

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**ZOOLOGIA**

**CAMILA FERNANDA MOSER**

**ECOLOGIA TRÓFICA E ACÚSTICA DE HILÍDEOS SIMPÁTRICOS DA FLORESTA  
COM ARAUCÁRIAS, PARANÁ, BRASIL**

**CURITIBA**

**2018**

Camila Fernanda Moser

ECOLOGIA TRÓFICA E ACÚSTICA DE HILÍDEOS SIMPÁTRICOS DA FLORESTA  
COM ARAUCÁRIAS, PARANÁ, BRASIL

Projeto de Mestrado apresentado como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Zoologia, pelo Programa de  
Pós-Graduação da Universidade Federal  
do Paraná - UFPR

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Lingnau

Curitiba  
2018

## INTRODUÇÃO

O Brasil abriga a maior riqueza de anfíbios do mundo, sendo atualmente conhecidas 1080 espécies para o território nacional (SEGALLA et al., 2016). Essa diversidade vem sendo intensamente ameaçada principalmente devido a perda e fragmentação de seus habitats naturais (BECKER et al., 2007; HAYES et al., 2010), que são convertidos em áreas urbanas, de criação de gado e plantações. O bioma Mata Atlântica, por exemplo, já perdeu mais de 93% de sua área original, restando cerca de somente 100.000km<sup>2</sup> (MYERS et al., 2000; TABARELLI et al., 2005). Este cenário é preocupante, uma vez que a Mata Atlântica é um hotspot de biodiversidade (MYERS et al., 2000). Em relação aos anfíbios, por exemplo, este bioma abriga uma riqueza de 543 espécies (HADDAD et al., 2013), representando cerca de 50% das espécies brasileiras. Além disso, os anfíbios apresentam um alto grau de endemismo na Mata Atlântica (cerca de 80%), sendo que a maioria das espécies de anfíbios ameaçados de extinção do Brasil ocorrem neste bioma (SILVANO; SEGALLA, 2005; HADDAD et al., 2013).

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta com Araucárias, é uma das formações florestais da Mata Atlântica que ocorre no sul do Brasil. Esta formação vegetal foi submetida ao corte seletivo de madeira por décadas e estima-se que seus remanescentes não ultrapassem 2% da cobertura original (MEDEIROS et al., 2005). No estado do Paraná, restam somente 0,8% desta formação vegetal (MORELLATO; HADDAD, 2000). Em relação aos anfíbios da Floresta com Araucárias paranaense, existe um número considerável de estudos (CONTE; MACHADO, 2005; CONTE; ROSSA-FERES, 2006, 2007; CONTE, 2010; CUNHA et al., 2010; LEIVAS; HIERT, 2016). Contudo, ainda há uma grande lacuna de conhecimento sobre a distribuição e história natural de muitas espécies da Mata Atlântica (ROSSA-FERES et al., 2017). Isso é preocupante, uma vez que estudos recentes mostram que até 10% das espécies de anfíbios da Mata Atlântica podem ser extintas em cerca de 50 anos devido ao aquecimento global (VASCONCELOS et al., 2018).

Uma importante dimensão da história natural dos anfíbios anuros é a ecologia trófica (DUELLMAN; TRUEB, 1994, SIH; CHRISTENSEN, 2001). A partir da dieta, podemos obter informações sobre, por exemplo, as estratégias de forrageio utilizadas por esses animais (TOFT, 1980; SOLÉ et al. 2009). Além disso, a descrição da dieta, combinada com dados das presas disponíveis no ambiente estudado pode nos revelar

hábitos especialistas e/ou preferências alimentares (TOFT, 1980, 1981; DUELLMAN; TRUEB, 1994; ANDERSON et al., 1999). Quando essas informações estão disponíveis para espécies simpátricas, em uma mesma janela temporal, é possível fazer inferências sobre como as espécies partilham os recursos, se possuem sobreposição de nicho trófico (PIANKA, 1974). Este conjunto de dados nos auxiliam a compreender o nicho trófico das espécies, podendo também serem úteis como base para o planejamento de estratégias de conservação de anfíbios anuros (ANDERSON et al., 1999).

Outra importante dimensão da história natural dos anfíbios anuros é a ecologia acústica, que engloba a maior parte das informações acerca da comunicação desses animais (DUELLMAN; TRUEB, 1986). As vocalizações, emitidas pelos machos, possuem funções essenciais na biologia reprodutiva dos anuros, como a atração das fêmeas, identificação sexual dos machos pelas fêmeas e territorialidade (SCHWARTZ, 1987; BASTOS; HADDAD, 1996; ROESLI; REYER, 2000; BERNARDE 2012). Diversos fatores, abióticos e bióticos, podem influenciar as vocalizações emitidas pelos anuros, tais como temperatura do ar, tamanho e massa corporal dos indivíduos (ROBERTSON, 1986; GIACOMA et al., 1997; NAVAS; BEVIER, 2001; LINGNAU; BASTOS, 2007)

Apesar da importância dessas informações para entendermos a história natural dos anfíbios anuros, bem como prevermos possíveis impactos à essas espécies com as crescentes e contínuas modificações ambientais (DUELLMAN; TRUEB, 1994, SIH; CHRISTENSEN, 2001) a maioria dessas informações são escassas ou inexistentes para muitas espécies. Os anfíbios anuros da família Hylidae *Aplastodiscus ehrhardti* (Müller, 1924), *Boana semiguttata* (Lutz, 1925) e *Bokermannohyla circumdata* (Cope, 1870) são exemplos de espécies endêmicas da Mata Atlântica com pouca informação disponível acerca de sua história natural (CONTE et al., 2005; GARCIA et al., 2007; NAPOLI et al., 2009). Além disso, *B. semiguttata* é uma espécie ameaçada de extinção, classificada como em perigo em nível nacional (HADDAD et al., 2016), devido à sua estreita extensão de ocorrência, calculada em 1.072,89 km<sup>2</sup>, sendo endêmica da Floresta com Araucárias (HADDAD et al., 2016).

## **OBJETIVO**

Avaliar a ecologia trófica e acústica de três espécies de hilídeos em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.

## **HIPÓTESES**

1. Existe uma variação ontogenética na dieta de cada espécie, ou seja, indivíduos maiores consomem presas maiores.
2. Há uma correlação positiva entre duração do período reprodutivo e porcentagem de machos com alimento em seu estômago.
3. Parâmetros acústicos temporais, tais como a duração do canto, duração das notas, são influenciados pela temperatura do ar.
4. Parâmetros acústicos espectrais, tais como a frequência dominante e fundamental, são influenciados pelo peso e/ou tamanho dos machos vocalizantes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O estudo será realizado na Área de Proteção Ambiental Mananciais da Serra (25°29'S, 48°58'W), município de Piraquara no estado do Paraná. O local está inserido no Parque Estadual Pico do Marumbi, uma unidade de conservação brasileira de proteção integral.

### **Coleta de dados**

As amostragens irão ocorrer entre novembro de 2018 e fevereiro de 2020, de acordo com o método de busca ativa (CRUMP; SCOTT JR, 1994). Os indivíduos serão capturados manualmente e marcados com etiquetas subcutâneas fluorescentes contendo um código alfa numérico individual (Visible Implant Alpha Tags). As etiquetas serão implantadas na região inferior da perna direita dos indivíduos (PITTMAN et al., 2008), que serão soltos no mesmo local das capturas logo após cada amostragem.

## Ecologia trófica

O conteúdo estomacal dos indivíduos será obtido através do método de lavagem estomacal (flushing), conforme descrito por Solé et al. (2005). Os conteúdos estomacais serão armazenados em frascos e preservados em álcool 70%. Este material será triado com a utilização de estereomicroscópio até o menor nível taxonômico possível. Após identificadas e quantificadas, as presas terão o seu volume (V) mensurado com base na área (mm<sup>2</sup>) ocupada por cada item e sua altura ( $V = \text{área} \times \text{altura}$ ). Para isso, cada item será macerado e espalhado uniformemente em uma placa de Petri sob um papel milimetrado, formando uma camada regular de 1 mm (HELLAWELL; ABEL, 1971).

A disponibilidade de presa será coletada através de coleta de serapilheira, puçá e guarda-chuva entomológico. Em cada riacho amostrado, será coletado quatro amostras de serapilheira, cada uma correspondendo a aproximadamente uma quantia de 500g. Essa serapilheira será triada por tempo na mesma noite da coleta. O puçá será utilizado para coleta de invertebrados aquáticos. Faremos duas passadas de puçá em ambas as margens do riacho, removendo o solo e pedras para a captura dos invertebrados. O guarda-chuva entomológico será utilizado para a captura de invertebrados em arbustos e árvores em ambas as margens do riacho.

## Ecologia acústica

As vocalizações serão registradas com o microfone Rode NTG-2 acoplado a um gravador Tascam DR-40. Quando o macho em atividade de vocalização for localizado, o microfone será disposto a cerca de 30 cm de distância para gravar o canto. Para cada indivíduo gravado será registrada a temperatura do ar, logo após o término de gravação, com o uso de termo-higrômetro digital. Além disso, cada indivíduo gravado terá sua massa aferida através de uma balança digital, e seu tamanho medido com paquímetro digital.

## Análise de dados

### Ecologia trófica

A importância de cada presa será avaliada a partir do Índice de Importância Relativa (IIR) através da fórmula:  $IIR = (\%N + \%P) \%FO$ . A porcentagem da abundância de cada categoria de presa é representada por %N, %P é a porcentagem de volume dessas presas e %FO indica o percentual da frequência de ocorrência da presa (PINKAS et al., 1971; KREBS, 1999). Quanto maior o valor de IIR, maior a importância de cada presa na dieta. O índice foi calculado em valores percentuais para facilitar a comparação entre os grupos.

O nível de preferência alimentar da espécie será avaliado pelo cálculo do Índice de Eletividade de Jacobs (D), relacionando a presença de cada categoria de presa encontrada na dieta em relação à sua disponibilidade no ambiente. O índice utiliza a seguinte fórmula:  $D = \frac{R_k - P_k}{(R_k + P_k) - (2 \cdot R_k \cdot P_k)}$ , (JACOBS, 1974), onde “k” representa a categoria alimentar considerada e “R” e “P” representam a proporção dessa categoria na dieta e no ambiente, respectivamente. O valor de D varia de -1 a +1, sendo que valores positivos e superiores a 0,2 ( $D > 0,2$ ) indicam que determinada presa é selecionada pelo anuro (presa preferencial) (HAYWARD et al., 2011).

A dimensão do nicho trófico será calculada por meio do Índice de Amplitude de Nicho Trófico Padronizado de Levins (Bsta) (KREBS, 1999), que possibilita comparações na especialização alimentar entre as espécies. O índice é limitado a uma escala de 0 a 1 de acordo com a seguinte equação:  $Bsta = \frac{B-1}{(n-1)}$ , aqui, n representa o número de recursos (categorias de presa) registrados, e  $B = 1 / \sum p_i^2$ , p representa a proporção de indivíduos de um determinado recurso i (táxon), encontrado na dieta. Valores próximos de 0 são atribuídos a uma dieta especialista, enquanto que os próximos de 1 para uma dieta generalista.

### Ecologia acústica

As gravações serão analisadas com os programas Avisoft Sonograph Light e Cool Edit 96. Para avaliar possíveis relações entre temperatura do ar com duração do canto ou das notas, e de tamanho e peso do macho vocalizante com parâmetros



## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, A. M., HAUKOS, D. A., ANDERSON, J. T. Diet composition of three anurans from the Playa Wetlands of Northwest Texas. **Copeia**, p. 515-520, 1999.
- BASTOS, R.P., HADDAD, C.F.B. Breeding activity of the neotropical treefrog *Hyla elegans* (Anura, Hylidae). *J. Herpetol.* 30(3):355-360, 1996.
- BECKER, C. G., FONSECA, C. R., HADDAD, C. F. B., BATISTA, R. F., PRADO, P. I. Habitat split and the global decline of amphibians. **Science**, v. 318, n. 5857, p. 1775-1777, 2007.
- BERNARDE, Paulo Sérgio. Anfíbios e répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira. Anolis Books, 2012.
- CONTE, C. E.; LINGNAU, R.; KWET, A. Description of the advertisement call of *Hyla ehrhardti* Müller, 1924 and new distribution records (Anura: Hylidae). *Salamandra*, v. 41, n. 3, p. 147-151, 2005.
- CONTE, C. E.; MACHADO, R. A. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil Species richness and spatial and temporal distributions of the anuran (Amphibia, Anura) community in a locality of Tijucas do Sul, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 940-948, 2005.
- CONTE, C. E.; ROSSA-FERES, D. C. Diversidade e ocorrência temporal da anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 162-175, 2006.
- CONTE, C. E.; ROSSA-FERES, D. C. Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um remanescente de Floresta de Araucária no sudeste do Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 4, p. 1025-1037, 2007.
- CONTE, C. E. Diversidade de anfíbios da Floresta com Araucária. Tese de doutorado do programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da UNESP, São José do Rio Preto, Brasil, 2010.

CRUMP, M. L.; SCOTT, N. J. Visual encounter surveys. – pp. 84-92 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.** – Washington, Smithsonian Institution Press, 1994.

CUNHA, A. K.; DE OLIVEIRA, I. S.; HARTMANN, M. T. Anurofauna da Colônia Castelhanos, na Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, Serra do Mar paranaense, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 123-134, 2010.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. Biology of amphibians. JHU press, 1994.

GARCIA, P. C. A.; FAIVOVICH, J. N.; HADDAD, C. F. B. Redescription of *Hypsiboas semiguttatus*, with the description of a new species of the *Hypsiboas pulchellus* group. **Copeia**, v. 2007, n. 4, p. 933-949, 2007.

GIACOMA, C., ZUGOLARO, C., BEANI, L. The advertisement calls of the green toad (*Bufo viridis*): variability and role in mate choice. **Herpetologica** 53(4):454-464, 1997.

HADDAD, C. F. B., SEGALLA, M. V., BATAUS, Y. S. L., UHLIG, V. M., BATISTA, F. R. Q., GARDA, A., HUDSON, A. A., CRUZ, C. A. G., STRÜSMANN, C., BRASILEIRO, C. A., SILVANO, D. L., NOMURA, F., PINTO, H. B. A., AMARAL, I. B., GASPARINI, J. L. R., LIMA, L. P., MARTINS, M. R. C., HOOGMOED, M. S., COLOMBO, P., VALDUJO, P. H., GARCIA, P. C. A., FEIO, R. N., BRANDÃO, R. A., BASTOS, R. P. & CARAMASCHI, U. 2016. Avaliação do Risco de Extinção de *Hypsiboas semiguttatus* (A. Lutz, 1925). Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7506-anfibios-hypsiboas-semiguttatus.html>

HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A.; LOEBMANN, D.; GASPARINI, J. L.; SAZIMA, I. Guia dos Anfíbios da Mata Atlântica: Diversidade e Biologia. [S. l.]: Editora Anolis, 2013. 544 p

HAYES, T. B.; FALSO, P.; GALLIPEAU, S.; STICE, M. The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective. **Journal of Experimental Biology**, v. 213, n. 6, p. 921-933, 2010.

- HAYWARD, M. W.; HAYWARD, G. J.; TAMBLING, C. J.; KERLEY, G. I. H. Do lions *Panthera leo* actively select prey or do prey preferences simply reflect chance responses via evolutionary adaptations to optimal foraging?. **PloS one**, v. 6, n. 9, p. e23607, 2011.
- HELLAWELL, J. M.; ABEL, R. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 3, n. 1, p. 29-37, 1971.
- JACOBS, J. Quantitative measurement of food selection. **Oecologia**, v. 14, n. 4, p. 413-417, 1974.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper & Row, 1999.
- LEIVAS, P. T.; HIERT, C. Anuran richness (Amphibia: Anura) in remnants of Araucaria Forest, Paraná, Brazil. **Herpetology Notes**, v. 9, p. 15-21, 2016.
- LINGNAU, R.; BASTOS, R. P. Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. **Journal of Natural History**, v. 41, n. 17-20, p. 1227-1235, 2007.
- MEDEIROS, J.; SAVI, M.; DE BRITO, B. F. A. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 33-50, 2005.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A., KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000.
- NAPOLI, M. F.; PIMENTA, B. V. S. A new species of the *Bokermannohyla circumdata* group (Anura: Hylidae) from the coastal forests of Bahia, Northeastern Brazil. **Copeia**, v. 2009, n. 4, p. 674-683, 2009.
- NAVAS, C.A., BEVIER, C.R. 2001. Thermal dependency of calling performance in the eurythermic frog *Colostethus subpunctatus*. **Herpetologica** 57(3):384-395.

- PIANKA, E. R. Niche overlap and diffuse competition. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 71, n. 5, p. 2141-2145, 1974.
- PINKAS, L. Food habits study. Food habits of albacore bluefin tuna and bonito in California waters. **Fish. Bull.**, v. 152, p. 1-105, 1971.
- PITTMAN, S. E.; JENDREK, A. L.; PRICE, S. J.; DORCAS, M. E. Habitat selection and site fidelity of Cope's Gray Treefrog (*Hyla chrysoscelis*) at the aquatic-terrestrial ecotone. **Journal of Herpetology**, v. 42, n. 2, p. 378-385, 2008.
- ROBERTSON, J.G.M. 1986. Female choice, male strategies and the role of vocalization in the Australian frog *Uperoleia rugosa*. *Anim. Behav.* 34(3):773-784.
- ROESLI, M., REYER, H.U. 2000. Male vocalization and female choice in the hybridogenetic *Rana lessonae/Rana esculenta* complex. *Anim. Behav.* 60 (6):745-755.
- ROSSA-FERES, D. D. C., GAREY, M. V., CARAMASCHI, U., NAPOLI, M. F., NOMURA, F., BISPO, A. A., ... & CRUZ, C. A. G. Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação. In: Emygdio Leite de Araújo Monteiro Filho; Carlos Eduardo Conte. (Org.). Revisões em Zoologia: Mata Atlântica. 1ed.curitiba: UFPR, 2017, v. 1, p. 237-314.
- SEGALLA, M. V., CARAMASCHI, U., CRUZ, C. A. G., GRANT, T., HADDAD, C. F. B., GARCIA, P. C. A., BERNECK B. V. M., LANGONE J. A. Brazilian Amphibians: List of Species. Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2016
- SCHWARTZ, J.J. 1987. The Function of Call Alternation in Anuran Amphibians: a Test of Three Hypotheses. **Evolution** 41:461-471.
- SIH, A.; CHRISTENSEN, B. Optimal diet theory: when does it work, and when and why does it fail?. **Animal behaviour**, v. 61, n. 2, p. 379-390, 2001.
- SILVANO, DÉBORA L.; SEGALLA, MAGNO V. Conservação de anfíbios no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 79-86, 2005.
- SOLÉ, M., DIAS, I. R., RODRIGUES, E. A., MARCIANO-JR, E., BRANCO, S. M., CAVALCANTE, K. P., RÖDDER, D. Diet of *Leptodactylus ocellatus* (Anura:

Leptodactylidae) from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil. *Herpetology Notes*, v. 2, n. 2009, p. 9-15, 2009.

SOLÉ, M., BECKMANN, O., PELZ, B., KWET, A., ENGELS, W. Stomach-flushing for diet analysis in anurans: an improved protocol evaluated in a case study in Araucaria forests, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 1, p. 23-28, 2005.

TABARELLI, M. PINTO, L. P., SILVA, J. M. C., HIROTA, M. M., BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

TOFT, Catherine A. Feeding ecology of Panamanian litter anurans: patterns in diet and foraging mode. *Journal of Herpetology*, p. 139-144, 1981.

TOFT, Catherine A. Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia*, v. 45, n. 1, p. 131-141, 1980.

VASCONCELOS, T. S., DO NASCIMENTO, B. T., & PRADO, V. H. (2018). Expected impacts of climate change threaten the anuran diversity in the Brazilian hotspots. *Ecology and evolution*, 8(16), 7894-7906.

ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall-Press, 662pp.