

Hilton Masaharu Oyamaguchi

Distribuição espacial e temporal de espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* em áreas naturais e antrópicas na região de Itirapina e Brotas, sudoeste do Brasil.

São Paulo

2006

Hilton Masaharu Oyamaguchi

Distribuição espacial e temporal de espécies
simpátricas de *Leptodactylus* do grupo
fuscus em áreas naturais e antrópicas na
região de Itirapina e Brotas, sudoeste do
Brasil.

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências da
Universidade de São Paulo, para
a obtenção de Título de Mestre
em Ciências, na Área de
Ecologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Márcio
Roberto Costa Martins

São Paulo

2006

Ficha Catalográfica

Oyamaguchi, Hilton Masaharu
Distribuição espacial e temporal
de espécies simpátricas de
Leptodactylus do grupo *fuscus* em
áreas naturais e antrópicas na região
de Itirapina e Brotas, sudoeste do
Brasil. 56 páginas

Dissertação (Mestrado) - Instituto
de Biociências da Universidade de São
Paulo. Departamento de Ecologia.

1. *Leptodactylus* 2. cerrado 3.
ambiente aberto I. Universidade de
São Paulo. Instituto de Biociências.
Departamento de Ecologia.

Comissão Julgadora:

Prof.(a) Dr.(a)

Prof(a). Dr(a).

Prof. Dr. Márcio Roberto Costa Martins
Orientador(a)

Dedico aos meus pais,
Massanori e Maiumi,
pelo apoio,
incentivo e
dedicação incondicionais.

**"A man is born gentle and weak.
At his death he is hard and stiff.
Green plants are tender and filled with sap.
At their death they are withered and dry.
Therefore the stiff and unbending is the disciple of death.
The gentle and yielding is the disciple of life.
Thus an army without flexibility never wins a battle.
A tree that is unbending is easily broken.
The hard and the strong will fall.
The soft and the weak will overcome."**

Lao-Tzu

Agradecimentos

Sou grato ao Márcio Martins pela orientação, confiança e pela oportunidade de realizar o mestrado. Agradeço também pela oportunidade de participar em diferentes projetos que foram muito importantes para minha formação e conhecer diferentes áreas naturais do Brasil.

Agradeço a Cíntia A. Brasileiro por me acompanhar, confiar, incentivar e ajudar desde a iniciação científica e durante todo o processo do mestrado. Agradeço também a ela pela oportunidade de participar em seus projetos e por conhecer lugares que nunca imaginaria trabalhar. Você foi muito importante para a realização desta etapa e para minha formação.

Agradeço também:

Aos meus pais, Massanori e Maiumi, pelo apoio e dedicação durante todos esses anos.

À Leny Nayra Michi pela amizade, companheirismo e ajuda.

À Elaine M. Lucas pelo incentivo e ajuda para iniciar a trilhar esse caminho.

Ao Marcos Gridi-Papp pelas conversas, ajuda e esclarecimentos sobre pesquisa.

Às pessoas que colaboraram no trabalho de campo: Leandro Prezotto da Silva, Leny Nayra Michi, Marcos Gridi-Papp, Maria Tereza Thomé, Roberta Thomaz Bruscajin e Tessa Roorda.

Às pessoas que em algum momento me ajudaram em traduções para o inglês: Leny Nayra Michi, Kelly Zamudio, Cristiano Crinog, Adriano Jerozolimski (Pingo), Eduardo Foresto e Célia Boyadjian.

Ao Instituto Florestal, especialmente à Denise Zanchetta que nos possibilitou trabalhar na Estação Ecológica de Itirapina.

Aos funcionários do Instituto Florestal, especialmente ao Gilson que foi fundamental no apoio para a execução de trabalho de campo e à dona Isabel que cuidou do alojamento para nos hospedar.

Aos proprietários pela permissão e apoio para trabalhar em seus terrenos, especialmente ao Jorge Botelho, Benedito e Cida.

Às pessoas que ajudaram na revisão da dissertação: Cínthia Brasileiro, Cynthia Prado, Elaine Maria Lucas, Norberto Hulle, Alexandro Tozetti e Célia Boyadjian.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. José Carlos Motta Junior, Prof(a). Dr.(a) Isabel Alves dos Santos e Prof. Dr. Hussam El Dine Zaher, pela revisão e pelas sugestões para melhoria do segundo capítulo.

Ao Prof. Dr. José Carlos Motta Junior pelo auxílio na execução dos cálculos de amplitude de nicho espacial.

À Prof.(a) Dr. (a) Denise Rossa-Feres que auxiliou na identificação de girinos.

Ao Prof. Dr. Célio Haddad pelo apoio logístico para depositar os bichos em sua coleção.

Ao André Lima, Milton Cezar Ribeiro e Marco Granzinolli pelo trabalho e ajuda na execução da classificação da imagem de satélite da região de Itirapina e Brotas.

Ao Prof. Dr. Marcelo Pompeo, Viviane e Sheila que me auxiliaram nas medições de variáveis de água nos locais onde trabalhei. Apesar desta parte não estar inclusa no presente trabalho foi importante para o meu aprendizado.

Ao Laboratório de Abelhas por ter disponibilizado a impressora, especialmente à Denise que auxiliou na impressão das pranchas coloridas.

Às pessoas do laboratório e associados pelo apoio, incentivo, companhia e conversas: Cínthia, Tozetti, Elaine, Beto, Pingo, Tereza, Marco, Marília, Renato, Kelly, Harry, Márcio, Crinog, Ricardo, Luis, Mariana, Carlos, Priscila e Felipe.

Aos funcionários do Departamento de Ecologia pelo apoio para execução do mestrado.

A todos os amigos que me acompanharam, incentivaram e apoiaram durante esses anos. Aqui não irei citar nomes, pois o risco de esquecer alguém é muito grande e todos são muito importantes para mim.

E finalmente agradeço ao **IBAMA** pela permissão de coleta (nº 029/04) e aos órgãos financiadores que possibilitaram a realização deste mestrado,

principalmente na execução de trabalho de campo. Sou grato: ao **CNPq** pela bolsa de mestrado, à **Idea Wild** pelos equipamentos doados, à **FAPESP**, ao **CNPq** e à **Neotropical Grassland Conservancy** pelo financiamento do trabalho de campo.

Capítulo 1

Introdução geral

Introdução geral

A partir do final da década de 80, registros de declínio de populações de anfíbios em diversas regiões no mundo vem aumentando (Alford & Richards, 1999; Blaustein *et al.*, 1994; Collins & Storfer, 2003; Houlahan *et al.*, 2000; Houlahan *et al.*, 2001; Wake, 1998). Este declínio tem ocorrido ao longo de diversas décadas, no entanto somente no final da década de 80, tornou-se uma preocupação mundial (Wake, 1998). Há diversas causas possíveis que levam a este evento, como aumento da radiação ultravioleta (Blaustein *et al.*, 1994); introdução de espécies exóticas (Kats & Ferrer, 2003), alterações climáticas (Carey & Alexander, 2003; Parra-Olea *et al.*, 2005), patógenos (Daszak *et al.*, 2003), flutuações naturais (Green, 2003) e a destruição de habitats naturais pelo homem (Collins & Storfer, 2003; Guerry & Hunter-Jr, 2002).

A perda e a degradação dos habitats terrestres e aquáticos são as causas mais evidentes e mais comuns desses declínios (Guerry & Hunter-Jr., 2002). Provavelmente, esta é a principal ameaça para a conservação de anfíbios no Brasil, detentor da maior diversidade de anfíbios do planeta (quase 800 espécies; SBH, 2005). O desmatamento, o avanço da fronteira agrícola, a mineração, o fogo e os projetos de desenvolvimento, como barragens, estradas, indústrias e empreendimentos imobiliários, são as principais causas de modificações ambientais (Silvano & Segalla, 2005).

O Cerrado é o maior, mais rico e, possivelmente, o mais ameaçado ambiente de savana tropical do mundo (Silva & Bates, 2002). Imensas áreas desse bioma estão sendo transformadas em plantações e pastagens, entre outros tipos de atividades antrópicas (Klink & Machado, 2005). A grande preocupação é que existem poucas unidades de conservação protegendo esse bioma (Silva & Bates, 2002). No Estado de São Paulo, o Cerrado foi degradado ao longo do tempo devido à expansão agropecuária (Klink & Moreira, 2002), havendo poucos e pequenos remanescentes preservados, como a Estação Ecológica de Itirapina (EEI). A EEI representa um dos últimos remanescentes preservados de campos e campos cerrados do Estado.

Assim como ocorrem em outros biomas brasileiros, estudos sobre a anurofauna de Cerrado são escassos (Colli *et al.*, 2002) e mesmo na região sudeste ela ainda é pouco conhecida (Brasileiro *et al.*, 2005).

Espécies de anuros que habitam formações vegetais mais abertas, como fisionomias mais abertas de cerrado (campo limpo, campo sujo e campo cerrado), quase sempre são mais generalistas e apresentam modos mais generalizados de reprodução ou modos adaptados a alta insolação (Haddad & Prado, 2005). Em geral, estas espécies mais generalistas se beneficiam da atividade antrópica, ampliando sua distribuição original, pois conseguem colonizar áreas antes cobertas por matas (Haddad, 1998).

Apesar dessas espécies de formações mais abertas de Cerrado serem, em geral, mais generalistas, pouco se sabe sobre o efeito da destruição de habitats sobre elas. Espécies de anuros de áreas abertas também podem estar susceptíveis à degradação de habitats naturais como foi observado por Eterovick *et al.* (2005) na Serra do Cipó, onde duas espécies parecem ter desaparecido em uma área onde houve fragmentação de habitat.

Diferentes espécies podem ser afetadas de maneira distinta pelas mudanças na paisagem decorrentes da atividade humana (Rubbo & Kiezecker, 2005; Swihart *et al.*, 2003). Provavelmente, na EEI, onde a maioria das espécies de anfíbios é generalista e típica de ambientes abertos (Brasileiro *et al.*, 2005), deve haver diferenças na tolerância à degradação de habitats naturais.

Na EEI, ocorrem quatro espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* (*Leptodactylus fuscus*, *L. mystacinus*, *L. furnarius* e *L. jolyi*; figura 1), que ocorrem em ambientes abertos de cerrado (Brasileiro *et al.*, 2005) e tem como hábito construir tocas subterrâneas onde depositam seus ovos em ninhos de espuma (Heyer, 1978), protegendo-os contra à alta insolação (Haddad & Prado, 2005). Essa característica pode permitir a reprodução no início da estação chuvosa, quando a disponibilidade de água é limitada e mais imprevisível (Brasileiro *et al.*, 2005).

Provavelmente, a ocorrência dessas quatro espécies do grupo *fuscus*, apesar de serem comuns em ambientes abertos, deve ser afetada pelas diferentes interferências antrópicas na região do entorno da reserva, as quais estão sujeitas

as condições distintas das áreas naturais de cerrado presentes na Estação Ecológica de Itirapina (EEI).

O primeiro capítulo do presente estudo tem como objetivo descrever a distribuição espacial de espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* na região de Itirapina e Brotas, em áreas alteradas e naturais de Cerrado, e verificar se a capacidade de colonização dessas espécies em áreas alteradas é similar entre elas, pelo fato de serem filogeneticamente próximas.

O segundo capítulo tem como objetivo comparar a atividade de vocalização de espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* em ambiente urbano e em área natural (EEI), para verificar possíveis diferenças entre estas duas áreas.

