contexto colocado na **Introdução**, fica claro que o conhecimento sobre as formas pelas quais as espécies usam seus habitats é crucial para várias etapas da conservação, desde a avaliação do estado de conservação das espécies até o delineamento e implementação de ações de conservação (Lindemayer & Burgman, 2005; Primack, 2010). Apesar dessa constatação, ainda conhecemos relativamente

pouco sobre o uso do habitat em vertebrados terrestres, especialmente para os grupos menos carismáticos como os anfíbios, répteis e pequenos mamíferos, que geralmente compõem uma grande porção da diversidade de vertebrados em ecossistemas tropicais (Jankins et al., 2013; Roll et al., 2017). De fato, os processos recentes de avaliação do estado de conservação dos anfíbios, répteis e mamíferos brasileiros (ICMBio-MMA, 2018 e ciclo de avaliação atual, em andamento) mostraram a grande importância do conhecimento do habitat das espécies para esses processos. Assim, há urgência na obtenção de dados adicionais sobre uso de habitat pelas espécies para que esses processos resultem em avaliações de melhor qualidade.

Material e métodos

Áreas de estudo

Os trabalhos de campo desse estudo serão conduzidos nas seguintes áreas protegidas:

- Estação Ecológica de Assis (Assis, SP)
- Estação Ecológica de Itirapina (Itirapina e Brotas, SP)
- Parque Estadual Furnas do Bom Jesus (Pedregulho, SP)
- Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP)
- Parque Estadual Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)
- Parque Estadual Juquery (Caieiras e Franco da Rocha, SP)
- Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Padre Dória (Salesópolis, SP)

Caracterização das taxocenoses

As amostragens de anfíbios, lagartos, serpentes e mamíferos nas fisionomias de cerrado serão realizadas com o uso de armadilhas de interceptação e queda (AIQ; Corn, 1994; Cechin & Martins, 2000) para todos os animais pequenos e não voadores, por meio de armadilhas de contenção viva nos modelos Sherman e Tomahawk (ACV; Wilson et al., 1996) para os pequenos mamíferos não voadores, por meio de redes de neblina (RN; Simmons & Voss, 1998) para os pequenos mamíferos voadores, por meio de armadilhas fotográficas para os mamíferos de médio e grande porte (AF; Rovero et al., 2010), e/ou por meio de buscas visuais limitadas por tempo (BLT; Campbell &

Chistman, 1982; Martins & Oliveira, 1998), para os anfíbios e répteis, e/ou por meio de busca de carro para serpentes e anfíbios (Hartmann et al., 2011). Serão amostradas as diferentes fisionomias vegetais disponíveis, bem como áreas alteradas. Cada fisionomia terá dois ou três pontos amostrais, distantes pelo menos 500 m entre si. Cada ponto amostral conterá um par de linhas de AIQs e ACVs distantes 60 m entre si. Cada linha de AIQs terá quatro baldes de 60 L ligados por lona plástica de 70 cm de altura e comprimento de 40 m. Cada linha de ACV terá quatro armadilhas (duas Sherman e duas Tomahawk). As AIQs e ACVs permanecerão abertas durante 4-8 dias a cada mês. Em cada ponto amostral também serão instaladas 10 redes de neblina (RN) de 12 X 3 metros que permanecerão abertas durante 6 horas consecutivas, das 18 às 24hs, a cada mês; e uma armadilha fotográfica (AF), que ficará ativa durante 30 dias consecutivos, entre os períodos de amostragem.

As buscas visuais limitadas por tempo (BLT) serão dirigidas aos anfíbios e répteis e ocorrerão em trilhas de tamanho variado, próximas às linhas de armadilhas, tanto de dia quanto à noite.

Também será monitorada a reprodução de anfíbios em corpos d'água naturais e artificiais que representem boa parte da variação dos corpos d'água da região da área de estudo. O objetivo dessa abordagem múltipla das populações de anfíbios é fornecer uma visão mais ampla sobre a forma como esses animais utilizam os ambientes na região (tanto os ambientes terrestres como os corpos d'água). A procura auditiva direta será complementada por sistema remoto de gravação (AudioMoth; ver método em Dorcas et al., 2010) a ser instalado em cada corpo d'água para amostragens simultâneas, em todos os corpos d'água, ao longo de toda a noite. Em cada amostragem noturna serão anotadas: (1) as espécies em atividade de vocalização e o número aproximado de machos em atividade de vocalização; (2) as espécies presentes, mas sem machos vocalizando e o número aproximado de indivíduos; e (3) as espécies cujos girinos estejam metamorfoseando. Possíveis efeitos de variáveis macroclimáticas (e. g., pluviosidade, pressão atmosférica, umidade do ar, temperaturas médias, máximas e mínimas) sobre a fenologia reprodutiva dos anfíbios serão testados por meio de regressão múltipla. As variáveis macroclimáticas serão obtidas em uma estação meteorológica situada na área de estudo.