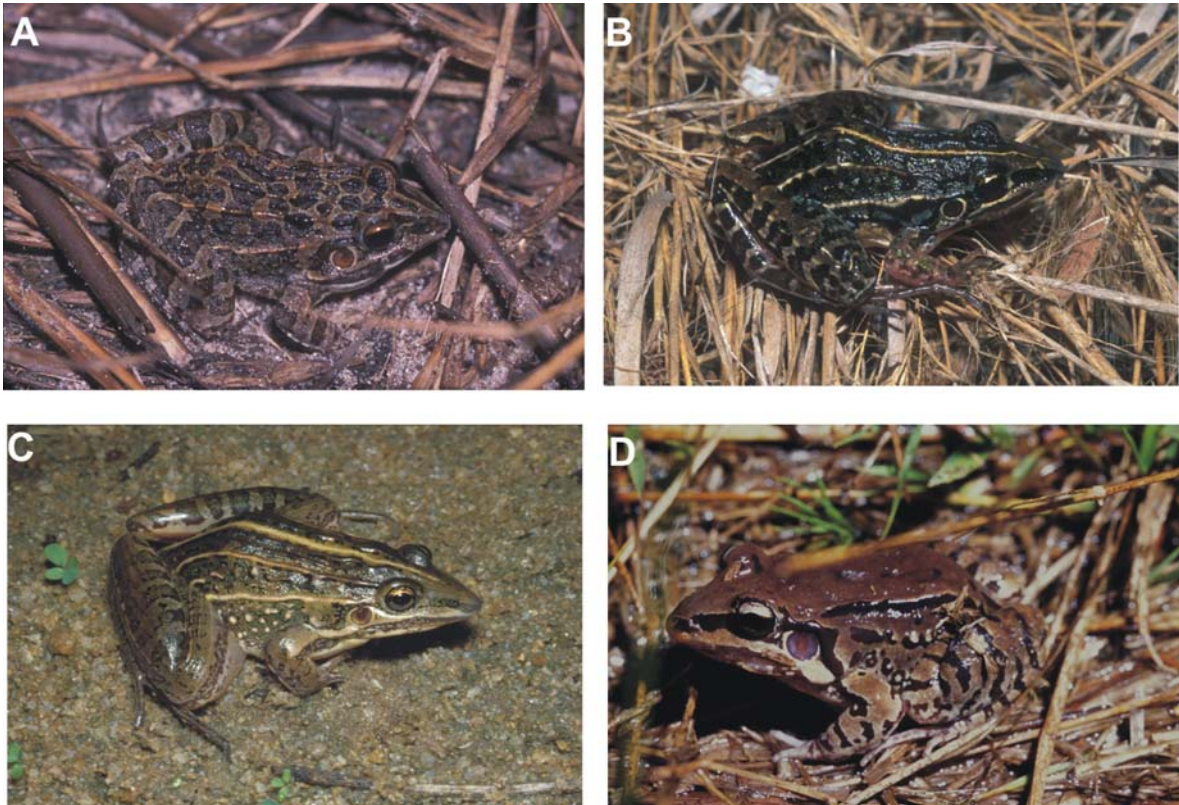


Figura 1 – Espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* observados na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo, Brasil. A – *Leptodactylus fuscus*. B – *Leptodactylus furnarius*. C – *Leptodactylus jolyi*. D – *Leptodactylus mystacinus*.

Referências Bibliográficas

- Alford, R. A., & S. J. Richards. 1999. Global Amphibian Declines: A Problem in Applied Ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1999:133-165.
- Blaustein, A. R., D. B. Wake, & W. P. Sousa. 1994. Amphibian Declines: Judging Stability, Persistence, and Susceptibility of Populations to Local and Global Extinctions. *Conservation Biology*. 8:60-71.
- Brasileiro, C. A., R. J. Sawaya, M. C. Kiefer, & M. Martins. 2005. Amphibians of an open cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*. 5.
- Carey, C., & M. A. Alexander. 2003. Climate change and amphibian declines: is there a link? *Diversity and Distributions*. 9:111-121.
- Colli, G. R., R. P. Bastos, & A. F. B. Araujo. 2002. The Character and Dynamics of the Cerrado Herpetofauna. Páginas 223-241 *In: The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. P. S. Oliveira & R. J. Marquis (Eds.). New York, NY: Columbia University Press.
- Collins, J. P., & A. Storfer. 2003. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions*. 9:89-98.
- Daszak, P., A. A. Cunningham, & A. D. Hyatt. 2003. Infectious disease and amphibian population declines. *Diversity and Distributions*. 9:141-150.
- Green, D. M. 2003. The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biological Conservation*. 111:331-343.
- Guerry, A. D., & M. L. Hunter-Jr. 2002. Amphibian Distributions in a Landscape of Forests and Agriculture: an Examination of Landscape Composition and Configuration. *Conservation Biology*. 16:745-754.
- Haddad, C. F. B. 1998. Biodiversidade de anfíbios no Estado de São Paulo, Páginas 16-26. *In: Síntese do conhecimento ao final do século XX*. Vol. 6: Vertebrados. R. M. C. Castro (ed.). Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Haddad, C. F. B., & C. P. A. Prado. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*. 55:207-217.

- Heyer, W. R. 1978. Systematics of the Fuscus group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). Natural History Museum of Los Angeles County. *Science Bulletin*.
- Houlahan, J. E., C. S. Findlay, A. H. Meyer, S. L. Kuzmin, & B. R. Schmidt. 2001. Global amphibian population declines. *Nature*. 412:499-500.
- Houlahan, J. E., C. S. Findlay, B. R. Schmidt, A. H. Meyer, & S. L. Kuzmink. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*. 404:752-755.
- Kats, L. B., & R. P. Ferrer. 2003. Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. *Diversity and Distributions*. 9:99-110.
- Klink, C. A., & R. B. Machado. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*. 1:147-153.
- Klink, C. A., & A. G. Moreira. 2002. Past and current human occupation and land use., p. 69–88. *In: The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna*. P. S. Oliveira & R. J. Marquis (eds.). Columbia University Press, New York.
- Parra-Olea, G., E. Martínez-Meyer, & G. P.-P. d. León. 2005. Forecasting Climate Change Effects on Salamander Distribution in the Highlands of Central Mexico. *Biotropica*. 37:202-208.
- Rubbo, M. J., & J. M. Kiezecker. 2005. Amphibian Breeding Distribution in an Urbanized Landscape. *Conservation Biology*. 19:504-511.
- SBH. 2005. *Lista de espécies de répteis do Brasil*. Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH). <http://www2.sbherpetologia.org.br/checklist/repteis.htm>. Acessado dia 10 de dezembro de 2005
- Silva, J. M. C., & J. M. Bates. 2002. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *BioScience*. 52:225 - 233.
- Silvano, D. e. L., & M. V. Segalla. 2005. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade*. 1:79-86.

- Swihart, R. K., T. M. Gehring, M. B. Kolozsvary, & T. E. Nupp. 2003. Responses of 'resistant' vertebrates to habitat loss and fragmentation: the importance of niche breadth and range boundaries. *Diversity and Distributions*. 9:1-18.
- Wake, D. B. 1998. Action on Amphibians. *Trends in Ecology and Evolution*. 13:379-380.

**Distribuição espacial de espécies simpátricas de
Leptodactylus do grupo *fuscus* (Anura : Leptodactylidae)
em áreas naturais e alteradas de cerrado na região de
Itirapina e Brotas, sudeste do Brasil**

Distribuição espacial de espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* (Anura : Leptodactylidae) em áreas naturais e alteradas de cerrado na região de Itirapina e Brotas, sudeste do Brasil.

Hilton M. Oyamaguchi¹, Cíntia A. Brasileiro^{1,2}, Marcio Martins¹

1 – Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil. 2 – Museu de História Natural, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 13083-970, Campinas, SP, Brazil.

Resumo

A degradação de habitats tem resultado no declínio de populações de anfíbios ao longo das últimas décadas. No Brasil, o declínio de populações é pouco compreendido e os estudos abordando esse problema ainda são escassos. Espécies de anuros de ambientes abertos, como as fisionomias menos densas de cerrado, como campo limpo e campo sujo, tendem a ser mais generalistas, porém devem também ser afetadas por interferências antrópicas em seu habitat, que criam condições distintas daquelas de áreas naturais. O presente estudo teve como objetivos: descrever a distribuição espacial de quatro espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* em área natural e em áreas alteradas de cerrado na região sudeste do Estado de São Paulo; comparar os resultados em áreas naturais e modificadas na região de Itirapina e Brotas e determinar a amplitude de nicho espacial para cada espécie de *Leptodactylus* do grupo *fuscus*. As espécies do grupo *fuscus* são *L. fuscus*, *L. mystacinus*, *L. furnarius* e *L. jolyi*. *Leptodactylus fuscus* e *L. mystacinus* ocorreram em um maior número de ambientes antropizados, enquanto *L. furnarius* foi observado em três áreas antropizadas. *Leptodactylus jolyi* foi observado apenas em ambiente de cerrado aberto, podendo ser considerada a mais especialista em habitat do grupo na região. A amplitude de nicho espacial foi maior em *L. fuscus* seguida por *L. mystacinus* e por último *L. furnarius*. Não foi possível determinar a amplitude de *L. jolyi* pelo fato de ser encontrada utilizando apenas um tipo de habitat. Portanto, a capacidade de colonização de ambientes alterados pelas diferentes espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* na região de estudo é distinta e,

provavelmente, deve estar associada à amplitude de nicho que reflete nas tolerâncias ecológicas de cada espécie à perturbação do habitat.

Palavras chave: anfíbio, cerrado, *Leptodactylus*, ambiente aberto

Abstract

Habitat alteration has resulted in the decline of amphibian populations over the last few decades. In Brazil, amphibian population declines have been poorly documented and studies addressing possible causes are rare. Anuran species inhabiting open landscapes, such as the campo limpo (grassland) and campo sujo (shrubby grassland) physiognomies of the Brazilian cerrado, are usually habitat generalists. However, they may also be affected by anthropogenic modification of their habitat, which creates conditions distinct from those of natural areas. The goal of this study was to describe the spatial distribution of sympatric species of the *Leptodactylus fuscus* group, compare the results from natural and modified areas of cerrado in the region of Itirapina and Brotas municipalities, São Paulo State, Brazil and to determine the spatial niche breadth to each species of *L. fuscus* group. The species found in the study region were *Leptodactylus fuscus*, *Leptodactylus mystacinus*, *L. furnarius* and *L. jolyi*. *Leptodactylus fuscus* and *L. mystacinus* occurred at the largest number of modified sites. *Leptodactylus furnarius* was found at only three modified sites, while *L. jolyi* occurred only at natural open habitat of cerrado, so it could be considered the most specialist habitat of this group in this region. The spatial niche breadth was greater in *L. fuscus* followed by *L. mystacinus* and finally *L. furnarius*. The niche breadth of *L. jolyi* couldn't be determined due to the fact that species was found utilizing only one type of habitat. Therefore, the four sympatric species of the *Leptodactylus fuscus* group in this region differ in their capacity to colonize altered habitats, presumably due to niche breath of each species that could reflect on species specific ecological tolerances.

Key words: amphibian, cerrado, generalist species and open habitat.

1. Introdução

A degradação de habitats tem resultado no declínio de populações de anfíbios ao longo das últimas décadas (Houlahan *et al.*, 2000; Guerry & Hunter-Jr., 2002). Mesmo com a constatação de declínios dramáticos de espécies de anfíbios em todo o mundo (Houlahan *et al.*, 2000; Stuart *et al.*, 2004), incluindo o Brasil, que detem uma das maiores diversidades de anfíbios anuros do planeta (quase 800 espécies; SBH, 2005), o declínio de populações é pouco compreendido e os estudos ainda são muito escassos (Silvano & Segalla, 2005; Eterovick *et al.*, 2005).

Aparentemente, o desmatamento, o avanço da fronteira agrícola, a mineração, o fogo e os projetos de desenvolvimento, como barragens, estradas, indústrias e empreendimentos imobiliários, são as principais causas de modificações ambientais (Silvano & Segalla, 2005). Atualmente, o cerrado é um dos biomas brasileiros que sofre intensa pressão de ocupação antrópica, devido ao avanço das plantações de soja e arroz. A grande preocupação é que existem poucas unidades de conservação protegendo esse bioma (Silva & Bates, 2002).

Espécies de anuros que habitam formações vegetais mais abertas, como o cerrado, em geral são mais generalistas, e apresentam modos mais generalizados de reprodução ou modos adaptados a altos níveis de insolação (Haddad & Prado, 2005). Apesar dessas espécies serem quase sempre mais generalistas, pouco se sabe sobre o efeito da destruição de habitats sobre elas. Há apenas um estudo de declínio local realizado em ambiente aberto no Brasil, onde pelo menos duas espécies parecem ter desaparecido devido à fragmentação de habitats (Eterovick *et al.*, 2005). Mas algumas espécies generalistas também conseguem ampliar sua distribuição colonizando habitats alterados (Haddad & Prado, 2005).

As diferentes espécies de anfíbios apresentam grande variação em relação ao risco de extinção local, à capacidade de dispersão, à habilidade de colonização e à sensibilidade à fragmentação de habitats (Marsh, 2001). A amplitude de nicho parece ser o fator determinante na tolerância das espécies à perda do habitat e à fragmentação (Swihart *et al.* 2003). Levins (1968) associou a amplitude de nicho com a capacidade de colonização, sugerindo que espécies com nichos amplos

são excelentes colonizadoras, o que seria uma adaptação a habitats instáveis. Esta característica também parece estar associada à capacidade de colonizar habitats modificados pelo homem (Heyer & Bellin, 1973).

A Estação Ecológica de Itirapina representa um dos últimos remanescentes de campos e campos cerrados no Estado de São Paulo. A maioria dos anfíbios presentes nessa unidade de conservação é generalista, típica de ambiente aberto, e deve ocorrer em áreas antropizadas no entorno da reserva (Brasileiro *et al.*, 2005), mas nenhum estudo sobre a distribuição espacial de anfíbios nessas áreas alteradas foi realizado nessa região.

Nesta unidade de conservação ocorrem quatro espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus*: *Leptodactylus fuscus* Schneider, 1799, *L. mystacinus* Burmeister, 1861, *L. furnarius* Sazima & Bokermann, 1978 e *L. jolyi* Sazima & Bokermann, 1978. As espécies desse grupo ocorrem em áreas caracterizadas por estação chuvosa marcada e constroem tocas subterrâneas onde depositam seus ovos em ninhos de espuma (Heyer, 1978). Esse hábito parece promover maior resistência dos ovos contra a dessecação (Heyer, 1969). Essa característica pode permitir a reprodução no início da estação chuvosa, quando a disponibilidade de água é limitada e mais imprevisível (Brasileiro *et al.*, 2005), porém a quantidade de predadores de girinos nos corpos d'água temporários é menor (Alford, 1999).

O presente trabalho tem como objetivos: 1 - descrever a distribuição espacial de quatro espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* em áreas alteradas e naturais de cerrado na região de Itirapina e Brotas; 2 - verificar se a capacidade de colonização dessas espécies em áreas alteradas é similar entre elas pelo fato de apresentarem parentesco próximo. 3 - Determinar a amplitude de nicho espacial para cada espécie de *Leptodactylus* do grupo *fuscus*.

Caso as espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* sejam afetadas de maneira similar pelas alterações antrópicas, seria possível fazer extrapolações sobre a tolerância a alterações ambientais baseadas em afinidade filogenética entre espécies. Essa capacidade de extrapolação facilitaria a tomada de medidas visando à conservação de determinadas espécies, pois os conhecimentos obtidos para uma ou poucas espécies poderiam ser utilizados em

programas de conservação dirigidos a espécies afins. Por outro lado, se espécies filogeneticamente afins são afetadas de maneira distinta, tais extrapolações deveriam ser evitadas.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O presente estudo foi realizado na Estação Ecológica de Itirapina (EEI) e em áreas antropizadas adjacentes. Essa unidade de conservação localiza-se nos municípios de Itirapina e Brotas (22° 00' e 22° 15' S e 47° 45' e 48° 00' W), a aproximadamente 230 km da capital do estado de São Paulo, Brasil.

A área total da estação é de aproximadamente 2.430 ha, correspondentes à vegetação natural de cerrado, incluindo diferentes fisionomias preservadas, como campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto*, campo úmido e matas de galeria. No entorno da reserva há áreas de cerrado alteradas utilizadas para pastagens, plantações de pinheiro e de eucalipto, ocupação urbana e mineração (figura 1).

O clima da região é mesotérmico de inverno seco. Entre julho de 2004 a junho de 2005, a precipitação total foi de 1.346 mm, com uma estação mais seca entre abril e setembro (0 a 94 mm mensais) e uma estação úmida entre outubro e março (84 a 433 mm mensais). Durante a estação seca, a temperatura máxima variou de 15°C a 36°C, com média de 24,2°C, e a mínima variou de 7°C a 18°C, com média de 12,4°C. Durante a estação úmida, a temperatura máxima variou de 16°C a 31°C, com média de 23,4°C, e mínima de 10°C a 22°C, com média de 12,6°C (figura 2).

2.2. Coleta de dados

O trabalho de campo foi realizado de outubro de 2004, início das primeiras chuvas da estação chuvosa, até fevereiro de 2005, quando a atividade das espécies estudadas já havia encerrado ou diminuído muito, totalizando 47 noites

de observação. As observações foram realizadas entre 18:00 e 23:30h. Durante esse período, as estradas de terra e asfalto que possibilitavam o acesso aos diferentes tipos de ocupação de solo na região (figura 1) foram percorridas de forma não sistemática à procura de ambientes onde espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* vocalizavam.

Quando a presença de pelo menos uma das espécies era registrada, foram anotados: 1) caracterização da paisagem (e.g. pasto, área urbanizada, eucaliptal, pinheiral, mineração, área de cerrado); 2) corpo d'água lântico ou lótico; 3) coordenadas geográficas; e 4) horário.

Para o estudo da distribuição das espécies na região, foi utilizada imagem de satélite Landsat/TM5, bandas 3, 4 e 5, órbita-ponto 220/75, passagem de 22/02/05, projeção em UTM, datum Córrego Alegre e meridiano central W045°. Para a classificação da cobertura do solo, foi realizada segmentação da imagem, seguida de classificação não-supervisionada e posterior edição matricial no software SPRING (Camara *et al.*, 1996). As classes de cobertura do solo mapeadas foram: área de cerrado aberto, cerrado intermediário, formação florestal, água, pastagem, mineração, urbanização, plantações de laranja, eucalipto e cana (figura 1).

Para verificar quais espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* são mais generalistas na região de Itirapina-Brotas, foi calculada a amplitude de nicho espacial de cada espécie. A amplitude de nicho foi estimada pelo índice de Hurlbert padronizado ($B'a = B' - a_{\min} / 1 - a_{\min}$, onde $B'a$ = índice padronizado de Hurlbert; a_{\min} = A menor proporção observada de todos os recursos)(Krebs, 1999) (Tabela I). A fórmula de amplitude de nicho de Hurlbet é $B'=1/ \sum (p_j^2 / a_j)$, onde B' = amplitude de nicho; p_j = proporção de indivíduos encontrados ou usando recursos j ($\sum p_j = 1.0$); a_j = Proporção total de recursos disponíveis dos recursos j ($\sum a_j = 1.0$). O índice varia de 0 a 1 e quanto maior o valor, maior é a amplitude de nicho. As categorias de habitats foram utilizadas com base na variedade de ocupação do solo classificada pela imagem de satélite em que cada espécie foi encontrada (tabela I e figura 1).

Informações sobre variáveis climáticas foram obtidas no Posto Meteorológico da Fazenda Siriema Ripasa S.A. Celulose & Papel, localizado a aproximadamente 15 km da Estação Ecológica de Itirapina.

3. Resultados

Na região Itirapina-Brotas foram amostrados 36 locais, seis na EEI e os demais no entorno, onde foi observada a presença de pelo menos uma espécie do grupo *fuscus* (figura 1, Tabela I, Anexo 1). No interior da EEI, espécies do grupo *fuscus* foram encontradas em lagoas temporárias (Tuiuiú, Lagoinha, Ponte, Aceiro e Trem) e em um brejo (Brejo da Moojeni) em uma área de nascente, todas em área de cerrado aberto (figura 1, Anexo 1). Exceto pela lagoa do Trem, onde foi feita uma vala para escoamento de água pluvial, os demais locais na EEI representam ambientes naturais e bastante preservados.

Fora da EEI, as espécies do grupo *fuscus* foram encontradas em áreas de pastagens, de mineração de areia, de plantação de eucalipto e pinheiro, em área urbana e em mata de galeria alterada (formação florestal) (Tabela I).

Nos 36 locais amostrados, *L. fuscus* foi a espécie com maior distribuição, presente em 31 (86,1%) locais, seguida de *L. mystacinus*, presente em 21 (58,3%) locais. As espécies *L. jolyi* e *L. furnarius* foram encontradas em apenas cinco (13,9%) e quatro (11,1%) locais, respectivamente (figura 1, tabela I). A amplitude de nicho espacial de *L. fuscus* também foi maior, seguida por *L. mystacinus* e, por último, *L. furnarius* (tabela I). Para *L. jolyi* não foi possível calcular o índice de amplitude de nicho, pois a espécie foi observada somente utilizando um tipo de recurso (área natural de cerrado aberto) (tabela I).

Leptodactylus fuscus e *L. mystacinus* ocorreram em um maior número de ambientes antropizados, (83,8%, n = 26 e 51,6%, n = 16, respectivamente), enquanto *L. furnarius* foi observado em apenas três áreas antropizadas (9,7%) (figura 1). *Leptodactylus jolyi* foi observada somente na EEI, em área de cerrado aberto. Uma dessas áreas está localizada no limite sul da reserva, na lagoa do trem, apresentando interferência antrópica, mas onde ainda há cobertura de

gramíneas nativas e por isso foi classificada como cerrado aberto natural (figura 1).

Na EEI, *L. fuscus*, *L. mystacinus* e *L. jolyi* foram encontradas em sintopia em todas as lagoas temporárias naturais amostradas e também na Lagoa do Trem. Em nenhum local com interferência antrópica, com exceção da área da Lagoa do Trem, as três espécies foram observadas em sintopia. Em área natural, *Leptodactylus furnarius* ocorreu apenas em um brejo (Brejo da Moojeni) associado à mata de galeria em área de nascente, em ambiente distinto das outras três espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus*, mas ocorrendo em área de cerrado aberto.

Freqüentemente, *L. fuscus* e *L. mystacinus* foram encontrados vocalizando em um mesmo local fora da EEI (n = 13), sendo seis locais em área de pastagem, três em área urbanizada, dois em eucaliptal, um em mineração e um em mata de galeria alterada (formação florestal). *Leptodactylus mystacinus* foi encontrado vocalizando apenas em sintopia com *L. fuscus*, exceto em uma área de mata de galeria alterada (formação florestal), onde foram encontrados *L. furnarius* e *L. fuscus* no mesmo local com esta espécie.

Leptodactylus furnarius foi encontrado fora da EEI com *L. fuscus* em três locais: em área urbanizada (n = 1), em área de pastagem (n = 1) e em mata de galeria alterada (n = 1).

Leptodactylus mystacinus e *L. jolyi* foram observados sempre associados a corpos d'água lênticos. A maioria das ocorrências de *L. fuscus* (n = 29) esteve associada a corpos d'água lênticos, porém em dois locais esta espécie foi observada em ambientes lóticos. *Leptodactylus furnarius* foi observado somente associado a corpos d'água lóticos (n = 4), sendo três ocorrências em áreas de nascentes, uma em área natural (EEI), uma em área urbanizada e uma em área de pastagem.

4. Discussão

A maioria das espécies que ocorre na EEI é generalista e típica de ambientes abertos (Brasileiro *et al.*, 2005), estando também presente em áreas

antrópicas ao redor da EEI. As espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* presentes na EEI apresentam modos reprodutivos adaptados à alta insolação (modos 30 e 31 *sensu* Haddad & Prado, 2005). Entretanto, apesar de apresentar modos reprodutivos semelhantes, serem típicas de ambiente aberto e com parentesco próximo, este estudo mostrou que estas espécies apresentam capacidade diferenciada de colonização de áreas antropizadas.

A maior amplitude de nicho espacial de *L. fuscus* e *L. mystacinus* indica que estas são espécies mais generalistas, o que provavelmente possibilita uma maior capacidade de colonização de habitats alterados, conforme sugerido por Heyer e Bellin (1973) e Swihart *et al.* (2003). Sazima (1975) observou que *Leptodactylus fuscus* e *L. mystacinus* são boas colonizadoras de áreas modificadas pelo homem, principalmente a primeira espécie. *Leptodactylus fuscus* foi observado em margens de estradas e fossas de cidades (Lescure, 1972), tanques de piscicultura desativados (Freitas *et al.* 2001; Rossa Ferez *et al.*, 1999), em clareiras, barranco em estrada rural e valetas (Sazima, 1975), na margem de trilho de trem, áreas de pastagem, jardim de condomínio, terreno baldio, mineração de areia, eucaliptal (presente estudo). *Leptodactylus mystacinus* foi observado por Sazima (1975) em áreas de clareiras e, no presente estudo, ocorreu em mineração de areia, plantação de pinheiro e eucalipto, margem de trilho de trem e pastagens.

Leptodactylus furnarius apresentou uma menor amplitude de nicho espacial e uma distribuição mais restrita na região de Itirapina e Brotas em relação às duas espécies anteriores. Na região de Itirapina e Brotas, a espécie foi observada apenas associada a ambientes lóticos, mesmo que degradados, podendo ser considerada mais especialista em habitat que *L. fuscus* e *L. mystacinus*. No entanto, *L. furnarius* foi observada também em ambientes com influência antrópica (Giaretta & Kokubum, 2003; presente estudo). É possível que esta espécie apresente plasticidade em relação ao modo de reprodução, pois seus girinos podem ocorrer tanto em brejos e alagadiços (Sazima & Bokermann, 1978) como em riachos (Eterovick & Sazima, 2004). Provavelmente, *L. furnarius* é tolerante à alteração de hábitat, porém não tem a mesma capacidade de colonização de *L. fuscus* e *L. mystacinus*, permanecendo restrita apenas onde naturalmente estava presente, mesmo quando este habitat encontra-se bastante alterado.

Leptodactylus jolyi só foi registrada em área de cerrado aberto com cobertura natural de gramíneas que inundam durante a estação chuvosa na EEI. Por esse motivo, não foi possível calcular o índice de amplitude de nicho, pois esse índice calcula a amplitude de nicho a partir da variedade de recursos utilizados (habitats) pela espécie, considerando-se a abundância de cada recurso. Essa distribuição restrita à área natural de cerrado aberto indica que *L. jolyi* seja uma espécie pouco tolerante à interferência antrópica na região de Itirapina-Brotas. Entretanto, em outras áreas esta espécie foi observada em valas de drenagem (Sazima & Bokermann, 1978), o que indica que também é capaz de tolerar interferências antrópicas em seu habitat.

As três espécies, que ocorrem em sintopia nas lagoas temporárias naturais na EEI (*L. fuscus*, *L. jolyi* e *L. mystacinus*), não foram observadas co-ocorrendo em um mesmo local nas áreas alteradas ao redor da reserva. Este resultado também demonstra que diferentes espécies podem ser afetadas de maneira distinta pelas mudanças na paisagem decorrentes da atividade humana (Rubbo & Kiezecker, 2005; Swihart *et al.*, 2003; Marsh & Trenham, 2001). Entretanto, esperar-se-ia que espécies filogeneticamente próximas respondessem de forma semelhante por provavelmente terem requerimentos ecológicos semelhantes. Os resultados aqui apresentados mostram que espécies de um mesmo grupo, generalistas em maior ou menor grau, com modos reprodutivos semelhantes e típicas de ambientes abertos, podem apresentar sensibilidade diferente à alteração de seus habitats. Assim, extrapolações sobre a tolerância a alterações ambientais baseadas em afinidade filogenética entre espécies devem ser evitadas. Estudos futuros sobre as bases ecológicas e fisiológicas da variação interespecífica nas respostas à alteração do ambiente podem ser de grande utilidade para a detecção de espécies mais vulneráveis à extinção local.

5. Referências Bibliográficas

- Alford, R. A. 1999. Ecology. Resource Use, Competition and Predation, p. 240-278. In: *Tadpoles The Biology of Anuran Larvae*. Mcdiarmid, R. W. & R. Altig (eds). Chicago e Londres, The University of Chicago Press.
- Brasileiro, C. A., R. J. Sawaya, M. C. Kiefer, & M. Martins. 2005. Amphibians of an open cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 5 (2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00405022005>
- Camara, S., G; R. C.M. Freitas.; & U.M. Garrido. 1996. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics* 20: 395-403.
- Eterovick, P.C., A.C.O.D.Q. Carnaval, D. M. Borges-Nojosa, D. e. L. Silvano, M. V. Segalla, & I. Sazima. 2005. Amphibian Declines in Brazil: An Overview. *Biotropica* 37:166-179.
- Eterovick, P.C., & I. Sazima. 2004. *Anfibios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil*. PUC Minas, Belo Horizonte, p. 87-88.
- Freitas, E. F. L., E. F. Spirandeli-Cruz, & J. Jim, 2001. Comportamento Reprodutivo de *Leptodactylus fuscus* (SCHNEIDER, 1799) (Anura : Leptodactylidae). *Comum. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS*, Ser. Zool 14: 121-132.
- Giaretta, A.A., & M.N. Kokubum. 2003. Reproductive ecology of *Leptodactylus furnarius* Sazima & Bokermann, 1978, a frog that lays eggs in underground chambers (Anura : Leptodactylidae). *Herpetozoa* 16:115-126.
- Guerry, A.D., & M.L. Hunter-JR. 2002. Amphibian Distributions in a Landscape of Forests and Agriculture: an Examination of Landscape Composition and Configuration. *Conservation Biology*, 16:745-754.
- Haddad, C.F.B. 1998. Biodiversidade de anfíbios no Estado de São Paulo, p. 16-26. In: *Síntese do conhecimento ao final do século XX*. Vol. 6: Vertebrados. Castro, R. M. C. (ed.). São Paulo, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
- Haddad, C.F.B., & C.P.A. Prado. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience* 55:207-217.

- Heyer, W.R. 1969. The adaptive ecology of the species groups of the genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Evolution* 23: 421-428.
- . 1978. Systematics of the Fuscus group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). Natural History Museum of Los Angeles County. *Science Bulletin*.
- Heyer, W.R., & M.S. Bellin. 1973. Ecological notes on five sympatric *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae) from Ecuador. *Herpetologica* 29:66-72.
- Houlahan, J.E., C.S. Findlay, B.R. Schmidt, A.H. Meyer, & S.L. Kuzmink. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature* 404:752-755.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Second edition. Benjamin/ Cummings, University of British Columbia. pp. 455-497.
- Levins, R. 1968. Evolution in changing environments, some theoretical explorations. *Monographs in Population Biology* 2:1-120.
- Lescure, J. 1972. Contributions a L'étude dês Amphibens de Guyane Française II. *Leptodactylus fuscus* (SCHNEIDER). Observations Écologiques et Èthologiques. *Ann. Mus. Hist. Nat.* 1: 91-100.
- Marsh, D.M.; & P.C.Trenham 2001. Metapopulation Dynamics and Amphibian Conservation. *Conservation Biology* 15: 40-49.
- Rossa-Feres, D. C.; M. Menin; & T. J. IZZO. 1999. Ocorrência Sazonal e Comportamento Territorial em *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae). *Iheringia, Ser. Zool.* 87: 93-100.
- Rubbo, M.J., & J.M. Kiezecker. 2005. Amphibian Breeding Distribution in an Urbanized Landscape. *Conservation Biology* 19:504-511.
- Sazima, I. 1975. Hábitos Reprodutivos e Fase Larvária de *Leptodactylus mystacinus* e *L. sibilatrix* (Anura, Leptodactylidae). Dissertação de mestrado. Depto de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Sazima, I., & W.C.A. Bokermann. 1978. Cinco novas espécies de *Leptodactylus* do centro e sudeste brasileiro (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Revista Brasileira de Biologia* 38: 899-912.

- SBH. 2005. *Lista de espécies de répteis do Brasil*. Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH). <http://www2.sbherpetologia.org.br/checklist/repteis.htm>. Acessado dia 10 de dezembro de 2005.
- Silva, J.M.C., & J.M. Bates. 2002. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *BioScience* 52: 225 - 233.
- Silvano, D.E.L., & M.V. Segalla. 2005. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade* 1:79-86.
- Stuart, S.N., J.S. Chanson, N. A. Cox, B.E. Young, A.S.L. Rodrigues, D.L. Fischman, & R.W. Waller. 2004. Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide. *Scienceexpress* 101126:1-5.
- Swihart, R.K., T.M. Gehring, M.B. Kolozsvary, & T.E. Nupp. 2003. Responses of 'resistant' vertebrates to habitat loss and fragmentation: the importance of niche breadth and range boundaries. *Diversity and Distributions* 9:1-18.

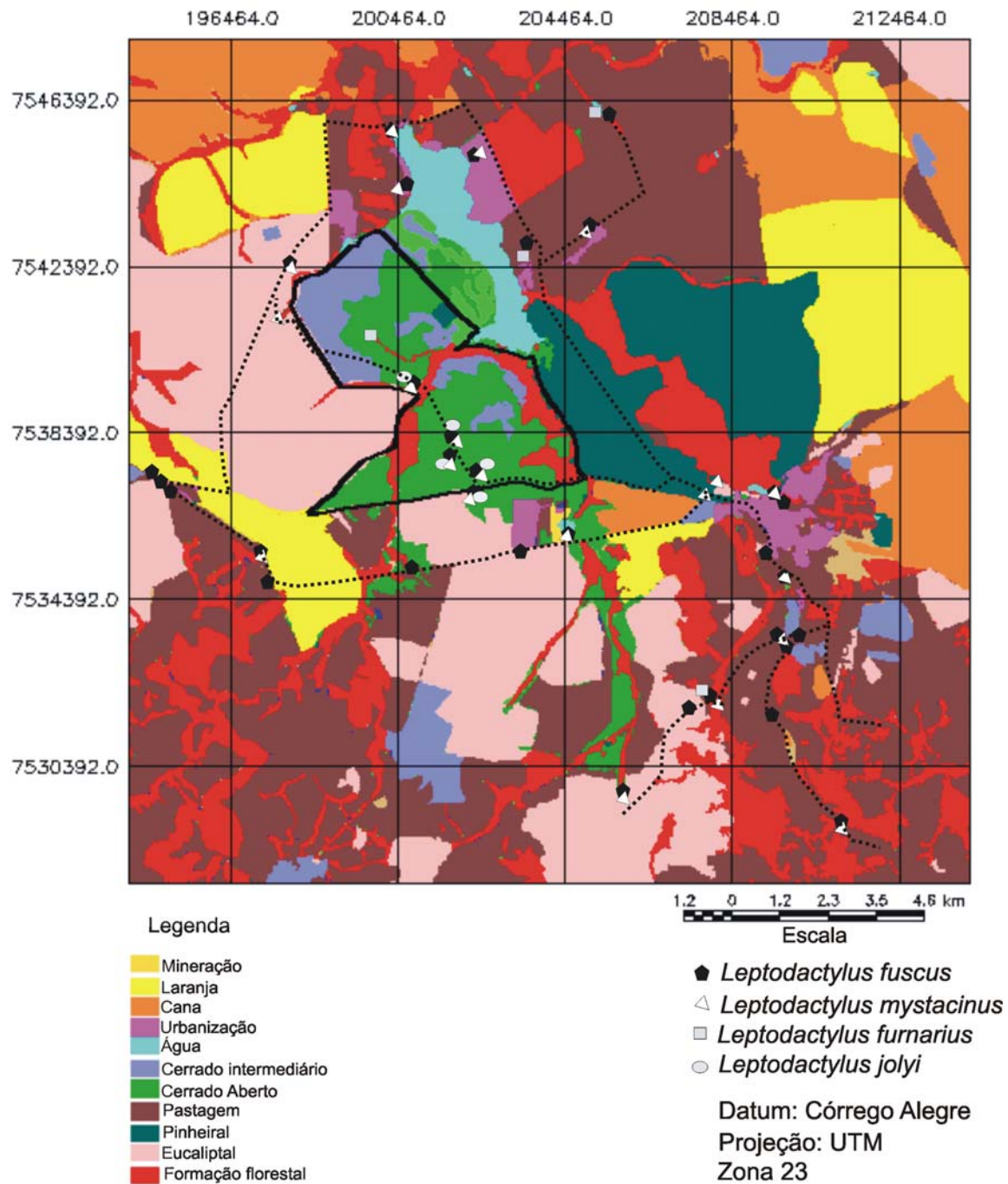


Figura 1- Distribuição de espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* na região de Itirapina e Brotas, São Paulo, nos diferentes tipos de cobertura do solo. Linha preta contínua representa os limites da Estação Ecológica de Itirapina. Linha tracejada representa as rotas percorridas na região.

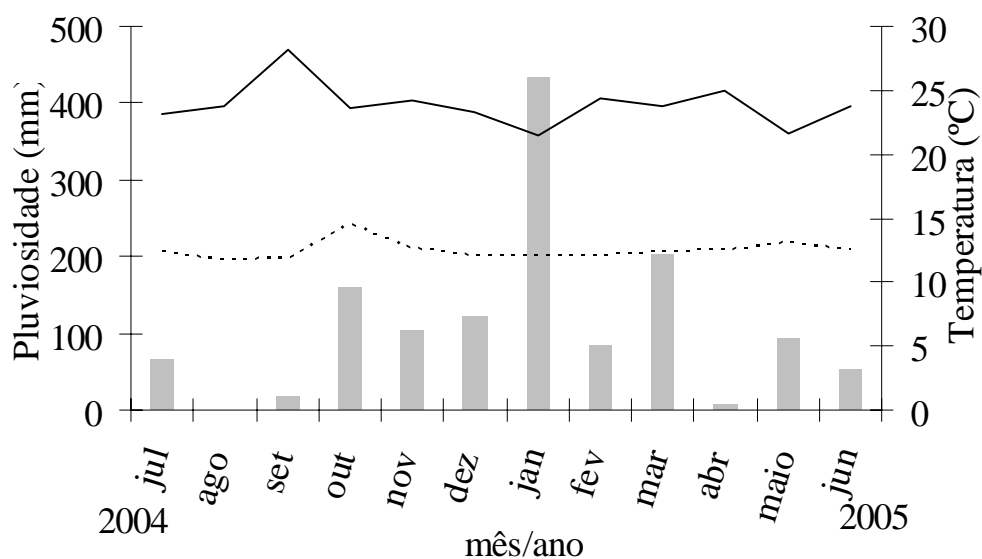


Figura 2 - Variação da pluviosidade (barras) e temperaturas máximas (linha contínua) e mínimas (linha tracejada) entre julho de 2004 e junho de 2005 na região de Itirapina, SP. Fonte dos dados meteorológicos: Fazenda Siriema, Ripasa S. A. Celulose & Papel, Brotas, SP.

Tabela I – Número de ocorrências das espécies do grupo *fuscus* na região de Itirapina e Brotas, São Paulo, em ambientes preservados e alterados de cerrado com índice de amplitude de nicho espacial para cada espécie. EEI – Estação Ecológica de Itirapina.

Espécies	EEI	Pastagem	Urbanização	Eucaliptal	Mineração	Pinheiral	Formação florestal	Índice Hurlbert padronizado
<i>Leptodactylus fuscus</i>	5	15	6	3	1	0	1	0,98
<i>Leptocactylus mystacinus</i>	5	6	4	1	1	2	2	0,86
<i>Leptocactylus furnarius</i>	1	1	1	0	0	0	1	0,54
<i>Leptocactylus jolyi</i>	5	0	0	0	0	0	0	-

Anexo 1 – Localidades onde foi registrada a presença de espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* na região de Itirapina e Brotas, São Paulo. Brasil, com respectivos tipos de ocupação de solo.

Localidades	Ocupação do Solo	Posição x	UTM y	<i>Leptodactylus fuscus</i>	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	<i>Leptodactylus jolyi</i>	<i>Leptodactylus furnarius</i>
1	Pasto da estação de trem	pasto	194981	7536964	x		
2	Nascente Botelho	pasto	205365	7545932	x		x
3	Lagoa Seca	pasto	205832	7529786	x	x	
4	Estrada Lagoa Dourada	pasto	197161	7535528	x	x	
5	Periferia Itirapina	pasto	209249	7535484	x		
6	Linha do trem - 1ª passagem	pasto	209714	7534929	x	x	
7	Linha do trem - 2ª passagem	pasto	209620	7533516	x	x	
8	Linha do trem - Fazenda	pasto	211040	7529075	x	x	
9	Linha do trem - Brotas	pasto	194671	7537244	x		
10	Estrada Morro Uba	pasto	208712	7531340	x		
11	Estação de Trem - Brotas	pasto	194947	7537135	x		
12	Pasto Uba - 2ª passagem	pasto	209751	7533470	x		
13	Estrada Lagoa Dourada 2	pasto	197341	7534790	x		
14	Pedágio Brotas	pasto	200815	7535108	x		
15	Pasto Botelho	pasto	205051	7543330	x	x	
16	Lagoa do Trem	cerrado	202180	7537076	x	x	x
17	Lagoa do Aceiro	cerrado	202290	7537419	x	x	x
18	Lagoa da Ponte	cerrado	200733	7539589	x	x	x
19	Lagoa do Tuiuiu	cerrado	201705	7538309	x	x	x
20	Lagoinha	cerrado	201711	7537825	x	x	x
21	Brejo da Moojeni	cerrado	199742	7540773			x
22	Paraíso das Águas	urbano	209652	7536768	x		
23	Rodoviária	urbano	209420	7536865	x		
24	Iate Clube	urbano	200653	7544341	x	x	
25	Condomínio do pedágio	urbano	202146	7544951	x	x	
26	Benedito	urbano	200328	7545650	x	x	
27	Condomínio Botelho	urbano	203557	7542920	x		x
28	Lagoa da Rodoviária	urbano	209433	7536988		x	
29	Eucaliptal Ripasa- Brotas	eucaliptal	203429	7535511	x		
30	Eucaliptal Ripasa	eucaliptal	197839	7542429	x	x	
31	Eucaliptal Uba	eucaliptal	207389	7531856	x		
32	Cruzamento de Itirapina	pinheiral	207850	7536995		x	
33	Lagoa SP-225	pinheiral	208096	7537323		x	
34	Lagoa da Ripasa	Formação florestal	197592	7541171		x	
35	Brejo Uba	Formação florestal	207939	7532110	x	x	x
36	Mineração Siriema	mineração	204492	7535939	x	x	

Temporada de vocalização de espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* (Anura : Leptodactylidae) em áreas naturais e urbanizadas na região Itirapina e Brotas, sudoeste do Brasil.

Temporada de vocalização de espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* (Anura : Leptodactylidae) em áreas naturais e urbanizadas na região de Itirapina e Brotas, sudoeste do Brasil.

Hilton M. Oyamaguchi¹, Cínthia A. Brasileiro^{1,2}, Marcio Martins¹

1 – Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil. 2 – Museu de História Natural, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 13083-970, Campinas, SP, Brazil.

Resumo:

A ocupação urbana resulta na perda e modificação dos habitats naturais, podendo inclusive alterar a hidrologia de ambientes aquáticos. Essas perturbações do habitat natural podem causar alterações na dinâmica espacial e temporal das populações de anfíbios. Na região de Itirapina e Brotas, Estado de São Paulo, três espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* ocorrem (*Leptodactylus fuscus*, *L. mystacinus* e *L. furnarius*) em áreas naturais e também em áreas urbanizadas. Nestas áreas urbanizadas, a alteração na hidrologia dos corpos d'água pode ter resultado em diferenças na temporada de vocalização dessas espécies em relação às áreas naturais. O objetivo desse estudo foi comparar a temporada de vocalização das três espécies de *Leptodactylus* grupo *fuscus* em áreas urbanizadas e áreas naturais de cerrado (EEI). A atividade de vocalização dessas três espécies foi acompanhada em nove sítios, sendo quatro em área natural (EEI) e cinco em áreas urbanizadas entre outubro e fevereiro de 2006. A temporada de vocalização das três espécies iniciou primeiro na área urbanizada e foi mais prolongada do que na área natural. Provavelmente, em área urbanizada, a disponibilidade mais constante de recursos faz com que estas espécies iniciem primeiro a atividade de vocalização e permaneçam ativas por mais tempo.

Palavras chave: Urbanização, *Leptodactylus*, cerrado

Abstract

The urbanization results on loss and modification of natural habitats, also being able to alter the hydrology of aquatic habitats. These modifications of natural habitats can cause alteration on spatial and temporal dynamic of amphibian populations. Three sympatric species of *Leptodactylus fuscus* group occur in natural and urban areas in Itirapina and Brotas region, State of São Paulo. In urban areas the alteration of hydrology of body waters can result in differences on temporal vocalization activity of these species in relation to natural areas. The goal of this study was to compare the temporal activities of vocalization of sympatric species of *Leptodactylus* group *fuscus* in natural and urban areas in Itirapina and Brotas region. The vocalization activity of these three species started first in urban area and was longer than in natural habitat. Probably, in the urban area the resources could be more constant than in the natural areas, and therefore, these species could start the vocalization activity first and be active for a longer period than in natural areas.

Key words: Urbanization, *Leptodactylus* and cerrado

1. Introdução

Uma das principais causas da perda da biodiversidade mundial é a ocupação de ambientes naturais pelo homem (Sala *et al.*, 2000). A urbanização é uma forma de ocupação amplamente difundida e está crescendo rapidamente (Paul & Meyer, 2001). O desenvolvimento urbano tem como conseqüências principais a perda e fragmentação de habitats, que afetam primariamente a riqueza de espécies de um ecossistema (McKinney, 2002). Os ecossistemas de água doce também sofrem grande impacto (Paul & Meyer, 2001; Poff *et al.*, 1997), visto que o aumento de superfícies impermeabilizadas resulta em aumento do escoamento da chuva pela superfície e em uma menor infiltração de água no solo (Paul & Meyer, 2001; Riley *et al.*, 2005), alterando a hidrologia dos ambientes aquáticos (Riley *et al.*, 2005; Rubbo & Kiezecker, 2004). Como conseqüência, há um grande impacto sobre a composição e distribuição da biota presente nesse ambiente (Poff *et al.*, 1997).

A maioria dos anfíbios é dependente de ambientes aquáticos para a reprodução (Duellman & Trueb, 1986; Haddad & Prado, 2005), sendo sensíveis à alterações nestes locais (Riley *et al.*, 2005). Modificações no hidroperíodo de ambientes aquáticos têm como resultado a alteração na composição da comunidade (Riley *et al.*, 2005; Rubbo & Kiezecker, 2004; Snodgrass *et al.*, 2000) e também alteração na dinâmica espacial e temporal das populações de anfíbios (Gibbs, 1998). Os corpos d'água em áreas mais urbanizadas tendem a ser mais permanentes, o que pode ter um significado importante na distribuição espacial de anfíbios nessas áreas (Rubbo & Kiezecker, 2005).

As diferentes espécies de anfíbios apresentam grande variação em relação ao risco de extinção local, à capacidade de dispersão, à habilidade de colonização, à sensibilidade a perturbações e à fragmentação de habitats (Marsh, 2001). As espécies encontradas em ambientes urbanos são mais resilientes e tolerantes à perturbação ambiental (Rubbo & Kiezecker, 2005). Espécies de anuros associadas a formações vegetais mais abertas, como o cerrado, são geralmente mais generalistas e capazes de ocupar ambientes modificados (Haddad, 1998).

A maioria dos anfíbios presentes na Estação Ecológica de Itirapina é generalista e típica de ambiente aberto (Brasileiro et al., 2005). Na Estação Ecológica de Itirapina ocorrem quatro espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus*: *L. fuscus* Schneider, 1799, *L. mystacinus* Burmeister, 1861, *L. furnarius* Sazima & Bokermann, 1978 e *L. jolyi* Sazima & Bokermann, 1978. As espécies desse grupo constroem tocas subterrâneas onde depositam seus ovos em ninhos de espuma (Heyer, 1978), o que parece promover resistência contra a dessecação dos ovos (Heyer, 1969). Essa característica pode permitir a reprodução no início da estação chuvosa, quando a disponibilidade de água é escassa e mais imprevisível (Brasileiro et al., 2005).

Três espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* (*L. fuscus*, *L. mystacinus* e *L. furnarius*) ocorrem em áreas urbanizadas na região de Itirapina, sendo espécies tolerantes à perturbação ambiental (Oyamaguchi et al., 2006). Em Itirapina, assim como em outras cidades, a construção de represas e impermeabilização do solo para pavimentação de ruas, provavelmente causa diferenças na fenologia dos corpos d'águas entre áreas urbanizadas e áreas naturais de cerrado (EEI), o que deve resultar também em diferenças na temporada de vocalização dessas espécies nessas duas áreas.

O objetivo deste estudo foi comparar a temporada de vocalização dessas espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* em áreas urbanizadas e áreas naturais de cerrado (EEI).

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

O presente estudo foi realizado na Estação Ecológica de Itirapina (EEI) e em áreas urbanas adjacentes (figura 1). Essa unidade de conservação localiza-se nos municípios de Itirapina e Brotas (22° 00' e 22° 15' S e 47° 45' e 48° 00' W), a aproximadamente 230 km da capital do Estado de São Paulo, Brasil.

A área total da EEI é de aproximadamente 2.430 ha, correspondentes à vegetação natural de cerrado, incluindo diferentes fisionomias preservadas, como

campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto*, campo úmido e matas de galeria. No entorno da reserva há áreas de cerrado alteradas como pastagens, plantações de pinheiro e de eucalipto, urbanização e mineração.

A atividade de vocalização das espécies do grupo *fuscus* foi acompanhada em nove sítios, sendo quatro em área natural (EEI) e cinco em áreas urbanizadas (Tabela I). Em área natural, três sítios estudados são lagoas temporárias naturais e uma é permanente em área de nascente que inunda áreas adjacentes durante a estação chuvosa (Brejo da Moojeni). Todos os corpos d'água estudados em área urbanizada localizam-se próximos à represas artificiais (figura 1). Na área urbanizada, apenas uma área estudada apresentava ambiente lótico, sendo o único corpo d'água permanente estudado. Os demais locais urbanos ocorreram em depressões próximas às represas artificiais onde a água da chuva se acumulava. O solo de todos os corpos d'água em área urbanizada e natural é predominantemente arenoso, composto por mais de 78% de areia. A análise de granulometria do solo destes locais foi realizada pelo Departamento de Solos e Nutrição de Plantas na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo.

O clima da região é mesotérmico de inverno seco. Entre julho de 2004 e junho de 2005, a precipitação total foi de 1.346 mm, com uma estação mais seca entre abril e setembro (0 a 94 mm mensais) e uma estação úmida entre outubro e março (84 a 433 mm mensais). Durante a estação seca a temperatura máxima variou de 15°C a 36°C, com média de 24,2°C, e a mínima variou de 7°C a 18°C, com média de 12,4°C. Durante a estação úmida a temperatura máxima variou de 16°C a 31°C, com média de 23,4°C, e mínima de 10°C a 22°C, com média de 12,6°C (figura 2).

2.2. Coleta de dados

O trabalho de campo foi realizado de outubro de 2004, início das primeiras chuvas da estação, até fevereiro de 2005, quando a atividade de vocalização das espécies estudadas já havia encerrado ou diminuído, totalizando 47 noites de observação. As observações foram realizadas entre 18:00 e 23:30h.

Cada local estudado foi visitado entre quatro e 12 vezes ao longo da estação chuvosa (Tabela I), com intervalo de no máximo 15 dias entre cada visita. Em cada local, durante cada visita, foi tomada a temperatura do ar e estimado o número de machos vocalizantes de cada espécie utilizando-se as seguintes categorias: 1) de 1 até 5; 2) de 6 a 10; 3) de 11 a 20 e, 4) acima de 20 indivíduos. A relação entre o número máximo de indivíduos vocalizantes de cada espécie em cada noite de amostragem e a pluviosidade acumulada no período de cinco dias antecedentes à coleta e a temperatura foi analisada com o teste de correlação de Spearman (Zar, 1996).

Para determinar as classes de cobertura de solo de cerrado natural e urbanizado foi utilizada imagem de satélite Landsat/TM5, bandas 3, 4 e 5, órbita-ponto 220/75, passagem de 22/02/05, projeção em UTM, datum Córrego Alegre e meridiano central W045°. Para a classificação da cobertura do solo, foi realizada segmentação da imagem, seguida de classificação não-supervisionada e posterior edição matricial no software SPRING (Camara *et al.*, 1996). As classes de cobertura do solo mapeadas na região foram: área de cerrado aberto, cerrado intermediário, formação florestal, água, pastagem, mineração, urbanização, plantações de laranja, eucalipto e cana.

Informações sobre variáveis climáticas foram obtidas no Posto Meteorológico da Fazenda Siriema Ripasa S.A. Celulose & Papel, localizado a aproximadamente 15 km da Estação Ecológica de Itirapina.

3. Resultados

Nas lagoas temporárias naturais, foram encontrados *Leptodactylus fuscus*, *L. mystacinus* e *L. jolyi* em sintopia, sendo a última encontrada somente na EEI. No Brejo da Moojeni, área natural de cerrado, somente *L. furnarius* foi registrado. Nas cinco áreas urbanizadas, *L. fuscus* foi registrado em todos os sítios, *L. mystacinus* em dois e *L. furnarius* em apenas um sítio, em uma nascente (Tabela I). *Leptodactylus mystacinus* foi observado em sintopia somente com *L. fuscus*. *Leptodactylus furnarius* foi registrado em co-ocorrência com *L. fuscus*.

Nas áreas urbanizadas a atividade de vocalização das três espécies iniciou antes e foi mais prolongada do que em área natural (figura 3).

Não houve correlação significativa entre a temperatura do ar e número de indivíduos vocalizando para as três espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* (*L. fuscus*: $r_s = -0,19$, $p = 0,19$, $n = 49$; *L. mystacinus*: $r_s = 0,10$, $p = 0,68$, $n = 18$; *L. furnarius*: $r_s = 0,14$, $p = 0,67$, $n = 11$). A temperatura média durante as medições foi de $21,7^\circ\text{C} \pm 2,3^\circ\text{C}$. Também não houve correlação significativa entre o número de indivíduos vocalizando e a pluviosidade acumulada nos cinco dias anteriores à amostragem para as espécies estudadas (*L. fuscus*: $r_s = 0,18$, $p = 0,42$, $n = 20$; *L. mystacinus*: $r_s = 0,50$, $p = 0,12$, $n = 11$; *L. furnarius*: $r_s = -0,55$, $p = 0,16$, $n = 8$)

Nas áreas urbanizadas, a atividade de vocalização de *L. fuscus* foi registrada continuamente a partir do final de outubro de 2004, enquanto *L. mystacinus* foi registrado continuamente a partir de meados de novembro. Em meados de outubro, após uma chuva intensa, *L. mystacinus* foi registrado em uma lagoa temporária (Ponte) na EEI e em uma área urbanizada, porém a espécie desapareceu após uma semana sem precipitação. Na EEI, nas lagoas temporárias naturais, as duas espécies foram observadas novamente somente a partir do início de dezembro (figura 3).

Nas áreas urbanizadas, o período de vocalização de *L. fuscus* teve duração aproximada de 14 semanas, sendo mais prolongado do que nas áreas naturais (aproximadamente nove semanas; figura 3). Nas áreas urbanizadas, as vocalizações de *L. mystacinus* foram registradas durante um período maior (aproximado de 11 semanas), do que nas lagoas temporárias (nove semanas), coincidindo com o período de *L. fuscus* (figura 3).

Leptodactylus mystacinus foi observado sempre em menor abundância que *L. fuscus*. Geralmente, no máximo cinco indivíduos de *L. mystacinus* foram registrados, enquanto, freqüentemente, mais de 20 indivíduos *L. fuscus* foram observados durante a estação.

O início da atividade de vocalização variou entre as lagoas temporárias naturais. A lagoa da Ponte foi o primeiro local onde foi registrada a presença de *L. fuscus* e *L. mystacinus* (início de dezembro). Na lagoa do Tuiuiú, *L. fuscus* foi observado aproximadamente uma semana mais tarde. Porém, cinco dias após o

início das atividades de vocalização nesta lagoa, a espécie não foi mais encontrada. Somente no final de dezembro *L. fuscus* voltou a vocalizar juntamente com *L. mystacinus* nesta lagoa. Na Lagoinha, *L. fuscus* e *L. mystacinus* encontravam-se em atividade de vocalização no início de dezembro, na ocasião da primeira visita ao local.

Em janeiro, após as chuvas constantes (433 mm acumulados no mês), as lagoas naturais e sítios antrópicos encheram, evento que coincidiu com o desaparecimento de *L. mystacinus* e com a diminuição brusca de atividade de *L. fuscus* (de 20 para no máximo cinco indivíduos vocalizando).

A atividade de vocalização de *L. furnarius* iniciou pelo menos sete semanas antes em área urbanizada do que em área natural. Na EEI, o início da atividade de vocalização de *L. furnarius* foi registrado no final de dezembro, enquanto que em área urbanizada, a espécie foi observada vocalizando no início de novembro (figura 3). Assim, a atividade de vocalização de *L. furnarius* em área antropizada teve duração aproximada de pelo menos 13 semanas, enquanto que em área natural teve duração aproximada de cinco semanas (figura 3).

Em área natural, a abundância de *L. furnarius* em todas as visitas ao local foi de no máximo de 15 indivíduos vocalizando. Em área urbanizada, *L. furnarius* foi encontrado sempre vocalizando em agregações reprodutivas com mais de 20 indivíduos.

Na EEI e em área urbanizada, *L. furnarius* foi registrado vocalizando até o fim de janeiro. Em fevereiro, a espécie não foi mais registrada.

4. Discussão

Em área urbanizada a atividade de vocalização das espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* iniciou primeiro e foi mais prolongada do que em área natural, pois, provavelmente, as represas artificiais próximas aos sítios estudados influenciam na fenologia dos corpos d'água adjacentes. Em área urbanizada, os corpos d'água tendem a ser mais permanentes (Rubbo & Kiezecker, 2005), como observado na área de estudo, o que cria artificialmente condições ambientais mais constantes, evitando extremos naturais de secas e

cheias (Poff *et al.*, 1997). Provavelmente, nessas áreas há um aumento na umidade de solo que cria condições ambientais favoráveis para as espécies estudadas iniciarem a atividade de vocalização mais cedo e permanecerem ativas por mais tempo, principalmente em períodos irregulares de chuva no começo da estação.

A ausência de correlação entre o número de indivíduos vocalizando das espécies estudadas com a pluviosidade pode ser explicada pela diferença na fenologia entre os corpos d'água estudados. A variação de atividade de vocalização entre as lagoas temporárias no interior da EEI indica que talvez a capacidade de retenção de água de cada sítio estudado possa ser um fator determinante para o início da atividade, permanência e ocorrência de espécies do grupo *fuscus* em área natural. Em área urbanizada, devido à proximidade com represas artificiais, os corpos d'água estudados provavelmente apresentam maior umidade no solo, o que permite as espécies desse grupo permanecerem ativas por mais tempo em períodos irregulares de chuva. Portanto, provavelmente um dos fatores ambientais que determinam a atividade dessas espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* é a capacidade de retenção de umidade no solo de cada sítio.

A ausência de correlação entre o número de indivíduos vocalizando com a temperatura pode ter ocorrido pela pequena variação na temperatura ($21,7^{\circ}\text{C} \pm 2,3$) durante as medições ao longo da estação.

Leptodactylus fuscus e *L. mystacinus* parecem apresentar certa plasticidade em relação às condições climáticas, adiando o início da atividade reprodutiva e aparentemente diminuindo (encurtando ou atrasando) o período reprodutivo em locais menos favoráveis (Lucas, 2004; presente estudo). *Leptodactylus furnarius* também parece apresentar certa plasticidade, pois em Uberlândia foi observado em atividade ao longo do ano inteiro (Giaretta & Kokubum, 2003), enquanto na região de Itirapina e Brotas foi observado somente durante a estação chuvosa (Brasileiro *et al.*, 2005; Lucas, 2004; presente estudo). Além disso, houve variação na temporada de vocalização de *L. furnarius* em área urbanizada e natural de cerrado na região de Itirapina.

Possivelmente, essa plasticidade em relação ao período de atividade de vocalização dessas três espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* seja uma adaptação a ambientes efêmeros e imprevisíveis (Levins, 1968), nos quais há variação intensa no hidroperíodo. Essas espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* são generalistas e típicas de ambientes abertos (Brasileiro *et al.*, 2005), sendo provavelmente beneficiadas na paisagem modificada (Haddad, 1998).

Talvez a maior temporada de vocalização de espécies do grupo *fuscus* em área urbanizada, decorrente do maior hidroperíodo dos corpos d'água, resulte em um maior sucesso reprodutivo nestas espécies tolerantes à perturbação ambiental. Para algumas espécies de anfíbios quanto maior o hidroperíodo dos corpos d'água, maior é o sucesso reprodutivo (Paton & Crouch, 2002; Snodgrass *et al.*, 2000). Porém, o sucesso reprodutivo das espécies deste estudo não foi investigado, e, além disso, outras variáveis, como qualidade da água (e.g. concentração de Oxigênio, pH, condutividade), também podem influenciar na reprodução das espécies.

É importante ressaltar que apesar dessas espécies serem tolerantes a modificações antrópicas, aparentemente existe uma variação na tolerância entre elas (Oyamaguchi *et al.*, 2006). Ou seja, generalizações sobre a tolerância de espécies de ambiente aberto à perturbação ambiental devem ser evitadas.

5. Referências Bibliográficas

- Brasileiro, C. A., R. J. Sawaya, M. C. Kiefer, & M. Martins. 2005. Amphibians of an open cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*.
- Camara, S., G; R. C.M. Freitas, & U.M. Garrido. 1996. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics* 20: (3) 395-403.
- Duellman, W. E., & L. Trueb. 1986. *Biology of Amphibian*. The Johns Hopkins Press, London.
- Giaretta, A. A., & M. N. Kokubum. 2003. Reproductive ecology of *Leptodactylus furnarius* Sazima & Bokermann, 1978, a frog that lays eggs in underground chambers (Anura : Leptodactylidae). *Herpetozoa* 16:115-126.
- Gibbs, J. P. 1998. Distribution of woodland amphibians along a forest fragmentation gradient. *Landscape Ecology* 13:263-268.
- Haddad, C. F. B. 1998. Biodiversidade de anfíbios no Estado de São Paulo, p. 16-26. *In: Síntese do conhecimento ao final do século XX*. Vol. 6: Vertebrados. R. M. C. Castro (ed.). Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Haddad, C. F. B., & C. P. A. Prado. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience* 55:207-217.
- Heyer, W. R. 1969. The adaptive ecology of the species groups of the genus *leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Evolution* 23:421-428.
- . 1978. Systematics of the Fuscus group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). Natural History Museum of Los Angeles County. *Science Bulletin*.
- Levins, R. 1968. Evolution in changing environments, some theoretical explorations. *Monogr. Pop. Biol.* 2:1-120.
- Lucas, E. M. 2004. *Ecologia reprodutiva de três espécies sintópicas de Leptodactylus do grupo fuscus em lagoas temporárias naturais em remanescente de Cerrado no estado de São Paulo*. Dissertação de

- Mestrado. Departamento de Ecologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- McKinney, M. L. 2002. Urbanization, Biodiversity and Conservation. *Conservation Biology* 52:883-890.
- Oyamaguchi, H. M.; C. A. Brasileiro, & M. R. C. Martins. 2006. Distribuição espacial de espécies simpátricas de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* em áreas alteradas e naturais de cerrado na região sudeste de São Paulo, Brasil. (em preparação).
- Paton, P. W. C., & W. B. Crouch. 2002. Using the Phenology of Pond-Breeding Amphibians to Develop Conservation Strategies. *Conservation Biology* 16:194-204.
- Paul, M. J., & J. L. Meyer. 2001. Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32:333-365.
- Poff, N. L., J. D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegard, D. Richter, R. E. Sparks, & J. C. Stromberg. 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *Bioscience* 47:769-784.
- Rubbo, M. J., & J. M. Kiezecker. 2005. Amphibian Breeding Distribution in an Urbanized Landscape. *Conservation Biology* 19: 504-511.
- Sala, O. E., F. S. Chapin, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. L. Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker, & D. H. Wall. 2000. Global Biodiversity Scenarios for the year 2100. *Science* 287:1770 - 1774.
- Snodgrass, J. W., M. J. Komoroski, A. L. Bryan Jr., & J. Burger. 2000. Relationships among isolated wetland size, Hydroperiod, and amphibian species richness: implications for wetlands regulations. *Conservation Biology*. 14:414-419.
- ZAR, J. F. 1996. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall International Inc.

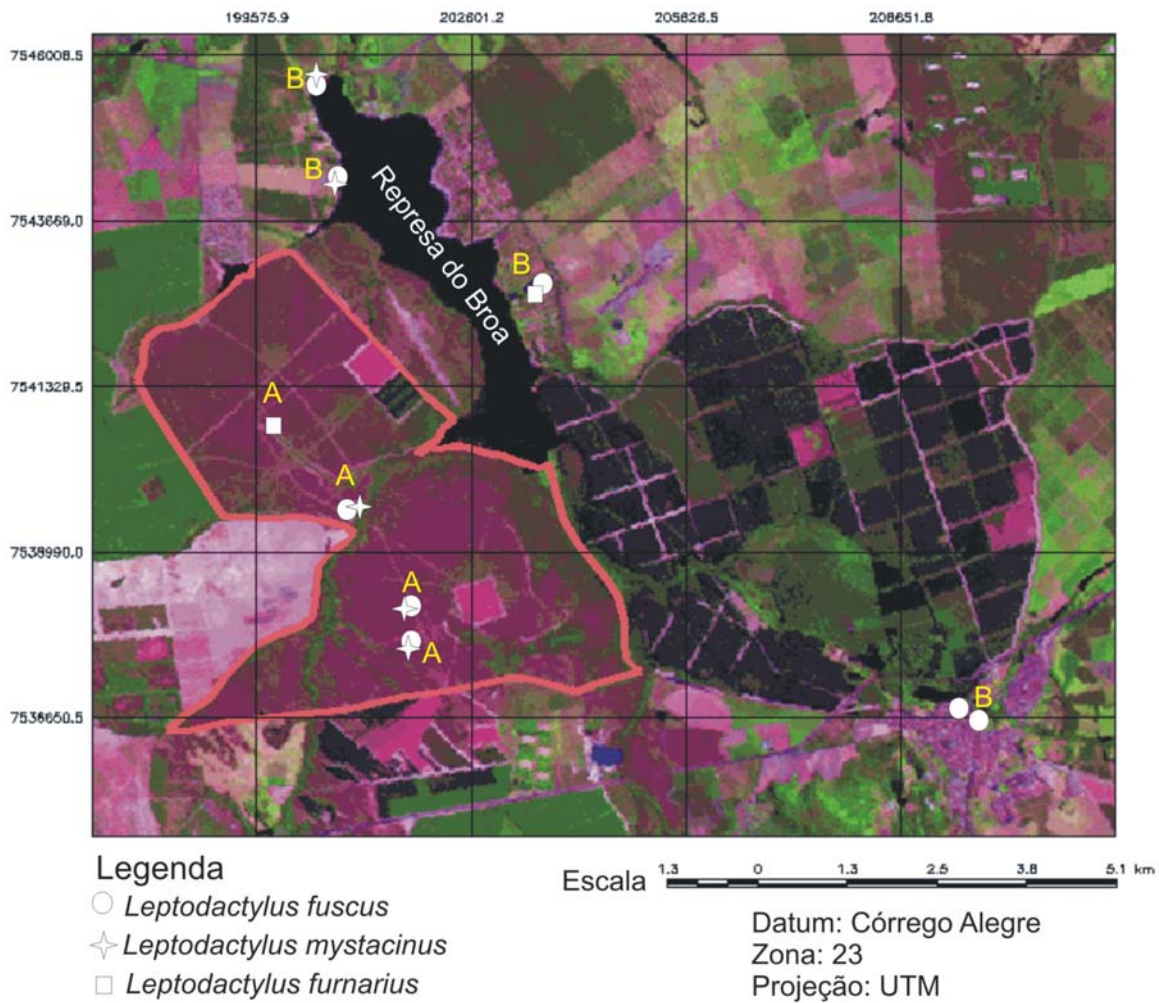


Figura 1 – Locais naturais e antrópicos onde foi acompanhada a temporada de vocalização de espécies de *Leptodactylus* grupo *fuscus* na região de Itirapina-Brotas, São Paulo (A – locais naturais; B - Locais urbanizados). A linha vermelha representa o limite da Estação Ecológica de Itirapina.

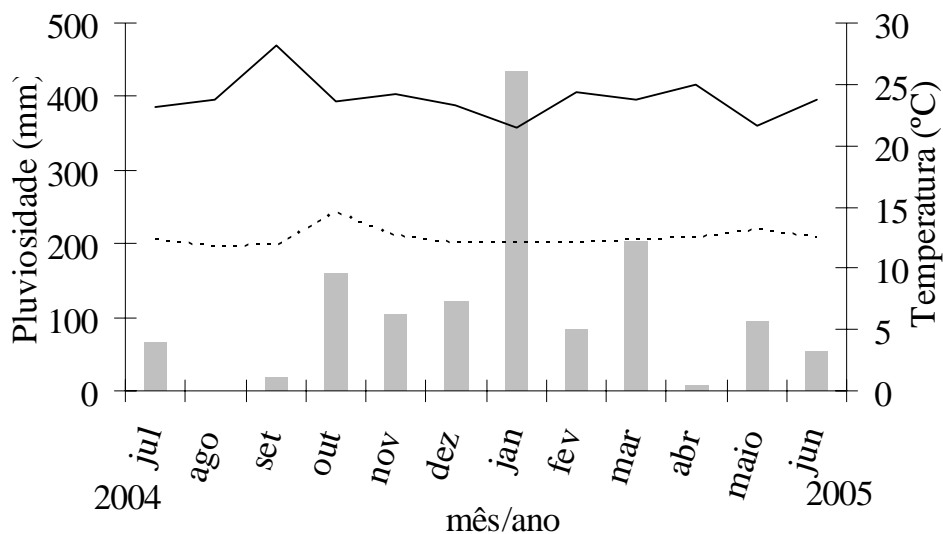


Figura 2 – Variação da pluviosidade mensal acumulada (barras) e médias mensais de temperaturas máximas (linha contínua) e mínimas (linha pontilhada) entre julho de 2004 e junho de 2005 na região de Itirapina, SP. Fonte dos dados meteorológicos: Fazenda Siriema, Ripasa S. A. Celulose & Papel, Brotas, SP.

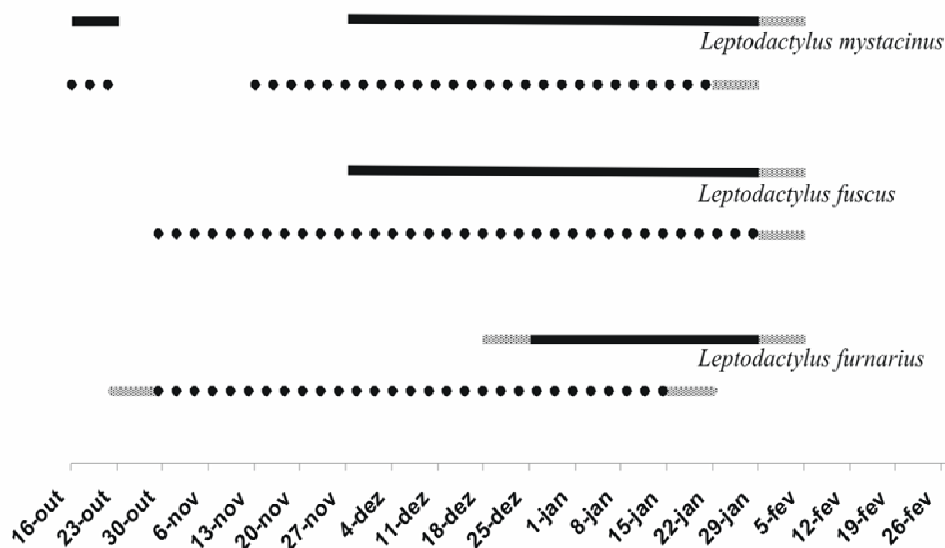


Figura 3 - Temporada de vocalização de espécies do grupo *fuscus* em área preservada (linha contínua) e áreas antropizadas (linha pontilhada) na região de Itirapina, SP, entre outubro de 2004 a fevereiro de 2005. As linhas representam suposta presença das espécies do grupo *fuscus* durante período em que não houve amostragem.

Tabela I – Localidades onde a atividade de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* foi acompanhada entre outubro de 2004 e fevereiro de 2005 com os respectivos números de visitas em cada localidade e espécies encontradas.

Localidades	Ocupação do Solo	<i>L. fuscus</i>	<i>L. mystacinus</i>	<i>L. furnarius</i>	nº de visitas
Lagoa da Ponte	cerrado	x	x		12
Lagoa do Tuiuiu	cerrado	x	x		12
Lagoinha	cerrado	x	x		6
Brejo da Moojeni	cerrado			x	11
Paraíso das Águas	urbano	x			11
Rodoviária	urbano	x			12
Iate Clube	urbano	x	x		4
Benedito	urbano	x	x		11
Condomínio Botelho	urbano	x		x	11

Considerações Finais

Considerações Finais

Espécies de anuros que apresentam nichos amplos (generalistas) são excelentes colonizadoras, podendo ser uma forma de adaptação a ambientes instáveis (Levins, 1968). Esta característica também parece estar associada à capacidade de colonizar habitats modificados pelo homem (Heyer & Bellin, 1973). Dessa forma, esperar-se-ia que espécies típicas de formações vegetais mais abertas, como o cerrado, fossem capazes de tolerar e colonizar áreas naturais modificadas pelo homem, como sugerido por Haddad (1998). No entanto, generalizações devem ser evitadas, pois os resultados do presente estudo indicam que a capacidade de colonização entre espécies de áreas abertas é diferente, mesmo quando se compara espécies filogeneticamente próximas.

Os dados obtidos no presente estudo demonstram que espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* de área aberta de Cerrado apresentam capacidade diferenciada de colonização em ambientes antropizados. Ou seja, espécies de um mesmo grupo, generalistas em maior ou menor grau, com modos reprodutivos semelhantes e típicas de ambientes abertos podem apresentar sensibilidade diferente à alteração de seus habitats.

Por outro lado, espécies desse grupo, que são capazes de colonizar ambientes degradados, podem se beneficiar com condições ambientais artificiais mais estáveis, como a presença de corpos d'água permanentes construídos pelo homem. Provavelmente, estas condições propiciam um período de vocalização mais prolongado, como foi observado em áreas urbanizadas na região de Itirapina, o que pode refletir também na atividade reprodutiva e no sucesso reprodutivo.

Neste estudo, aspectos da reprodução das espécies estudadas não foram acompanhados. Há a possibilidade destas espécies terem capacidade de ocorrer em ambientes antrópicos, apresentar atividade de vocalização, mas não se reproduzir. No entanto, outros estudos realizados com as espécies estudadas em ambientes antrópicos, nos quais foram acompanhados todos os aspectos da atividade reprodutiva, incluindo desenvolvimento dos girinos e a presença de imagos, indicam que estas espécies são capazes de se reproduzir com sucesso em ambientes antrópicos (Sazima, 1975; Giaretta & Kokubum, 2003).

Leptodactylus jolyi pode ser considerada na região de Itirapina e Brotas como uma espécie que evita áreas urbanizadas (“urban avoider” *sensu* Blair, 2001), e portanto deve ser mais sensível à perturbação no habitat. *Leptodactylus fuscus*, *L. furnarius* e *L. mystacinus* podem ser consideradas como espécies adaptadas ao ambiente urbano (“adapters” *sensu* Blair, 2001), ou seja, são em geral espécies de borda de mata e de ambientes abertos que são capazes de utilizar recursos em áreas urbanizadas (McKinney, 2002). São freqüentemente encontradas em áreas manejadas, jardins e também em áreas abandonadas.

Mesmo nas espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* capazes de utilizar recursos em áreas urbanizadas, existem diferenças nessa tolerância à perturbação no habitat. Aparentemente, *L. furnarius* é uma espécie tolerante à perturbação no habitat, porém não parece ser capaz de colonizar novas áreas e ampliar a sua distribuição, como *L. fuscus* e *L. mystacinus*. *Leptodactylus fuscus* aparentemente é a espécie com maior capacidade de colonização de ambientes perturbados, seguida de *L. mystacinus*.

Essa diferença na tolerância a perturbação no habitat deve estar associada à amplitude de nicho, como foi observado no capítulo 2, onde foi abordado o nicho espacial de cada espécie do grupo *fuscus*.

Espécies com nichos amplos tendem a ter distribuição geográfica mais ampla (Swihart *et al.*, 2003). No presente trabalho isto também pode ser observado, pois *Leptodactylus fuscus* apresenta a maior distribuição geográfica, seguida por *L. mystacinus* (ver IUCN, 2004). *Leptodactylus furnarius* apresentou uma amplitude de nicho menor e sua distribuição geográfica é mais restrita em relação às duas anteriores (ver IUCN, 2004). Apesar de não ser possível calcular o índice de amplitude de nicho para *L. jolyi*, o fato de ser observado apenas em área natural de cerrado aberto, indica ser uma espécie mais especialista de habitat em relação às outras do mesmo grupo. Além disso, sua distribuição geográfica é mais restrita que as outras três espécies de *Leptodactylus* do grupo *fuscus*. Isso reforça que espécies de ambientes abertos também apresentam sensibilidade diferente à alteração de seus habitats o que, provavelmente, está relacionado à amplitude de nicho. Portanto, é preciso ter cautela ao realizar generalizações sobre a tolerância à perturbação ao habitat com espécies de

anfíbios de áreas abertas, mesmo quando analisadas espécies de um mesmo grupo, com parentesco próximo, com modos reprodutivos semelhantes e típicas de ambientes abertos.

Referências Bibliográficas

- Blair, R. B. 2001. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the U.S. *In: Biotic Homogenization*. J. L. Lockwood & M. I. Mckinney (eds.). Kluwer, Norwell.
- Giaretta, A. A., & M. N. Kokubum. 2003. Reproductive ecology of *Leptodactylus furnarius* Sazima & Bokermann, 1978, a frog that lays eggs in underground chambers (Anura : Leptodactylidae). *Herpetozoa* 16:115-126.
- Haddad, C. F. B. 1998. Biodiversidade de anfíbios no Estado de São Paulo, pp. 16-26. *In: Síntese do conhecimento ao final do século XX*. Vol. 6: Vertebrados. R. M. C. Castro (ed.). Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Heyer, W. R., & M. S. Bellin. 1973. Ecological notes on five sympatric *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae) from Ecuador. *Herpetologica* 29:66-72.
- IUCN Species Survival Commission, Conservatio International Center for Applied Biodiversity Science, NatureServe, I. G. A. Assessment. 2004. *IUCN Global Amphibian Assessment*. Vol. 2004.
- Levins, R. 1968. Evolution in changing environments, some theoretical explorations. *Monogr. Pop. Biol.* 2:1-120.
- McKinney, M. L. 2002. Urbanization, Biodiversity and Conservation. *Conservation Biology*. 52:883-890.
- Sazima, I. 1975. Hábitos Reprodutivos e Fase Larvária de *Leptodactylus mystacinus* e *L. sibilatrix* (Anura, Leptodactylidae). Dissertação de Mestrado. Departamento de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Swihart, R. K., T. M. Gehring, M. B. Kolozsvary, & T. E. Nupp. 2003. Responses of 'resistant' vertebrates to habitat loss and fragmentation: the importance of niche breadth and range boundaries. *Diversity and Distributions* 9:1-18.

Resumo Geral

Espécies de anfíbios anuros de áreas abertas tendem a ser mais generalistas e, portanto, são consideradas mais tolerantes à perturbação ambiental. No entanto, pouco se sabe sobre o efeito da degradação ambiental sobre estas espécies. Este trabalho teve como objetivo observar os efeitos das modificações ambientais antrópicas sobre a distribuição espacial e temporal de espécies simpátricas de anfíbios de *Leptodactylus* do grupo *fuscus* (*Leptodactylus fuscus*, *L. mystacinus*, *L. furnarius* e *L. jolyi*) típicas de ambientes abertos e que apresentam parentesco próximo. O estudo foi realizado em área natural de cerrado aberto na Estação Ecológica de Itirapina (EEI) e áreas adjacentes modificadas pelo homem na região sudeste do Brasil entre outubro de 2004 a fevereiro de 2005. Os resultados do presente trabalho sugerem que mesmo em espécies de anfíbios com parentesco próximo e que apresentam características ecológicas semelhantes podem apresentar sensibilidade diferenciada à perturbação no habitat. Dentre as quatro espécies estudadas, *Leptodactylus jolyi* aparenta ser a espécie mais sensível à degradação ambiental, ocorrendo somente em área natural. Estas diferenças na tolerância à perturbação ambiental provavelmente devem estar relacionadas à amplitude de nicho de cada espécie. Portanto, generalizações sobre a tolerância à perturbação ambiental de espécies de anfíbios de áreas abertas devem ser evitadas. Por outro lado, as espécies mais tolerantes podem ser favorecidas pela atividade antrópica, como em áreas urbanas, pois nestes locais provavelmente há a disponibilidade de recursos mais constantes que em área natural. No presente trabalho foi observado que estas espécies (*L. fuscus*, *L. mystacinus* e *L. furnarius*) apresentaram temporada de atividade de vocalização mais prolongada em áreas urbanas do que em áreas naturais de cerrado. Talvez isso possa refletir em um maior tempo de atividade reprodutiva que resulte em um maior sucesso reprodutivo. No entanto, no presente trabalho a atividade reprodutiva destas espécies não foi estudada.

Abstract

Anuran species inhabiting open landscapes are usually habitat generalists, so it is considered more tolerant to disturbed habitat. Although, the effect of habitat degradation on these open habitat species have been poorly documented. The goal of this study was to observe the effects of habitat modification caused by human on spatial and temporal distribution of sympatric species of *Leptodactylus fuscus* group (*Leptodactylus fuscus*, *L. mystacinus*, *L. furnarius*, *L. jolyi*) which are inhabiting open landscapes and are close related species. This study occurred in natural and modified open habitats of cerrado at southeast of the State of São Paulo, Brazil, between October of 2004 and February of 2005. The results of this study suggest that close related species, which present ecological similarities, can show differences on sensibility to habitat alteration. Among these four species which were object of this study, *L. jolyi* seems to be the most sensible to habitat degradation, which occurs only in natural habitats in Itirapina and Brotas region. Probably, these tolerance differences to habitat degradation could be related to niche breadth of each species. Therefore, generalizations about amphibians inhabiting open landscapes tolerance to habitat degradations should be avoided. On the other hand, the species that are more tolerant to habitat alteration may be favored by anthropic activities, as in urban areas, because in these places the resources could be more constant than in natural areas. This study observed that three species of *Leptodactylus fuscus* group which occur in urban areas (*L. fuscus*, *L. mystacinus* e *L. furnarius*) started first the vocalization activity and presented longer time of vocalization activities during the rainy season than in natural areas of cerrado. Perhaps this fact could reflect in bigger period of reproductive activity of these species and may result in a higher reproductive success; however it was not taken into consideration for the present research.