Os espécimes coletados serão depositados na Coleção Zoológica do Instituto Butantan, no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e na Coleção CFBH (Unesp, Rio Claro). A maior parte dos animais capturados será medida, pesada e solta no local de captura. As serpentes soltas serão marcadas com *transponders* para a identificação de possíveis recapturas. Os pequenos mamíferos também serão marcados, com brincos numerados no caso dos marsupiais e roedores, e com anilhas numeradas no caso dos morcegos (Wilson et al., 1996), dado que as taxas de recaptura são significativas (e. g., Vieira et al., 2004). Para anfíbios e répteis, entre 5-20 indivíduos de cada espécie serão coletados, mortos com anestésico, fixados em formol a 10% e preservados em álcool a 70%. No caso dos marsupiais, pequenos roedores e morcegos, o mesmo número de indivíduos por espécie será coletado e morto. Cada espécime será então taxidermizado e/ou preservado em via úmida, tendo o crânio e/ou pós-crânio limpos em dermestário para posterior análise da morfologia externa e crânio-dentária. Serão obtidas amostras de tecido e/ou sangue de todos os animais coletados, bem como de pelo menos parte dos animais capturados e soltos, sendo extraído um pequeno fragmento da orelha esquerda dos marsupiais e pequenos roedores, e do uropatágio dos morcegos (Gregorin & Pavan, 2019). Tais amostras serão acondicionadas em frascos tipo eppendorf contendo álcool a 100%.

O grau de suficiência das amostragens por AIQ, ACV, RN, AF e BLT será avaliado por meio de curvas de rarefação de espécies (Gotelli and Colwell, 2001) a serem geradas com o programa EstimateS 9.10.1 (Colwell, 2013) com 1.000 aleatorizações. A riqueza de espécies de cada grupo será estimada por estimadores de riqueza a partir de comparações de curvas de rarefação (Gotelli and Colwell, 2001; Gotelli & Entsminger, 2004) e comparada entre fisionomias por meio de análises de variância e rarefação (Sanders 1968; Krebs 2000). A diversidade beta será quantificada por meio de matrizes de dissimilaridade usando o índice modificado de Jaccard, que leva em conta as abundâncias (Chao et al., 2005).

A estrutura das taxocenoses de anfíbios, lagartos e serpentes também será descrita do ponto de vista funcional, levando em conta a dieta, o uso de substrato e o modo reprodutivo de cada espécie. Os conteúdos estomacais de animais coletados nas AIQs (ver, e. g., Costa et al., 2008) e nas BLTs serão examinados em uma amostra de 5 a 20 indivíduos de cada espécie. A caracterização do uso de substrato será realizada

com base nas observações feitas durante as procuras visuais e na literatura. Informações sobre os modos reprodutivos serão obtidas durante esse estudo e na literatura. Análises de componentes principais e de agrupamento serão utilizadas para explorar quais categorias funcionais (ver Cianciaruso et al., 2009) caracterizam as taxocenoses dos corpos d'água e das fisionomias.

Referências bibliográficas

- Araujo, C. O., e S. M. Almeida-Santos. 2011. Herpetofauna de um remanescente de cerrado no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 11: 47-62.
- Bertoluci, J., e M. T. Rodrigues. 2002. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do sudeste do Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 42: 287-297.
- Böhm, M., B. Collen, J. E. M. Baillie et al. 2013. The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation* 157: 372-385.
- Brooks, T. M., R. A., Mittermeier, C. G. Mittermeier et al. 2002. Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity. *Conservation Biology* 16: 909-923.
- Campbell, H. W., e S. P. Christman. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. Pp. 193-200, *in*: N. J. Scott Jr. (Ed.), *Herpetological Communities: A Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologists' League*. U.S. Fish & Wildlife Service Wildlife Research Report 13.
- Cechin, S. Z., e M. Martins. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 729-740.
- Chao, A., R. L. Chazdon, R. K. Colwell e T. J. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8: 148-159.
- Cianciaruso, M. V., I. A. Silva e M. A. Batalha. 2009. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a ecologia de comunidades. *Biota Neotropica* 9: 0-11.

- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. User's Guide and application.
<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Cordier, J. M., R., Aguilar, J. N. Lescano et al. (2021). A global assessment of amphibian and reptile responses to land-use changes. *Biological Conservation* 253, 108863.
- Corn, P. S. 1994. Straight-line drift fences and pitfall traps. Pp. 109-117, *in* W. R. Heyer, M. A. Donnely, R. W. McDiarmid, L.-A. Hayek & M. Foster (Eds.), *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Costa, G. C., D. O. Mesquita e G. R. Colli. 2008. The effect of pitfall trapping on lizard diets. *Herpetological Journal* 18: 45-48.
- Dorcas, M. E., S. J. Price, S. C. Walls & W. J. Barichivich. 2010. Auditory monitoring of anuran populations. Pp. 281-298 *in*: C. K. Dodd Jr. (Ed.), *Amphibian Ecology and Conservation: a Handbook of Techniques*. Oxford University Press, Oxford.
- Fiorillo B. F., J. H. Maciel e M. Martins. 2021. Composition and natural history of a snake community from the southern Cerrado, southeastern Brazil. *ZooKeys* 1056: 95-147.
- Fiorillo B. F., B. R. Silva, F. A. Menezes, O. A. V. Marques e M. Martins. 2020. Composition and Natural History of Snakes from Etá Farm region, Sete Barras, south-eastern Brazil. *ZooKeys* 931: 115-153.
- Gotelli, N. J., e R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Gotelli, N. J., e G. L. Entsminger. 2004. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Jericho, VT 05465.
<http://garyentsminger.com/ecosim/index.htm>.
- Gregorin, G. e A.C.O Pavan. 2019. Comitê de Coleções Científicas. SBEQ 2019.v2.<<http://www.sbeq.net/colec>>acessado em: 04 de maio de 2020.
- Hartmann, P. A., M. T. Hartmann e M. Martins. 2011. Snake road mortality in a protected area in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology* 6: 35-42.

- Hoekstra, J. M., T. M. Boucher, T. H. Ricketts e C. Roberts. 2004. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8: 23-29.
- ICMBio-MMA (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente). 2018. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. ICMBio/MMA, Brasília.
- IUCN (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on July 9, 2021.
- Jenkins, C. N., S. L., Pimm e L. N. Joppa, (2013). Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: E2602-E2610.
- Johnstone, C. P., Lill, A., & Reina, R. D. (2014). Habitat loss, fragmentation and degradation effects on small mammals: Analysis with conditional inference tree statistical modelling. *Biological Conservation*, 176, 80-98.
- Krebs, C. J. 2000. *Ecological Methodology*. 2a ed. Harper and Row Publishers, New York.
- Lindemayer, D. e M. Burgman. 2005. *Practical Conservation Biology*. CSIRO publishing, Collingwood, Australia.
- Martins, M. e M. E. Oliveira. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6: 78-150.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Morrison, M. L., B. G. Marcot e R. W. Mannan. 2006. *Wildlife-habitat Relationships: Concepts and Applications*. (3a ed.). Washington, DC: Island Press.
- Palmeirim, A. F., M. Santos-Filho e C. A. Peres. 2020. Marked decline in forest-dependent small mammals following habitat loss and fragmentation in an Amazonian deforestation frontier. *PLOS ONE*, 15: e0230209.
- Powers, R. P., e W. Jetz. 2019. Global habitat loss and extinction risk of terrestrial vertebrates under future land-use-change scenarios. *Nature Climate Change* 9: 323-329.
- Primack, R. B. 2010. *Essentials of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Sunderland.

- Roll, U., A. Feldman, M. Novosolov et al. 2017. The global distribution of tetrapods reveals a need for targeted reptile conservation. *Nature Ecology & Evolution* 1: 1677-1682.
- Rovero, F., M. Tobler, J. Sanderson. 2010. Chapter 6 – Camera trapping for inventorying terrestrial vertebrates. In: Eymann J., Degreef J., Häuser C., Monje J.C., Samyn Y., VandenSpiegel D. (Eds.). *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring*. Abc Taxa, Vol. 8 (Part 1). 100-128.
- Sanders, H. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist* 102: 243-282.
- Simmons, N. B., e R. S. Voss. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna, part 1. *Bats. Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 237: 219 pp.
- Vieira, M. V., C. E. V. Grelle e R. Gentile. 2004. Differential trappability of small mammals in three habitats of Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 64: 895-900.
- Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran e M. S. Foster. 1996. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington.

Cronograma físico

| Atividade | 2022 | | 2023 | | 2024 | | 2025 | |
|----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1º s. | 2º s. | 1º s. | 2º s. | 1º s. | 2º s. | 1º s. | 2º s. |
| Amostragens da fauna | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Caracterização da vegetação em SIG | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Levantamentos bibliográficos | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Organização de dados e análises estatísticas | | X | | X | X | X | X | X |
| Redação (relatórios e trabalhos) | | X | | X | X | X | X | X |

Origem dos recursos: Os estudos aqui descritos serão desenvolvidos com recursos da FAPESP, por meio de dois Projetos Temáticos do Programa Biota-FAPESP: "*Campos naturais do Estado de São Paulo: diagnóstico, manejo e conservação*" (processo no. 2020/01378-0), coordenado por Giselda Durigan (Instituto de Pesquisas Ambientais do Estado de São Paulo), e "*Desafios para a conservação de anfíbios e répteis escamados, com ênfase na fauna brasileira: de informações básicas às ações de conservação*" (processo no. 2020/12658-4), coordenado por Marcio R. C. Martins (Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo).