

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
ANIMAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE
COMUNIDADES DE GIRINOS (AMPHIBIA: ANURA)
NO CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DÉBORA DELEVATI DO AMARANTE

**SANTA MARIA, RS, BRASIL
2011**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE COMUNIDADES
DE GIRINOS (AMPHIBIA: ANURA) NO CERRADO SUL-
MATO-GROSSENSE**

DÉBORA DELEVATI DO AMARANTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria,
como requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas – Área Biodiversidade Animal

Orientadora: Prof. Dra. Sonia Zanini Cechin
Co-orientador: Prof. Dr. Tiago Gomes dos Santos

SANTA MARIA, RS, BRASIL
2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
ANIMAL**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE COMUNIDADES DE
GIRINOS (AMPHIBIA: ANURA) NO CERRADO SUL-MATO-
GROSSENSE**

**elaborada por
DÉBORA DELEVATI DO AMARANTE**

**Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Biodiversidade Animal**

COMISSÃO EXAMINADORA

**Sonia Zanini Cechin, Dra.
(Presidente/Orientador)**

**Tiago Gomes dos Santos, Dr.
(Co-orientador)**

Katia Alcione Kopp, Dra. (UFG)

Raul Eduardo Maneyro Landó, Dr. (Universidade de La Republica)

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2011

Dedico aos meus pais...

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas contribuíram de forma decisiva na elaboração dessa dissertação, foram tantas pessoas que participaram desse longo processo, que fico receosa em esquecer alguém, se isso ocorrer, com certeza não é por falta de gratidão, mas sim por falta de memória. Em especial agradeço:

- À minha orientadora **Dra. Sonia Cechin**, por ter aberto as portas do seu laboratório, por ter me incentivado, contribuído para a minha formação pessoal, profissional e por ser um exemplo de dedicação.

- Ao meu co-orientador **Dr. Tiago Gomes dos Santos (o CO)**, por muitos motivos. Por ter me dado um voto de confiança, por ter me apresentado o “mundo dos girinos”, por ter compartilhado seu conhecimento, por toda sua PACIÊNCIA e dedicação, pelos momentos de riso e descontração, pelas inúmeras hospedagens em São Gabriel, e, principalmente pela amizade. Muito Obrigada! Eu te admiro e te agradeço por tudo.

- A **CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudo.

- À minha companheira de campo, **Franciéle Maragno (Fran)**. Por onde começar... Primeiro, obrigada pela sua amizade... por ter “sugerido” a minha ida ao MS, por ter me acolhido em tua casa, ter dividido comigo tua família. Obrigada por estar comigo nos momentos bons, momentos “emburrados”, momentos de calor intenso coletando girinos, por me aguentar estressada, por me “acudir” nos momentos de nervosismo...obrigada por tudo...contribuístes muito para essa dissertação, e muito para o meu crescimento pessoal. Descobri que posso fazer o que eu quiser... “morar em outro estado e colocar um piercing no nariz”...

- À **Dra Marcia Spies (a COA)**... por ter me auxiliado na identificação dos invertebrados aquáticos (já os acho muito bonitinhos), pelos conselhos durante todo o mestrado, pelas hospedagens em São Gabriel, pela amizade e pelo exemplo profissional.

- À **Melissa Ottoboni** pelo auxílio na identificação dos coleópteros.

- À minha amiga **Taise Ribeiro**, mais conhecida como: **“Pinta”, “Pinti”, ‘Pintinha”**... Amiga...durante esses 15 anos de amizade, estivestes presente em todos momentos importantes da minha vida...durante a graduação, durante os meus campos, durante as aulas e durante todo mestrado. Obrigada, por ser uma ótima companheira de apartamento, pelos conselhos, pelas risadas e pela amizade incondicional, nunca julgando e sempre me apoiando. Aguentastes minhas loucuras, estresse durante a elaboração da dissertação...obrigada pelas noites de insônia compartilhadas ... Sempre foi muito divertido ser tua amiga e digo mais...é uma honra!

- Ao querido secretário do PPG, meu amigo **“Seu Paulinho”**, pelas inúmeras ajudas com relatórios, pedidos de diárias, por me lembrar dos prazos de entrega dos documentos, adicionalmente, muito obrigada pela amizade, pelos momentos de chimarrão, pelas conversas, risadas, discussões “futebolísticas” e sobre a situação do nosso **“COLORADO”!!!**

- À minha família adotiva no MS, **Erica Maragno, Lino Maragno e o Lipe**. Por me acolherem em sua casa, por me “adotarem”, cuidarem de mim durante os sete meses que morei com vocês, por toda diversão proporcionada, pelos momentos inusitados, pelos conselhos, por gostarem de mim tanto quanto eu gosto de vocês. Sempre estarão no meu coração, obrigada por tudo!

- Ao Tio **Luis Maragno**, tia **Susi** e o **Leandro**, por “emprestarem” a Fazenda Santo Antônio, pela hospedagem, pelos momentos felizes e inusitados (castração e marcação), pelos almoços de domingo, por compartilharem comigo momentos muito felizes.

- Ao **Gabriel Shiraishi**, como profissional, por toda ajuda na parte de microscopia, por responder todas as minhas dúvidas (que não foram poucas), sempre solícito e educado.

Pessoalmente, te agradeço por ter entrado na minha vida em um momento tão delicado, e o mais incrível, por continuar fazendo parte dela, aguentando muito estresse e escutando desabafos. Por todo incentivo, por acreditar na minha capacidade, por me apoiar, por me entender e ser sempre tão amável, atencioso e carinhoso. Tu és uma das pessoas mais maravilhosas que conheço, e sabes como é importante na minha vida.

- Aos meus companheiros de apartamento... **Biba, Beto e Bernardo**... por todos momentos felizes compartilhados, pela amizade, pelo carinho e compreensão. É muito bom ter a amizade de vocês! Às minhas queridas amigas, **Paty, Mariane e Luciane**, por toda amizade desde a época de Santiago, por torcerem por mim, pelo apoio, e por tornarem minha vida mais feliz, pelos momentos de chimarrão, pelos momentos de “conversa fiada” e de reflexão sobre a vida.

- Aos meus colegas do Laboratório de Herpetologia, **Samanta Iop, Carol Pietzack, Vinicius Caldart, Paulo Mesquita, Sherida, Marcelo, Daniel e Rubinho** pelo convívio agradável durante todo esse tempo que estamos juntos no laboratório, por serem grandes exemplos de dedicação e pesquisadores que amam o que fazem, pelo incentivo e amizade, e pelos inúmeros momentos de riso “quase descontrolado”. À **Tailise**, pela ajuda no trabalho de campo, por ser tão dedicada e preocupada em fazer o melhor, adicionalmente, um pedido de desculpa, por eu ter sido tão “enérgica” no campo... srsrs....pelo menos agora tu encaras qualquer parada...foi bom pra ti “engrossar o couro”...srsrs.... **Camila, Miguel e George**, por me auxiliarem em muitos momentos da triagem dos invertebrados, pelas inúmeras vezes que prepararam formol e álcool, e por serem extremamente divertidos! Muito obrigada, MEUS QUERIDOS!!!!

- À Professora **Sandra Bochi**, por ter me dado a primeira oportunidade de entrar em contato com a Biologia, por ter me incentivado e acreditado em mim desde o primeiro momento, perdemos o contato, mas saiba que serei eternamente grata, o que fizestes por mim mudou completamente o rumo da minha vida, e com certeza foi pra muito melhor. Obrigada!

- **Por último, mas não menos importantes:**

- Aos meus pais, **Jair e Luci**, por tudo que me ensinaram, vocês são responsáveis pelo que sou hoje. Por entenderem os momentos de ausência, esquecimentos, aniversários que não pude comparecer, por se preocuparem, por todo incentivo, e, principalmente por terem permitido que eu tomasse as minhas próprias decisões. Pai, mesmo achando estranho uma filha trabalhar com sapos, mesmo temendo que eu pegasse um “cobreiro”, obrigado por não interferir nas minhas decisões, por me apoiar, obrigada pelos “paitrocínios” durante a graduação (estraguei a tua melhor lanterna). Mãe, por me apoiar e achar tudo que eu faço “bem lindo”, por ter me dado meu primeiro livro de Ecologia, não imaginas como isso fez diferença. Amo vocês!!! Obrigada por tudo!

- Às minhas irmãs, **Cláudia, Daiane e Bianca**. Obrigada por me entenderem e apoiarem, por se preocuparem comigo, e por cuidarem de tudo durante esses anos de ausência.

- Ao meu primo, padrinho e compadre, **Maicon B. do Amarante...** por compartilhar comigo as angústias de ser um mestrando, por ser meu amigo e companheiro desde que nasci, pelos tantos domingos de brincadeiras na casa da vó Elcinda, por crescer junto comigo e ser um exemplo importante na minha vida. Pelos papos inteligentes, pelas piadas, pelas risadas e principalmente por ter me dado a honra de ser madrinha do Francisco.

- Aos meus afilhados, **Cristiano, Francisco, Heitor e Isabella**, que tiveram uma “Dinda” ausente, que não pode acompanhar os bons momentos de suas vidas. Um dia os recompenso!

- Aos meus avós, **Elcinda, Ivo e Maria**. Por me apoiarem e entenderem minha ausência, mesmo não entendendo muito bem o que eu faço. Ao meu avô “Bugre” (*in memoriam*), que era “índio pataquera”. Gracias... por ser um exemplo de fibra e coragem!

Muito Obrigada a todos! Vocês tornaram meus dias mais felizes, e que sempre possamos compartilhar nossas conquistas.

"Se não for hoje, um dia será. Algumas coisas, por mais impossíveis e malucas que pareçam, a gente sabe, bem no fundo, que foram feitas pra um dia dar certo."

Caio Fernando Abreu

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós – Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE COMUNIDADES DE GIRINOS (AMPHIBIA: ANURA) NO CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE

AUTORA: DÉBORA DELEVATI DO AMARANTE

ORIENTADORA: SONIA ZANINI CECHIN

CO-ORIENTADOR: TIAGO GOMES DOS SANTOS

Data e Local de Defesa: Santa Maria, 25 de fevereiro de 2011.

Estudamos a riqueza, a abundância e a distribuição espaço-temporal de comunidades de girinos em oito poças em uma área de cerrado no estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Nós realizamos o presente estudo durante uma estação chuvosa (outubro de 2009 a março de 2010). Assim, determinamos a amplitude de nicho espacial e temporal, através do Índice de Levins padronizado e utilizamos modelos nulos para explorar os padrões de sobreposição de nicho. Adicionalmente, avaliamos influência de descritores ambientais e da distribuição espacial das poças sobre as comunidades de girinos estudadas. Para tanto, utilizamos análises de redundância (RDA), considerando três fases da estação chuvosa (início, meio e final). Registramos girinos de 18 espécies, pertencentes a quatro famílias: Hylidae, Leiuperidae, Leptodactylidae e Microhylidae. Em relação à amplitude de nicho espacial, a maioria das espécies foi considerada especialista em relação à utilização das poças ($B_A < 0,20$), enquanto no nicho temporal a maioria foi considerada generalista ($B_A > 0,50$). A sobreposição de nicho espacial não diferiu do esperado ao acaso, enquanto a sobreposição de nicho temporal foi claramente não aleatória. A sobreposição de nicho temporal apresentou correlação negativa com as guildas ecomorfológicas, mesmo após retirado o efeito filogenético. Tal padrão pode figurar um mecanismo de diminuição da pressão competitiva entre as espécies ecologicamente similares. Em relação aos componentes ambientais e espaciais, estes tiveram influência e importância diferenciadas ao longo da estação chuvosa. No início estação a área das poças e a porcentagem de vegetação marginal com até 30 cm de altura, foram os descritores relacionados à organização das comunidades. Durante a estação chuvosa plena, a porcentagem da vegetação marginal com até 40 cm de altura, a porcentagem de margens planas, a profundidade, bem como duas covariáveis espaciais explicaram a distribuição espacial das espécies, seguida pelas variáveis ambientais puras e pelas variáveis espaciais puras. Ao final da estação chuvosa nenhum descritor ambiental ou espacial foi incluído no modelo. A importância dos descritores ambientais, do componente espacial e dos descritores espacialmente estruturados variou ao longo da estação chuvosa, indicando que processos dinâmicos ao longo do tempo são responsáveis pela organização das comunidades larvárias estudadas.

Palavras-chave: Ecologia de comunidades. Nicho. Heterogeneidade ambiental. Autocorrelação espacial. Poças.

ABSTRACT

Master Dissertation

Post-Graduation in Animal Biodiversity

Universidade Federal de Santa Maria

SPATIO-TEMPORAL DISTRIBUTION OF TADPOLE COMMUNITIES (AMPHIBIA: ANURA) IN THE CERRADO OF MATO GROSSO DO SUL

AUTHOR: DÉBORA DELEVATI DO AMARANTE

ADVISOR: SONIA ZANINI CECHIN

CO-ADVISOR: TIAGO GOMES DOS SANTOS

We studied species richness, abundance and spatial-temporal distribution of tadpole communities in eight ponds in an area of Cerrado in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. We carried out this study during a rainy season (October 2009 to March 2010). We determined the spatial and temporal niche breadth by standardized Levins index, and we used null models to explore the patterns of niche overlap. Additionally, we evaluated the influence of environmental descriptors and spatial distribution of ponds on the studied communities using redundancy analysis (RDA) applied to three phases of the rainy season (outset, middle and the end). We recorded tadpoles of 18 species belonging to four families: Hylidae, Leiuperidae, Leptodactylidae, and Microhylidae. Most species was considered specialist regarding to spatial niche breadth ($BA < 0.20$), and generalist regarding the temporal niche breadth ($BA > 0.50$). The spatial niche overlap did not differ from expected by chance, while the temporal niche overlap was clearly not random. Niche overlap was negatively correlated with ecomorphological guilds, even after removed the phylogenetic effects. This pattern seems figure a mechanism to reduce the competitive pressure among ecologically similar species. In relation to environmental and spatial components, these presented differential influence and importance along the rainy season. In early season pond area and the percentage of marginal vegetation up to 30 cm height were the descriptors related to community organization. During the full rainy season, the percentage of marginal vegetation up to 40 cm height, percentage of flat margin profile, pond depth, as well as two spatial co-variables explained the spatial distribution of species, followed by pure environmental variables and by pure spatial variables. At the end of rainy season no environmental or spatial and descriptor was included in the model. The importance of environmental descriptors of spatial components of spatially structured descriptors varied throughout the rainy season, indicating that dynamic processes occurs along the time are responsible for the organization of the studied communities.

Keywords: Community ecology. Niche. Environmental heterogeneity. Spatial autocorrelation. Pond.

SUMÁRIO

INTRODUCAO GERAL.....	11
REFERÊNCIAS.....	13
CAPÍTULO I: ESTRUTURA E RELAÇÕES DE NICHO EM COMUNIDADES GIRINOS (AMPHIBIA: ANURA) NO CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE.....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
Área de Estudo.....	22
Amostragens.....	23
Determinação das Guildas Ecomorfológicas.....	24
Análises Estatísticas.....	24
RESULTADOS.....	26
DISCUSSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	32
CAPÍTULO II: ORGANIZAÇÃO DE COMUNIDADES DE GIRINOS (AMPHIBIA: ANURA) NO CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE: COMPLEXIDADE E ESPACIALIDADE DE POÇAS EM UM CONTEXTO TEMPORAL.....	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
INTRODUÇÃO.....	49
MATERIAL E MÉTODOS.....	51
Área de Estudo.....	51
Amostragens.....	52
Descritores Ambientais.....	52
Análises Estatísticas.....	53
RESULTADOS.....	54
DISCUSSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	59
CONSIDERACOES FINAIS.....	73

INTRODUÇÃO GERAL

Comunidades são conjuntos de espécies que co-ocorrem no espaço e no tempo (McPeck & Miller 1996). Dessa forma, as espécies podem apresentar sobreposição quanto à sua distribuição e utilização de recursos (Webb et al. 2002). Baseado nisso, uma questão se torna central em ecologia de comunidades: qual mecanismo permite a coexistência das espécies?

Segundo a Teoria de Nicho Hipervolumétrico, proposta por Hutchinson (1957), uma grande diversidade de espécies só pode co-ocorrer devido a um nicho multidimensional, e, em uma comunidade os principais componentes ecológicos responsáveis pela distribuição das espécies e a utilização de recursos são o espaço, o alimento consumido e o tempo. Segundo Pianka & Parker (1975), estas são as três principais dimensões de recursos de nicho ecológico. No entanto, outros fatores ecológicos também podem ser determinantes para a estruturação das comunidades, como predação, heterogeneidade ou complexidade estrutural do ambiente, variação temporal das condições ambientais e partilha de recursos em uma das dimensões de nicho (temporal, espacial e alimentar) (Pianka 1973).

Uma questão que tem sido muito investigada dentro da ecologia de comunidades de anfíbios é como as espécies se distribuem espacial e temporalmente no ambiente que ocupam (Bernarde & Anjos 1999; Torres-Orozco et al. 2002; Toledo et al. 2003; Grandinetti & Jacobi 2005; Prado & Pombal Jr. 2005; Conte & Rossa-Feres 2007; Santos et al. 2007). Segundo Blair (1961), em comunidades de anuros, os processos que levam à seleção (e.g. competição interespecífica) são mais intensos durante a fase larvária. No entanto, a estrutura e organização de comunidades de girinos no espaço e no tempo envolvem muitos fatores, como as relações interespecíficas (competição e predação) (Heyer et al. 1975; Wilbur 1987; Gascon 1995; Azevedo-Ramos et al. 1999), autoecologia das espécies (Alford 1986) e aspectos abióticos (distribuição das chuvas, hidroperíodo, profundidade, características físico-químicas d'água, tamanho do corpo d'água) (Pearman 1993; Rossa-Feres & Jim 1994; Santos et al. 2007).

Poças ocupadas por larvas de anuros podem variar em relação a muitos fatores, bióticos e abióticos, que influenciam a composição das comunidades (Warner et al. 1993). Em regiões temperadas a atividade reprodutiva das espécies é determinada pela combinação de chuvas e temperatura (Duellman & Trueb, 1986). No entanto, em regiões sazonalmente secas, a chuva parece desempenhar importante função na distribuição temporal das espécies (Rossa-Feres & Jim 1996).

O hidroperíodo tem sido considerado um fator importante para larvas de anuros (Wilbur 1987; Semlitsch et al. 1996; Santos et al. 2007). Ambientes temporários, por exemplo, são frequentemente utilizados, pois apresentam alta produtividade primária (Wassersug 1975) e estão livres de importantes predadores aquáticos (peixes) que necessitam de maior estabilidade hídrica (Woodward 1983). Segundo Peltzer & Lajmanovich (2004), a riqueza de predadores tende a aumentar conforme a duração dos corpos d'água, e, a complexidade estrutural pode influenciar as relações predador-presa (Babbit & Tanner 1998), conseqüentemente, exercendo influência sobre a estruturação das comunidades. Portanto, a ocorrência de determinados girinos em um habitat com a presença de predadores, pode depender também da efetividade de suas estratégias de defesa (e.g. impalatabilidade, respostas comportamentais, eficiência do uso de refúgios) (Babbit & Tanner 1998; Hero et al. 2001; Relyea 2001).

A maneira como as espécies utilizam os recursos pode influenciar a distribuição das mesmas. Segundo a hipótese da complementaridade de nicho, espécies filogeneticamente próximas, ou ecologicamente similares, podem coexistir graças à segregação ecológica em alguma dimensão do nicho (Heyer et al. 1990; Vasconcelos & Rossa-Feres 2008). As dimensões comumente partilhadas são o habitat (Inger et al. 1986), o microhabitat (Gascon 1995), a dieta (Rossa-Feres & Jim 1994) ou o tempo (Heyer 1974; Santos et al. 2007). Assim, a distribuição das larvas pode ser o resultado da combinação entre filogenia e pressões de seleção, que podem atuar em diferentes escalas, determinando a composição das comunidades (Zimmerman & Simberloff 1996). Heyer et al. (1990), destacam que espécies filogeneticamente próximas possuem alta similaridade ecológica, mas podem ocupar partes distintas do habitat, segregando espacialmente.

Compreender os fatores que influenciam a estrutura e composição das comunidades de anuros é de fundamental importância, principalmente em decorrência das ameaças e declínio populacional mundial de muitas espécies. O conhecimento sobre a anurofauna brasileira é

fragmentado, e, a maioria dos estudos sobre a ecologia de comunidades contempla a fase de vida adulta, poucos estudos consideram a ecologia das comunidades larvárias (e.g. Eterovick 2003; Rossa-Feres et al. 2004; Kopp & Eterovick 2006; Both et al. 2010), o que se torna um fator limitante para a tomada de decisões e estratégias de conservação do grupo. O Cerrado é considerado um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade e um dos mais ameaçados em virtude das altas taxas de destruição de habitats (Silvano & Segalla 2005), no entanto, muito pouco se conhece sobre a fauna de anuros desse bioma (Diniz-Filho et al. 2004). Dessa forma, a presente dissertação divide-se em dois capítulos, a saber:

- Capítulo I: tratamos sobre a riqueza e estrutura das comunidades de girinos em oito poças no Cerrado sul-mato-grossense. Utilizamos uma abordagem baseada na determinação da amplitude de nicho e da sobreposição de nicho, utilizando modelos. Dessa forma, buscamos dimensionar a amplitude e sobreposição de nicho espacial e temporal e suas influências sobre a estruturação das comunidades de girinos estudadas.

- Capítulo II: neste capítulo analisamos a organização das comunidades de girinos no Cerrado sul-mato-grossense, verificando a importância da heterogeneidade ambiental e da espacialidade das poças, em um contexto temporal.

REFERÊNCIAS

ALFORD, R.A. 1986. **Habitat use and positional behavior of anuran larvae in a northern Florida temporary pond.** *Copéia* 1986: 408-423.

AZEVEDO-RAMOS, C., MAGNUSSON, W.E., BAYLISS, P. 1999. **Predation as the key factor structuring tadpole assemblages in a savanna area in a central Amazonia.** *Copéia* 1999: 22-33.

BERNARDE, P.S., ANJOS, L. 1999. **Distribuição espacial e temporal da anurofauna no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia, Anura).** *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS, Série Zoologia* 12:111-140.

BLAIR, W.F. 1961. **Calling spawning seasons in a mixed population of anurans.** Ecology 42: 99-110.

BABBITT, K.J., TANNER, G.W. 1998. **Effects of cover and predator size on survival and development of *Rana utricularia* tadpoles.** Oecologia 114: 258-262.

BOTH, C., CECHIN, S.Z., MELO, A.S., HARTZ, S.M. 2010. **What controls tadpole richness and guild composition in ponds in subtropical grasslands?** Austral Ecology no. doi: 10.1111/j.1442-9993.2010.02183.x.

CONTE, C.E., ROSSA-FERES, D.C. 2007. **Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um remanescente de Floresta de Araucária no Sudeste do Paraná.** Revista Brasileira de Zoologia 24:1025-1037.

DINIZ-FILHO, J.A.F., BINI, L.M., VIEIRA, C.M., SOUZA, M.C., BASTOS, R.P., BRANDAO, D., OLIVEIRA, L.G. 2004. **Spatial patterns in species richness and priority areas for conservation anurans in the Cerrado region, Central Brazil.** Amphibia-Reptilia 25:63-75.

DUELLMAN, W.E., TRUEB, L. 1986. **Biology of amphibians.** McGraw-Hill, New York 670p.

ETEROVICK, P.C. 2003. **Distribution of anuran species among montane in south-eastern Brazil.** Journal of Tropical Ecology 19:219-228.

GASCON, C. 1995. **Tropical larval anurans fitness in the absence of direct effects on predation and competition.** Ecology 76: 2222-2229.

GRANDINETTI, L., JACOBI, C.M. 2005. **Distribuição estacional e espacial de uma taxocenose de anuros (Amphibia) em uma área antropizada em Rio Acima - MG.** *Lundiana* 6(1):21-28.

HEYER, W.R., McDIARMID, R.W., WEIGMANN, D.L. 1975. **Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics.** *Biotropica* 7:110-111.

HEYER, W.R. 1974. **Niche measurements of frog larvae from a seasonal tropical location in Thailand.** *Ecology* 55:651-656.

HEYER, W.R., RAND, A.S., CRUZ, C.A.G., PEIXOTO, O.L., NELSON, C.E. 1990. **Frogs of Boraceia.** *Arquivos de Zoologia* 31:231-410.

HERO, J.M., MAGNUSSON, W.E., ROCHA, C.F.D., CATERALL, C.P. 2001. **Antipredator defenses influence the distribution of amphibian prey species in the central Amazon Rain Forest.** *Biotropica* 33(1):131-141.

HUTCHINSON, G.E. 1957. **Concluding remarks.** *Cold Spring Harbour symposium o quantitative biology* 22:415-427.

INGER, R.F., VORIS, H.K., FROGNER, K.J. 1986. **Organization of a community of tadpoles in rainforest streams in Borneo.** *Journal of Tropical Ecology* 2:193-205.

KOPP, K., ETEROVICK, P.C. 2006. **Factors influencing spatial and temporal structure of frog assemblages at ponds in southeastern Brazil.** *Journal Natural History* 40(29-31):1813-1830.

McPEEK, M.A., MILLER, T.E. 1996. **Evolutionary biology and community ecology.** *Ecology* 77:1319-1320.

PRADO, G.M., POMBAL Jr. 2005. **Distribuição espacial e temporal dos anuros em um brejo da Reserva Biológica de Duas Bocas, Sudeste do Brasil.** Arquivos do Museu Nacional 63(4):685-705.

PEARMAN, P.B. 1993. **Effects of habitat size on tadpole populations.** Ecology 74(7):1982-1991.

PELTZER, P.M., LAJMANOVICH, R.C. 2004. **Anuran tadpole assemblages in riparian areas of the Middle Parana River, Argentina.** Biodiversity and Conservation 13:1833-1842.

PIANKA, E.P. 1973. **The structure of lizard communities.** Annual Reviews of Ecology and Systematics 4:53-74.

PIANKA, E.R., PARKER, W.S. 1975. **Ecology of horned lizards: A review with special reference to *Phrynosoma platyrhinos*.** Copeia 1975:141-162.

RELYEA, R.A. 2001. **Morphological and behavioral plasticity of larval anurans in response to different predators.** Ecology 82(2):523-540.

ROSSA-FERES, D.C., JIM, J. 1994. **Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo.** Revista Brasileira de Biologia 54:323-334.

ROSSA-FERES, D.C., JIM, J. 1996. **Distribuição espacial em comunidades de girinos de anuros na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia-Anura).** Revista Brasileira de Biologia 56(2):309-316.

ROSSA-FERES, D.C., JIM, J., FONSECA, M.G. 2004. **Diets of tadpoles from a temporary pond in southeastern Brazil (Amphibia, Anura)**. Revista Brasileira de Zoologia 21(4):745-754.

SANTOS, T.G., ROSSA-FERES, D.C., CASSATTI, L. 2007. **Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste de São Paulo**. Iheringia Série Zoologia 97(1):37-49.

SILVANO, D.L., SEGALLA, M.V. 2005. **Conservação de anfíbios no Brasil**. Megadiversidade 1(1):79-86.

SEMLITSCH, R.D., SCOTT, D.E., PECHMANN, J.H.K., GIBBONS, J.W. 1996. **Structure and dynamics of an amphibian community: evidence from a 16-year study of a natural pond**. Long-term studies of vertebrate communities 217-248. Academic Press, San Diego.

TORRES-OROZCO, R.E., JIMENEZ-SIERRE, C.L., VOGT, R.C., BENITEZ, J.L.V. 2002. **Neotropical tadpoles: spatial and temporal distribution and habitat use in a seasonal lake in Veracruz, Mexico**. Phyllomedusa 1(2):81-91.

TOLEDO, L.F., ZINA, J., HADDAD, C.F.B. 2003. **Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anfíbios anuros do município de Rio Claro, São Paulo, Brasil**. Holos Environment 3(2):136-149.

VASCONCELOS, T.S., ROSSA-FERES, D.C. 2008. **Habitat heterogeneity and use of physical and acoustic space in anuran communities in southeastern Brazil**. Phyllomedusa 7:125-140.

WARNER, S.C., TRAVIS, J., DUNSON, W.A. 1993. **Effect of pH variation on interspecific competition between two species of hylid tadpoles**. Ecology 74:183-194.

WASSERSUG, R. 1975. The adaptative significance of the tadpoles stage with comments on the maintenance of complex life cycles. American Zoologist 15:405-417.

WEBB, C.O., ACKERLY, D.D., McPEEK, M.A., DONOGHUE, M.J. 2002. Phylogenies and community ecology. Annual Review of Ecology and Systematics 33:475-505.

WILBUR, H.M. 1987. Regulation of structure in complex systems: experimental temporary pond communities. Ecology 68:1437-1452.

WOODWARD, B.D. 1983. Predator-prey interactions and breeding pond use of temporary-pond species in a desert anuran community. Ecology 64(6): 1549-1555.

ZIMMERMAN, B.L., SIMBERLOFF, D. 1996. An historical interpretation of habitat use by frogs in a central Amazonian forest. Journal of Biogeography 23(1):27-46.

CAPÍTULO I

ESTRUTURA E RELAÇÕES DE NICHOS EM COMUNIDADES DE GIRINOS (AMPHIBIA: ANURA) NO CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE

RESUMO

No presente estudo, determinamos a amplitude e a sobreposição de nicho espacial e temporal de comunidades de girinos no cerrado sul-mato-grossense, buscando elucidar as relações que influenciaram a estrutura das comunidades. Amostramos oito poças durante uma estação chuvosa (outubro de 2009 a março de 2010). Assim, determinamos a amplitude de nicho espacial e temporal através do Índice de Levins padronizado e utilizamos modelos nulos para explorar os padrões de sobreposição de nicho. Registramos 18 girinos de espécies pertencentes a quatro famílias: Hylidae, Leiuperidae, Leptodactylidae e Microhylidae. Em relação à amplitude de nicho espacial, a maioria das espécies foi considerada especialista quanto à utilização das poças ($B_A < 0,20$), enquanto no nicho temporal a maioria foi considerada generalista ($B_A > 0,50$). A sobreposição de nicho espacial não diferiu do esperado ao acaso, enquanto a sobreposição de nicho temporal foi claramente não aleatória. Não evidenciamos complementaridade de nicho entre as dimensões espacial e temporal. A sobreposição de nicho espacial foi independente da organização em guildas ecomorfológicas ou das relações filogenéticas, já a sobreposição de nicho temporal apresentou correlação negativa com as guildas ecomorfológicas, mesmo após retirado o efeito filogenético. Tal padrão pode figurar um mecanismo de diminuição da pressão competitiva entre as espécies ecologicamente similares, que ajuda na manutenção da diversidade local.

Palavras-chave: Ecologia de comunidades. Poças. Amplitude de nicho. Sobreposição de nicho. Modelos nulos.

STRUCTURE AND RELATIONS OF NICHE IN TADPOLES COMMUNITIES (AMPHIBIA: ANURA) IN CERRADO OF MATO GROSSO DO SUL

ABSTRACT

In this study, we determined the spatial and temporal niche breadth and overlap of spatial a tadpole community in the cerrado of Mato Grosso do Sul, aimed at elucidate the relationships that influenced the community structure. We sampled eight ponds during the rainy season (October 2009 to March 2010). Thus, we determined the extent of niche space and time through the standardized Levins index and null models used to explore the patterns of niche overlap. We recorded 18 species tadpoles of belonging to four families: Hylidae, Leiuperidae, Leptodactylidae and Microhylidae. Regarding the spatial niche breadth, the majority of species was considered specialist in relation to pond occupation ($BA < 0.20$), while concerning the temporal niche most of them was generalist ($BA > 0.50$). The spatial niche overlap did not differ from expected by chance, while the temporal niche overlap was clearly not random. We didn't find evidence of niche complementarity between the spatial and temporal dimensions. Spatial niche overlap was independent of the organization of ecomorphological guilds or phylogenetic relationships, while the temporal niche overlap was negatively correlated with the ecomorphological guilds, even after the withdrawal of phylogenetic effects. Such a pattern may appear a mechanism of reduced competitive pressure among ecologically similar species, which helps in the maintenance of local diversity.

Keywords: Community ecology. Ponds. Niche breadth. Niche overlap. Null models.

INTRODUÇÃO

Comunidades são geralmente definidas como associações entre populações que coexistem no espaço e no tempo (Begon et al. 2007). Uma grande gama de interações pode ocorrer entre as espécies de uma comunidade, podendo ser responsáveis pela estruturação das mesmas (Sih et al. 1985). A competição e a predação são consideradas fatores importantes na estruturação destas (Diamond & Gilpin 1982). Entretanto, existem outros fatores ecológicos que podem desempenhar um papel importante, como a partilha de recursos em uma das dimensões de nicho (temporal, espacial, alimentar), muitas vezes mediada pela heterogeneidade ambiental, bem como pela variação temporal dos recursos (Pianka 1973). Além disso, a existência ou aparente falta de padrões na estrutura das comunidades podem refletir forças estruturadoras que não estão mais presentes atualmente (e.g. condições climáticas, geológicas) (Losos 1996).

Hutchinson (1957) definiu nicho ecológico, como a soma dos fatores ambientais que agem sobre os organismos, considerando-o uma região hipervolumétrica ou n-dimensional. A Teoria do Nicho sugere que cada organismo ocupa um espaço mais ou menos distinto, a fim de minimizar a competição com outros organismos (Hardin 1960; Vandermeer 1972). O trabalho de MacArthur (1972) lançou a hipótese de que dois fatores podem ter fundamental importância sobre a diversidade de espécies e a estrutura das comunidades, a amplitude e a sobreposição de nicho.

A coexistência das espécies pode refletir a partilha de nicho em escalas espaciais e temporais (Albrecht & Gotelli 2001). Assim, uma comunidade é considerada estruturada quando as espécies e seus atributos ecológicos estão arranjados de forma mais regular que o esperado pelo acaso, o que pode ser simulado por meio de modelos nulos (Gotelli 2000). Nesse sentido, anfíbios têm sido considerados bons modelos para o estudo sobre partição de nicho, tanto durante a fase larval (e.g. Wilbur 1982; Alford & Wilbur 1985), como na fase adulta (e.g. Pombal Jr. 1997; Melo et al. 2007; Santos et al. 2007). Para anuros adultos, o espaço foi sugerido como a dimensão de nicho mais importante, enquanto que para

comunidades larvárias o tempo foi indicado à dimensão mais importante (Toft 1985). Entretanto, muitos fatores têm sido considerados importantes para a estruturação das comunidades de girinos, como predação, competição, aspectos físico-químicos da água, tamanho e duração das poças, dieta, bem como a sazonalidade (Heyer et al. 1975; Morin 1983; Rossa-Feres & Jim 1996; Azevedo-Ramos et al. 1999; Eterovick & Sazima 2000; Santos et al. 2007). Além disso, a segregação das espécies em uma comunidade de girinos pode ter relação com a biologia e a ecologia dos adultos, através da escolha dos locais de reprodução, que por sua vez pode refletir adaptações morfológicas, fisiológicas e/ou comportamentais das espécies (Pough et al. 1977; Cardoso et al. 1989). Assim, o presente trabalho teve por objetivo determinar a amplitude e a sobreposição de nicho espacial e temporal de girinos no cerrado sul-mato-grossense, visando entender as relações que podem determinar a estrutura dessas comunidades. Para isso, testamos: i) se a sobreposição no uso dos recursos espaciais e temporais difere do esperado pelo acaso, ii) se o padrão de sobreposição de nicho é influenciado pelo tipo de guilda ecomorfológica e/ou proximidade filogenética das espécies e; iii) se pares de espécies que apresentam alta sobreposição em um eixo tendem a partilhar a outra dimensão do nicho.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado nas Fazendas Santo Antônio (UTM 586599 E; 7659172 N) e São Paulo (UTM 586218 E; 7661286 N), município de Nioaque, sudoeste do estado do Mato Grosso do Sul (Figura 1). A área estudada encontra-se no bioma Cerrado, região de grande riqueza e singularidade biológica, sendo considerado um dos principais *hotspots* de biodiversidade mundial (Myers et al. 2000). O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, concentrando 5% da flora e fauna mundiais (Marouelli 2003), ocupando cerca de 21% do território nacional (Bourlag 2002). No entanto, aproximadamente dois milhões de km²

originais de Cerrado estão atualmente ocupados por pastagens, culturas anuais e outros tipos de cultivo (Klink & Machado 2005).

Para Ribeiro & Walter (1998), o Cerrado como bioma apresenta 11 tipos fisionômicos gerais, incluindo formações florestais (e.g. Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Savana Florestada). Fitofisionomicamente, a região estudada foi originalmente caracterizada pela predominância da chamada Savana Florestada (Cerradão), tipologia florestal que ocorre geralmente em forma de manchas ou maciços com comportamento semidecíduo, entremeado a outras formações de Cerrado, ou como um ecótono delimitando a zona de contato entre duas fitofisionomias (e.g. Mata de Galeria e Cerrado típico) (Ribeiro & Walter 1998). Entretanto, as atividades antrópicas desenvolvidas na região (principalmente a pecuária), substituíram extensamente a vegetação nativa por pastagens.

O clima da região é do tipo “Aw” de Köppen, caracterizado por duas estações bem definidas, uma estação chuvosa que se estende de outubro a março e uma estação seca, de abril a setembro. A temperatura média da região varia de 19°C a 28°C, e pluviosidade média é inferior a 2.000 mm/ano. (Gomes 2001).

Amostragens

Amostramos oito poças na área estudada (Tabela 1), mensalmente durante uma estação chuvosa, que compreendeu o período de outubro de 2009 a março de 2010. Em regiões com clima sazonal, principalmente em relação à chuva, o maior número de espécies de anfíbios se reproduz na estação chuvosa (Prado et al. 2005; Fatorelli & Rocha 2008), motivo pelo qual nossa amostragem se restringiu a esse período. Para a coleta dos girinos, utilizamos puçá de cabo longo, com malha metálica de três mm. O esforço amostral constituiu em realizar a varredura com puçá, uma única vez, ao longo de toda margem das poças, no período diurno. Assim, o esforço amostral foi proporcional ao tamanho de cada poça (Heyer 1976; Santos et al. 2007; Both et al. 2009). Os girinos coletados foram fixados imediatamente em formalina 10%. O material coletado foi posteriormente identificado (até espécie) no Laboratório de Herpetologia da Universidade Federal de Santa Maria.

Determinação das guildas

Determinamos as guildas ecomorfológicas de acordo com as classificações propostas por Altig & Johnston (1989), McDiarmid & Altig (1999) e Rossa-Feres & Nomura (2006).

Análises Estatísticas

Amplitude de Nicho

Determinamos o uso dos ambientes e do tempo através da amplitude de nicho (índice de Levins padronizado) (B_A) (Krebs 1999), com base na abundância de cada espécie em cada corpo d'água e em cada mês amostrado. A escala desse índice varia de 0 a 1. Consideramos amplitude de nicho mínima quando todos os indivíduos de uma espécie ocorrem somente em um estado de recurso (poça/mês) e máxima quando os indivíduos ocorrem de forma equitativa em todos os estados de recurso possíveis (Krebs 1999). Consideramos generalistas as espécies com amplitude de nicho $B_A \geq 0,5$ e especialistas as espécies com $B_A < 0,5$ (Krebs 1999).

Sobreposição de Nicho

Realizamos uma análise de sobreposição de nicho, considerando o espaço e o tempo como possíveis dimensões a serem partilhadas. Assim, o valor da sobreposição reflete a porcentagem de uso das diferentes classes de recurso entre as espécies. Para essa análise utilizamos a abordagem de modelos nulos. Tais modelos são procedimentos estatísticos (envolvendo simulações), que buscam gerar distribuições de valores para uma variável de interesse. Assim, são realizadas simulações buscando produzir um padrão que seria esperado

na ausência de um mecanismo ecológico, ou seja, ao acaso (Connor & Simberloff 1986; Paes & Blinder 1995; Gotelli & Graves 1996).

Para examinarmos se os valores de sobreposição de nicho espacial e temporal foram maiores ou menores que o esperado pelo acaso, empregamos modelos nulos a partir da aleatorização dos dados da comunidade original. Para tanto, empregamos o índice de sobreposição de nicho de Pianka e geramos 5.000 “comunidades nulas”. Utilizamos nessa análise o algoritmo de randomização RA3, que retém o nível de especialização de cada espécie, mas permite que potencialmente elas utilizem outros recursos (Gotelli & Entsminger 2009). Winemiller & Pianka (1990) ressaltam que esse algoritmo é eficiente para detectar padrões de sobreposição não aleatórios. A análise de sobreposição de nicho resulta em uma matriz de sobreposição para todos os pares de espécies, bem como gera um valor de sobreposição médio para toda comunidade. Esse valor médio é comparado com os valores obtidos das comunidades simuladas. Valores de sobreposição de nicho menores que os esperados ao acaso indicam que há forte competição interespecífica e partilha de recursos entre as espécies. Não obstante, valores de sobreposição de nicho maiores que os esperados ao acaso podem ser interpretados de maneiras distintas: i) a alta sobreposição de nicho pode indicar que os recursos disponíveis são suficientes para manter a comunidade, sem que a competição tenha importância significativa (fraca competição interespecífica) (Albrecht & Gotelli 2001); ii) a alta sobreposição poderia indicar forte competição entre as espécies, em um contexto em que ainda não houve tempo suficiente para que se manifestasse uma segregação quanto à utilização dos recursos (Gotelli & Graves 1996).

Posteriormente, nós representamos as matrizes de sobreposição espacial e temporal entre pares de espécies pelo método de médias não ponderadas (UPGMA), utilizando o programa NTSYS PC 2.10s (Rohlf 2000). Nós avaliamos a ação das matrizes pelo Coeficiente de Correlação Cofenética (r). O Coeficiente de Correlação Cofenética (r) mede o grau de concordância entre valores de semelhança implícitos no dendrograma e os da matriz inicial de semelhança, sendo o valor de $r \geq 0,9$ considerado um ajuste muito bom; $0,8 \leq r < 0,9$ o ajuste é considerado bom; $0,7 \leq r < 0,8$ ajuste pobre e quando o valor de $r < 0,7$ o ajuste é considerado muito pobre (Rohlf 2000; Santos et al. 2007).

Nós utilizamos o teste de Mantel (Manly 2008) para testar a existência de correlação entre as matrizes de sobreposição espacial e temporal (i.e. se existe complementaridade de nicho entre as espécies para essas dimensões). Além disso, nós utilizamos esta análise para verificar se o

padrão de sobreposição temporal e espacial representado nas matrizes foi correlacionado com matrizes hipóteses representando a distância filogenética entre as espécies e as diferentes guildas ecomorfológicas encontradas na comunidade estudada. Para a matriz de distância filogenética, utilizamos as seguintes categorias (sensu Frost et al. 2006): (1) espécies pertencentes ao mesmo grupo; (2) espécies pertencentes ao mesmo gênero; (3) espécies pertencentes à mesma família; (4) espécies pertencentes a famílias diferentes. Para a matriz de guildas, utilizamos as seguintes categorias: (0) espécies de guildas diferentes; (1) espécies pertencentes à mesma guilda. Verificamos ainda a redundância entre as matrizes hipóteses, testando se a estruturação das guildas ecomorfológicas possuía efeito filogenético. Em caso afirmativo, realizamos testes de Mantel Parcial entre as matrizes de sobreposição (espaço e tempo) e a matriz hipótese de guildas, retirando o efeito da matriz filogenética. O teste de Mantel compara duas matrizes triangulares, para verificar se existe relação entre os conjuntos de dados representados por alguma medida de similaridade ou dissimilaridade. Esse teste apresenta coeficientes de correlação (r) que variam de -1 (forte correlação negativa) a $+1$ (forte correlação positiva) e a significância (p) é estimada pela comparação entre r observados e a distribuição de valores de r obtidos através de permutações (Smouse et al. 1996). O teste de Mantel parcial consiste em correlacionar duas matrizes buscando eliminar o efeito de uma terceira matriz covariável sobre esta correlação, assim as matrizes de resíduos podem ser comparadas (Smouse et al. 1996; Santos et al. 2008). Realizamos os testes de Mantel e Mantel Parcial no programa NTSYS PC 2.10s (Rohlf 2000), utilizando 5.000 permutações de Monte Carlo.

RESULTADOS

Durante os seis meses de amostragem, coletamos um total de 7.822 girinos de 18 espécies, pertencentes a quatro famílias: Hylidae (10), Leiuperidae (cinco), Leptodactylidae (duas) e Microhylidae (uma). A riqueza média de espécies nas poças foi de 9,33, variando de três (P1) a 12 espécies (P2, P3 e P6). A poça com maior abundância de girinos foi P1 (1.544 indivíduos) e a com menor abundância foi P2 (722 indivíduos) (Tabela 2).

A família mais diversificada e abundante foi Hylidae, que compreendeu 55,55% (n = 10 espécies) das espécies registradas e 82,86% da abundância total coletada nas poças estudadas. As espécies mais abundantes foram: *Phyllomedusa azurea* com um total de 2.001 indivíduos (25,58% do total), seguida por *Scinax nasicus* com um total de 1.511 indivíduos (19,31% do total) e *Dendropsophus minutus* com um total de 1.004 (12,83% do total).

Em relação à distribuição temporal das espécies, os meses que apresentaram maior riqueza foram dezembro e janeiro (16 espécies), perfazendo 88,88% das espécies registradas no período estudado. Dezembro também foi o mês com maior abundância, sendo que as espécies mais representativas foram: *Phyllomedusa azurea* (n = 535), representando 26,88% da abundância total registrada, seguida por *Scinax nasicus* (n = 402), representando 20,20% do total e *Hypsiboas raniceps* (n = 378), representando 18,99% do total. Essas três espécies juntas representaram 66,07% da abundância total registrada para esse mês. O mês que apresentou menor riqueza e abundância foi março, com 12 espécies registradas e 222 indivíduos coletados, respectivamente (Tabela 3).

O grau de especialização no uso de recursos espaciais disponíveis variou entre as espécies ($0 < B_A \leq 0,63$). Apenas *Scinax nasicus* apresentou nicho espacial amplo ($B_A = 0,63$), enquanto que 44,4% das espécies (oito) apresentaram amplitude nicho intermediária ($0,20 \leq B_A \leq 0,43$). As demais espécies (50% do total) foram consideradas especialistas quanto ao uso de hábitat ($B_A < 0,20$) (Tabela 4).

Em relação à amplitude de nicho temporal, 50% das espécies apresentaram nicho amplo ($0,5 < B_A \leq 0,85$). *Physalaemus centralis* foi a espécie com maior amplitude de nicho temporal ($B_A = 0,85$). Quatro espécies (*Elachistocleis bicolor*, *Physalaemus marmotatus*, *Pseudopaludicola* sp. e *Scinax* sp.) (22,2%) apresentaram amplitude de nicho intermediária ($0,20 < B_A \leq 0,48$). Finalmente, 27,7% das espécies registradas foram consideradas especialistas, ou seja, possuem nicho temporal estreito ($B_A < 0,20$) (Tabela 4).

A análise de sobreposição de nicho espacial, não diferiu do esperado ao acaso (valor observado = 0,28; valor simulado = 0,29; $p = 0,39$). No entanto, a sobreposição temporal foi maior que a esperada pelo acaso (valor observado = 0,59; valor simulado = 0,53; $p = 0,004$). Seis grupos de espécies com sobreposição espacial superior a 50% foram evidenciados na análise de agrupamento (Figura 2A): 1, *Dendropsophus elianeae*, *Hypsiboas punctatus* e *Hypsiboas raniceps*, espécies que apresentaram pico de abundância em P7; 2, *Dendropsophus minutus* e *Pseudis platensis*, espécies com pico de abundância em P5; 3, *Dendropsophus*

nanus e *Scinax fuscovarius*, espécies com pico de abundância em P3; 4, *Leptodactylus* sp., *Physalaemus centralis*, *Pseudopaludicola* sp. e *Scinax nasicus*, espécies que apresentaram pico de abundância em P2; 5, *Elachistoceis bicolor*, *Leptodactylus fuscus*, *Physalaemus marmoratus* e *Scinax* sp., espécies com pico de abundância em P8; 6, *Euphemphix nattereri* e *Physalaemus albonotatus*, espécies com pico de abundância em P6. *Phyllomedusa azurea* não foi associada a qualquer agrupamento, pois girinos dessa espécie foram mais abundantes em P1. Outros dois grupos de espécies com mais de 50% de sobreposição no eixo temporal foram evidenciados, sendo o primeiro deles (espécies abundantes ao longo da estação chuvosa) subdividido em dois subgrupos (Figura 2B): 1.1, *Dendropsophus elianeae*, *Dendropsophus minutus*, *Dendropsophus nanus*, *Phyllomedusa azurea*, *Physalaemus albonotatus*, *Physalaemus centralis*, *Physalaemus marmoratus*, *Pseudopaludicola* sp., *Scinax fuscovarius* e *Scinax* sp., espécies que apresentaram pico de abundância durante a estação chuvosa plena (novembro a janeiro); 1.2, *Elachistocleis bicolor*, *Eupemphix nattereri*, *Pseudis platensis* e *Scinax nasicus*, espécies com pico de abundância no início da estação chuvosa (outubro); 2, *Hypsiboas raniceps*, *Leptodactylus fuscus* e *Leptodactylus* sp., espécies que tiveram pico de abundância em dezembro. *Hypsiboas punctatus* não foi associada a nenhum agrupamento, pois girinos dessa espécie ocorreram apenas no mês de janeiro.

De acordo com o Teste de Mantel, não evidenciamos complementaridade de nicho entre as dimensões espacial e temporal ($r = 0,00$; $p = 0,49$). Adicionalmente, a sobreposição espacial foi independente da organização em guildas ($r = 0,02$; $p = 0,38$) ou das relações filogenéticas ($r = 0,06$; $p = 0,23$). Por outro lado, a sobreposição temporal apresentou correlação negativa com as guildas ecomorfológicas ($r = - 0,17$; $p = 0,04$) e com a proximidade filogenética das espécies ($r = 0,18$; $p = 0,03$). Entretanto, as guildas ecomorfológicas foram correlacionadas com a filogenia ($r = 0,30$; $p = 0,01$). Por fim, após retiramos o efeito filogenético, o teste de Mantel Parcial indicou que espécies similares em relação à composição das guildas de fato apresentaram menor sobreposição de nicho temporal ($r = - 0,24$; $p = 0,01$).

DISCUSSÃO

A família Hylidae, com dez espécies, foi a mais abundante nas poças amostradas, corroborando o padrão conhecido para a região Neotropical (Duellman 1988; Frost 2010), comumente observado em estudos de comunidades de adultos e girinos no Brasil (e.g. Prado & Pombal 2005; Conte & Rossa-Feres 2007; Vasconcelos et al. 2009; Kopp et al. 2010).

Phyllomedusa azurea apesar de ser a espécie mais abundante na área de estudo, apresentou nicho espacial estreito, indicando que a espécie foi especialista em relação à utilização das poças estudadas. Tal resultado evidencia que nem sempre a espécie mais abundante é a mais generalista. As espécies mais abundantes também podem ser aquelas que não utilizam uma grande gama de recursos, mas são especializadas em recursos relativamente mais abundantes em determinado local, ou simplesmente apresentam maior sucesso nas taxas de sobrevivência, desenvolvimento e crescimento da população (Polechová et al. 2009).

Consideramos uma espécie com nicho estreito se esta ocorre em condições específicas. Por outro lado, uma grande amplitude de nicho pode ser explicada pelo fato dos indivíduos terem a capacidade de modificar sua estrutura e fisiologia ao longo do tempo, de modo a sobreviver nas mais variadas condições do ambiente, ou seja, espécies que são mais plásticas fenotipicamente (Pillar 1994). No presente estudo, a maioria das espécies apresentou pequena amplitude de nicho espacial, mas esteve presente em mais de uma categoria de recurso (e.g. poça). Dessa forma, a baixa equitabilidade das espécies nas poças foi responsável pela baixa amplitude de nicho registrada. Nesses casos, a redução na amplitude de nicho espacial das espécies pode ser resultado de uma divisão temporal na exploração dos recursos, a fim de reduzir a competição (Holldobler & Wilson 1990). Santos et al. (2007) encontraram em região com pronunciada estação seca, maior número de espécies generalistas em relação ao uso do ambiente. Não obstante, as comparações com tal estudo são limitadas em decorrência das diferenças nas análises utilizadas.

Em relação à amplitude de nicho temporal, metade das espécies estudadas pode ser considerada com nicho amplo, pois estiveram presentes em mais de um mês de amostragem (exceto de *Leptodactylus fuscus* e *Leptodactylus* sp., que estiveram presente somente no mês

de dezembro). Apesar de ocorrerem em mais de um mês de amostragem, observamos diferenças nos picos de abundâncias entre as espécies nos diferentes meses, demonstrando uma segregação temporal. A ocorrência das espécies em mais de um mês de amostragem era esperada, tendo em vista o período de desenvolvimento das larvas até a metamorfose. As espécies com distribuição temporal curta podem possuir uma maior taxa de desenvolvimento, o que permitiria que ocupassem ambientes disponíveis e finalizassem seu ciclo antes da chegada de espécies competitivamente superiores ou dependentes de condições hídricas mais estáveis.

Vasconcelos et al. (2009) em seu estudo realizado em área sazonalmente seca no interior de São Paulo registrou a presença de algumas espécies durante mais de três meses de amostragem em uma mesma estação chuvosa. Naquele estudo, *Physalaemus cuvieri* foi registrado durante seis meses (outubro a março), enquanto no presente estudo a maior amplitude de nicho temporal registrada foi de leiuperídeos *Physalaemus centralis* e *P. albonotatus* (grupo *cuvieri*), respectivamente. Os girinos destas espécies se distribuíram equitativamente durante os seis meses de amostragem, demonstrando nicho temporal amplo.

Algumas espécies de hilídeos apresentaram nicho temporal amplo: *Dendropsopuhs elianeae* e *Dendropsophus nanus* (grupo *microcephalus*), *Scinax fuscovarius*, *Scinax nasicus* (clado *ruber*) e *Dendropsophus minutus* (grupo *minutus*). Vasconcelos et al. (2009) também registraram espécies pertencentes aos mesmos grupos (*D. minutus*, *D. nanus* e *S. fuscovarius*) durante mais da metade da estação chuvosa. Dessa forma, o nicho temporal amplo da maioria das espécies, dentro da estação chuvosa, decorre da forte sazonalidade climática encontrada na região, que limita a ocorrência das espécies a esse período, demonstrando a importância das chuvas na regulação da atividade reprodutiva de espécies que se distribuem em áreas tropicais sazonalmente secas. O tempo é considerado um eixo do nicho hipervolumétrico e as espécies podem apresentar segregação em relação à utilização desse recurso. As condições ambientais e disponibilidade de recursos (e.g. alimentares) variam ao longo do tempo (dias, meses, anos) e estas variações temporais parecem ter significativa importância na estruturação das comunidades. Dessa maneira, muitas espécies apresentam variação sazonal em sua ocorrência e em seus picos de abundância (Kronfeld-Schor & Dayan 2003).

De acordo com as análises de sobreposição de nicho, os resultados encontrados no presente estudo indicam que pares de espécies mais similares em relação à guilda ecológica estão mais segregados temporalmente que o esperado pelo acaso, mesmo quando retirado o

efeito da proximidade filogenética. Em comunidades, espécies filogeneticamente próximas fazem uso diferenciado de alguns recursos, essencialmente para diminuir a competição diante da similaridade ecológica (Lopes et al. 2005). De fato, a Teoria do limite de similaridade prediz que a competição interespecífica pode levar à redução na sobreposição de nichos de espécies competidoras (MacArthur & Levins 1967; Bulmer 1974). Portanto, a segregação temporal encontrada no presente estudo, pode ser um mecanismo utilizado para evitar a competição, bem como maximizar o uso das poças disponíveis na área estudada. Nossos resultados indicaram que a abordagem considerando guildas de espécies foi interessante para a investigação de padrões relacionados à partilha de nicho. Both et al. (2010) também concluíram que esse tipo de abordagem foi eficiente para a elucidação de padrões estruturais em comunidades de girinos no bioma Pampa. A relação de guildas ecomorfológicas com o padrão de similaridade no uso de recursos entre espécies parece ser recorrente em estudos sobre girinos. Eterovick & Barros (2003) encontraram em riachos na Serra do Cipó, que grupos de espécies com alta similaridade no uso de microhabitats pertenciam a diferentes guildas ecomorfológicas. Assim, o estudo de guildas parece ser apropriado quando o foco é a interação entre as espécies, considerando a composição faunística em sua totalidade e funcionalidade (Odum 1988).

A competição interespecífica tem sido uma das teorias mais disseminadas para explicar a estrutura das comunidades, pois inúmeros estudos têm demonstrado que as interações interespecíficas são o mecanismo responsável pela manutenção de muitos grupos animais (Gotelli & McCabe 2002). Espécies competidoras podem se excluir mutuamente, ou coexistir, caso haja algum tipo de segregação em uma das dimensões de seu nicho realizado (Begon et al. 2007). Segundo Toft (1985), a dimensão de nicho mais importante na estruturação das comunidades de girinos é o tempo. No entanto, Inger et al. (1986) argumentam que a segregação temporal em comunidades de girinos tem papel principal em regiões com grande sazonalidade, enquanto em ambientes de regiões não sazonais a partilha espacial tende a ser mais importante na estruturação das comunidades. Além da competição, uma hipótese alternativa para a segregação temporal evidenciada no presente trabalho pode ter relação com processos históricos e com as características das próprias espécies. As diferenças interespecíficas na fenologia reprodutiva podem refletir respostas individuais das espécies às mudanças sazonais do ambiente ou podem ser uma resposta às interações sazonais com espécies predadoras (Gascon 1992; Hero et al. 1998; Azevedo-Ramos et al. 1999).

Por fim, no presente estudo evidenciamos uma forte segregação temporal entre espécies similares à guilda ecomorfológica. Possivelmente este seja um mecanismo utilizado para diminuir as pressões competitivas entre espécies que podem apresentar grande sobreposição em alguma dimensão de seu nicho realizado (e.g. alimentar e/ou espacial). Portanto, nosso estudo demonstrou que a dimensão temporal teve forte influência sobre a estruturação de comunidades de girinos em áreas tropicais sazonalmente secas.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, M. & GOTELLI, N.J. 2001. **Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants.** *Oecologia* 126:134-141.

ALTIG, R. & JOHNSTON, G.F. 1989. **Guilds of anuran larvae: relationships among developmental modes, morphologies, and habitat.** *Herpetological Monographs* 3: 81-109.

ALFORD, R.A & WILBUR, H.M. 1985. **Priority effects in experimental pond communities: competition between *Bufo* and *Rana*.** *Ecology* 66: 1097-1105.

AZEVEDO-RAMOS, C., MAGNUSSON, W.E., BAYLISS, P. 1999. **Predation as the key factor structuring tadpole assemblages in a savanna area in a central Amazonia.** *Copeia* 1999: 22-33.

BEGON, M., TOWNSEND, C.R., HARPER, J.L. 2007. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas.** 4ª Edicao. Artmed Editora, Porto Alegre. 740p.

BOTH, C., CECHIN, S.Z., MELO, A.S., HARTZ, S.M. 2010. **What controls tadpole richness and guild composition in ponds in subtropical grasslands?** *Austral Ecology* no. doi: 10.1111/j.1442-9993.2010.02183.x.

BOTH, C., SOLE, M., SANTOS, T.G., CECHIN, S.Z. 2009. **The role of spatial and temporal descriptors for Neotropical tadpole communities in southern Brazil.** *Hydrobiologia* 124(1):125-138.

BOURLAG, N.E. 2002. **Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead.** In: Baliley(ed.). *Global warming and other eco-myths*.pp.29-60. Competitive Enterprise Institute Roseville, EUA.

BULMER, M.G. 1974. **Density-dependent selection and character displacement.** *American Naturalist* 108(959):45-58.

CARDOSO, A.J., ANDRADE, G.V., HADDAD, C.F.B. 1989. **Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Biologia* 49(1):241-249.

CONNOR, E.F. & SIMBERLOFF, D. 1986. **Competition, scientific methods, and null models in ecology.** *American Scientist* 74:155-162.

CONTE, C.E., ROSSA-FERES, D.C. 2007. **Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um remanescente de Floresta de Araucária no Sudeste do Paraná.** *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 1025-1037.

DIAMOND, J.M. & GILPIN, M. 1982. **Examination of the “null” model of Connor & Simberloff for species co-ocurrences on islands.** *Oecologia* 52: 64-74.

DUELLMAN, W.E. 1988. **Patterns of species diversity in anuran amphibians in the american tropics.** *Annual Missouri Botanic Garden* 75: 79-104.

ETEROVICK, P.C., BARROS, I.S. 2003. **Niche occupancy in south-eastern Brazilian tadpoles communities in montane-meadow streams.** *Journal Tropical Ecology* 19(4):439-448.

ETEROVICK, P.C., SAZIMA, I. 2000. **Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat and predation.** *Amphibia-Reptilia* 21:439-461.

FATORELLI, P., ROCHA, C.F.D. 2008. **O que molda a distribuição das guildas de girinos tropicais? Quarenta anos de busca por padrões.** *Oecologia Brasiliensis* 12:733-742.

FROST, D.R., GRANT, T., FAIVOVICH, J., BAIN, R.H., HAAS, A., HADDAD, C.F.B., DE SA, R., CHANNING, A., WILKINSON, M., DONNELLAN, S.C., RAXWORTHY, C., CAMPBELL, J.A., BLOTTO, B.L., MOLER, P., DREWES, R.A., NUSSBAUM, R.A., LYNCH, J.D., GREEN, D.M., WHEELER, W.C. 2006. **The amphibian tree of life.** *Bulletin of the American Museum of Natural History* 297:1-370.

FROST, D.R. 2010. **Amphibian Species of the World:** an online reference. Version 5.4, 2010. Disponível em: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/AmericanMuseumofNaturalHistory>>Acesso em: dez de 2010.

GASCON, C. 1992. **Aquatic predators and tadpole prey in Central Amazonia: Field data and experimental manipulations.** *Ecology* 73:971-980.

GOMES, R.B.J. 2001. **Florística e fitossociologia do estado arbóreo em áreas de Mata Semidecídua no assentamento Andalucia-Nioaque/MS.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Biologia/CCBS/Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

GOTELLI, N.J., GRAVES, G.R. 1996. **Null models in ecology.** Smithsonian Institution Press. Washington & London.

GOTELLI, N.J. 2000. **Null model analysis of species co-occurrence patterns.** Ecology 81: 2606-2621.

GOTELLI, N.J. & McCABE, D.J. 2002. **Species co-occurrence: a meta-analysis of J.M. Diamond's assembly rules model.** Ecology 83: 2091-2096.

GOTELLI, N.J., ENTSMINGER, G.L. 2009. **EcoSim: Null models software for ecology.** Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear, Jericho, VT05465. <http://garyentsminger.com/ecosim.htm>.

HARDIN, G. 1960. **The Competitive Exclusion Principle.** Science 131: 1292-1297.

HERO, J.M., GASCON, C., MAGNUSSON, W. 1998. **Direct and indirect effects of predation on tadpole community structure in the Amazon rainforest.** Australian Journal of Ecology 23: 474-482.

HEYER, W.R., McDIARMID, R.W., WEIGMANN, D.L. 1975. **Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics.** Biotropica 7: 100-111.

HEYER, W.R. 1976. **Studies on larval amphibian habitat partitioning.** Smithsonian Contributions to Zoology 242: 1-27.

HOLLOBLER, B. & WILSON, E.O. 1990. **The ants.** The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 733p.

HUTCHINSON, G.E. 1957. **Concluding remarks.** Cold Spring Harbour symposium on quantitative biology 22: 415-427.

INGER, R.F., VORIS, H.K., FROGNER, K.J. 1986. **Organization of a community of tadpoles in rainforest streams in Borneo.** *Journal of Tropical Ecology* 2: 193-205.

KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. **A Conservação do Cerrado brasileiro.** *Megadiversidade* 1(1): 147-155.

KOPP, K. SIGNORELLI, L., BASTOS, R.P. 2010. **Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil.** *Iheringia Serie Zoologica* 100(3): 192-200.

KREBS, C.J. 1999. **Ecological methodology.** Addison Wesley Educational Publishers, Menlo Park.

KRONFELD-SCHOR, N. & DAYAN, T. 2003. **Partitioning of time as an ecological resources.** *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 34: 153-181.

LOPES, P.P., LOUZADA, J.N.C., OLIVEIRA-REBOUCAS, P.L., NASCIMENTO, L.M., SANTANA-REIS, V.P.G. 2005. **Response of the Histeridae (Coleoptera) Community to Different Restinga Physiognomies in Espírito Santo State, Brazil.** *Neotropical Entomology* 34(1): 25-31.

LOSOS, J.B. 1996. **Phylogenetic perspectives on community ecology.** *Ecology* 77:1344-1354.

MacARTHUR, R., LEVINS, R. 1967. **The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species.** *American Naturalist* 101(921): 377-385.

MacARTHUR, R. 1972. **Geographical ecology.** Princeton University Press, Princeton.

MANLY, B.J.F. 2008. **Métodos Estatísticos Multivariados: uma introdução**. 3ª edição. Editora Artmed. Porto Alegre 229 p.

MAROUELLI, R.P. 2003. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no Cerrado brasileiro**. Monografia ISEA-FGV, Ecobusiness School. Brasília, Distrito Federal.

McDIARMID, R.W. & ALTIG, R. 1999. **Tadpoles: the Biology of anuran larvae**. Chicago: The University of Chicago Press. 444p.

MELO, G.V., ROSSA-FERES, D.C., JIM, J. 2007. **Variação temporal no sítio de vocalização em uma comunidade de anuros de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil**. *Biota Neotropica* 7(2): 93-102. *Biota Neotropica* v7 (n2) – <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn01707022007>.

MORIN, P.J. 1983. **Predation, competition, and the composition of larval anuran guilds**. *Ecology* 53: 119-138.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B., KENT, J. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature* 403: 853-858.

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

PAES, E.T. & BLINDER, P.B. 1995. **Modelos nulos e processos de aleatorização: algumas aplicações em ecologia de comunidades**. *Oecologia Brasiliensis* 2: 119-139.

PIANKA, E.P. 1973. **The structure of lizard communities**. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 4: 53-74.

PILLAR, V.D. 1994. **Interações entre organismos, fatores de ambiente e formação de comunidades vegetais.** Departamento de Botânica. Disponível em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>.

POLECHOVA, J., BARTON, N., MARION, G. 2009. **Species' range in space and time.** American Naturalistic 174(5): 186-201.

POMBAL, J.P. 1997. **Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia 57: 583-594.

POUGH, H.F., STEWART, M.M., THOMAS, R.G. 1977. **Physiological basis of habitat partitioning in Jamaican *Eleutherodactylus*.** Oecologia 27(4): 285-293.

PRADO, C.P.A., UETANABARO, M., HADDAD, C.F.B. 2005. **Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil.** Amphibia-Reptilia 26: 211-221.

PRADO, G.M., POMBAL, J.P. 2005. **Distribuição espacial e temporal dos anuros em um brejo da Reserva Biológica de Duas Bocas, sudeste do Brasil.** Arquivos do Museu Nacional 63(4): 687-705.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. 1998. **Fitosisionomias do Cerrado.** Pp. 89-166. In: Cerrado: ambiente e flora. Planaltina. EMBRAPA-CPAC. 556p.

ROHLF, F.J. 2000. **NTSYSpc 2.10s:** Numerical taxonomic and multivariate analysis System, Setauket (NY): Exeter Software.

ROSSA-FERES, D.C. & NOMURA, F. 2006. **Caracterização e chave taxonômica para girinos (Amphibia: Anura) da região noroeste do estado de São Paulo, Brasil.** Biota Neotropica 6(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n1/pt/abstract?identificationkey+bn00706012006>.

ISSN 1676-0611.

ROSSA-FERES, D.C., JIM, J. 1996. **Distribuição espacial em comunidades de girinos de anuros na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia-Anura).** Revista Brasileira de Biologia 56(2): 309-316.

SANTOS, T.G., ROSSA-FERES, D.C., CASSATTI, L. 2007. **Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste de São Paulo.** Iheringia, Serie Zoologia 97(1): 37-49.

SANTOS, T.G., KOPP, K., SPIES, M.R., TREVISAN, R., CECHIN, S.Z. 2008. **Distribuição temporal e especial de anuros em área de Pampa, Santa Maria, RS.** Iheringia serie Zoologia 98: 244-253.

SIH, A., CROWLEY, P., McPEEK, M.A., PETRANKA, J., STROHMEIER, K. 1985. **Predation, competition, and prey communities: a review of field experiments.** Annual review of ecology and systematic 16: 269-311.

SMOUSE, P.E, LONG, J.C, SOKAL, R.R. 1996. **Multiple regression and correlation extensions of the Mantel test of matrix correspondence.** Systematic Zoology 35(4):627-632.

TOFT, C.A. 1985. **Resource partitioning in amphibians and reptiles.** Copeia 1985: 1-21.

VANDERMEER, J.H. 1972. **Niche Theory.** The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 3: 107-132.

VASCONCELOS, T. S.; SANTOS, T. G.; ROSSA-FERES, D. C.; HADDAD, C. F. B. 2009. **Influence of the environmental heterogeneity of breeding ponds on anuran assemblages from southeastern Brazil.** Canadian Journal of Zoology 87(8): 699-707.

WILBUR, H.M. 1982. **Competition between tadpoles of *Hyla femoralis* and *Hyla gratiosa* in laboratory experiments.** Ecology 63: 278-282.

WINEMILLER, K.O., PIANKA, E.R. 1990. **Organization in Natural Assemblages of Desert Lizards and Tropical Fishes.** Ecological Monographs 60(1): 27-55.

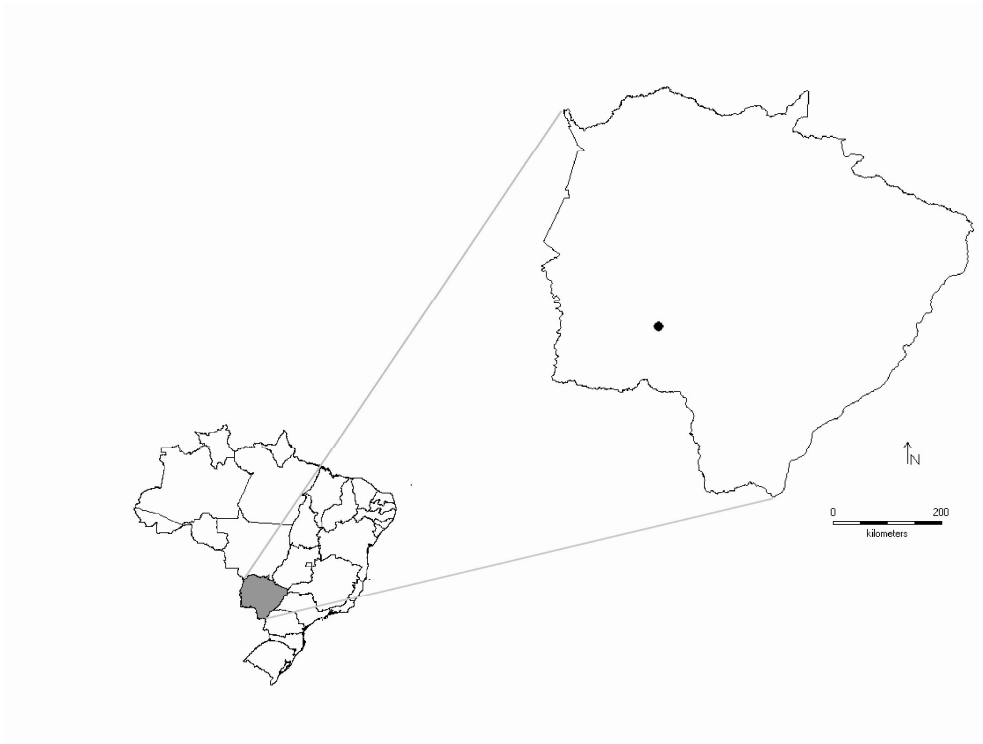


Figura 1: Localização geográfica da área de estudo no cerrado sul-mato-grossense, Brasil. O ponto indica a localização das Fazendas Santo Antônio e São Paulo, onde foram amostradas as comunidades de girinos, durante o período de outubro/2009 a março/2010.

Tabela 1: Localização e caracterização das oito poças amostradas quanto à comunidade de girinos no cerrado sul-mato-grossense. Área (m²), profundidade (m), hidroperíodo. (*) CER = Cerradão, PAS = Pastagens e CHA = Charco.

Poça	Coordenadas	Área (m ²)	Matriz*	Hidroperíodo
P1	21° 09' 08.0''S 56° 10' 35.4''W	135,91	CER	Semipermanente
P2	21° 09' 03.5''S 56° 09' 11.1''W	179,20	PAS	Temporária
P3	21° 10' 52.6''S 56° 12' 10''W	300,91	CHA	Semipermanente
P4	21° 10' 50,6''S 56 °12' 28,3''W	292,85	CHA	Temporária
P5	21° 10' 07,3''S 56 °09' 58,5''W	136,18	CER	Semipermanente
P6	21° 10' 46,3''S 56 °12' 28,5''W	431,22	CER	Permanente
P7	21° 10' 47,5''S 56° 11' 54,6''W	354,26	PAS	Semipermanente
P8	21° 09' 00.7''S 56° 10' 24.9''W	117,75	PAS	Temporária

Tabela 2: Abundância das dezoito espécies de girinos registradas no cerrado sul-mato-grossense, durante o período de outubro/2009 a março/2010. Abundância de cada espécie por poça amostrada, abundância total de espécies por poça e classificação de cada espécie de acordo com a guilda ecomorfológica (sensu Altig & Johnston (1989), McDiarmid & Altig (1999) e Rossa-Feres & Nomura (2006)).

Família/Espécies	Abundância								Total	Guilda ecomorfológica
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8		
Hylidae										
<i>Dendropsophus elianeae</i>	147	0	9	41	50	41	166	19	473	Macrófaga
<i>Dendropsophus. minutus</i>	0	31	24	259	670	6	14	0	1004	Macrófaga
<i>Dendropsophus nanus</i>	0	11	19	1	0	7	0	0	38	Nectônica
<i>Hypsiboas punctatus</i>	0	0	0	0	3	0	6	0	9	Bentônica
<i>Hypsiboas raniceps</i>	0	3	44	0	67	0	409	0	523	Bentônica
<i>Phyllomedusa azurea</i>	1352	0	257	105	203	43	41	0	2001	Suspensor-raspador
<i>Pseudis platensis</i>	0	0	0	0	21	0	5	0	26	Nectônica
<i>Scinax fuscovarius</i>	0	1	270	196	2	100	0	0	569	Nectônica
<i>Scinax nasicus</i>	39	435	216	92	40	216	318	155	1511	Nectônica
<i>Scinax sp.</i>	0	28	0	0	0	0	0	300	328	Nectônica
Leiuperidae										
<i>Eupemphix nattereri</i>	0	6	0	25	0	39	6	31	107	Bentônica
<i>Physalaemus albonotatus</i>	6	10	34	111	12	261	90	39	563	Bentônica
<i>Physalaemus centralis</i>	0	47	16	0	0	31	0	0	94	Bentônica
<i>Physalaemus marmoratus</i>	0	92	1	1	0	22	10	147	273	Bentônica
<i>Pseudopaludicola sp.</i>	0	26	5	0	0	6	0	0	37	Bentônicas
Leptodactylidae										
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	19	0	0	0	0	0	57	76	Bentônica
<i>Leptodactylus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2	Bentônica
Microhylidae										
<i>Elachistocleis bicolor</i>	0	13	4	0	1	15	74	81	188	Suspensor - filtrador
Total	1544	722	899	831	1069	787	1139	831	7822	

Tabela 3: Abundância das dezoito espécies de girinos registradas no cerrado sul-matogrossense, durante o período de outubro/2009 a março/2010. Abundância de cada espécie registrada em cada mês de amostragem, abundância total de cada espécie e abundância total para cada mês de amostragem.

Espécies	Meses						Total
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
Hylidae							
<i>Dendropsophus elianeae</i>	41	85	62	149	92	44	473
<i>Dendropsophus minutus</i>	142	350	176	220	83	33	1004
<i>Dendropsophus nanus</i>	3	7	14	8	2	4	38
<i>Hypsiboas punctatus</i>	0	0	0	4	0	5	9
<i>Hypsiboas raniceps</i>	19	62	378	51	11	2	523
<i>Phyllomedusa azurea</i>	478	674	535	192	87	35	2001
<i>Pseudis platensis</i>	11	0	6	5	2	2	26
<i>Scinax fuscovarius</i>	143	175	137	67	32	15	569
<i>Scinax nasicus</i>	483	219	402	252	119	36	1511
<i>Scinax</i> sp.	43	28	0	161	96	0	328
Leiuperidae							
<i>Eupemphix nattereri</i>	74	9	10	13	1	0	107
<i>Physalaemus albonotatus</i>	113	99	60	171	88	32	563
<i>Physalaemus centralis</i>	7	26	14	16	19	12	94
<i>Physalaemus marmoratus</i>	25	2	73	105	68	0	273
<i>Pseudopaludicola</i> sp.	1	15	8	11	0	2	37
Leptodactylidae							
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	0	76	0	0	0	76
<i>Leptodactylus</i> sp.	0	0	2	0	0	0	2
Microhylidae							
<i>Elachistocleis bicolor</i>	89	7	37	6	49	0	188
Total	1672	1758	1990	1431	749	222	7822

Tabela 4: Amplitude de nicho espacial e temporal para as dezoito espécies de girinos registradas no cerrado sul-matogrossense, durante o período de outubro/2009 a março/2010.

Espécie	Amplitude de nicho espacial	Amplitude de nicho temporal
Hylidae		
<i>Dendropsophus elianeae</i>	0,43	0,78
<i>Dendropsophus minutus</i>	0,13	0,67
<i>Dendropsophus nanus</i>	0,24	0,65
<i>Hypsiboas punctatus</i>	0,11	0,19
<i>Hypsiboas raniceps</i>	0,08	0,16
<i>Phyllomedusa azurea</i>	0,15	0,58
<i>Pseudis platensis</i>	0,06	0,51
<i>Scinax fuscovarius</i>	0,23	0,65
<i>Scinax nasicus</i>	0,63	0,67
<i>Scinax</i> sp.	0,02	0,36
Leiuperidae		
<i>Eupemphix nattereri</i>	0,37	0,19
<i>Physalaemus albonotatus</i>	0,35	0,78
<i>Physalaemus centralis</i>	0,22	0,85
<i>Physalaemus marmoratus</i>	0,20	0,48
<i>Pseudopaludicola</i> sp.	0,12	0,45
Leptodactylidae		
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0,08	0
<i>Leptodactylus</i> sp.	0	0
Microhylidae		
<i>Elachistocleis bicolor</i>	0,26	0,40
Amplitude média	0,20	0,47

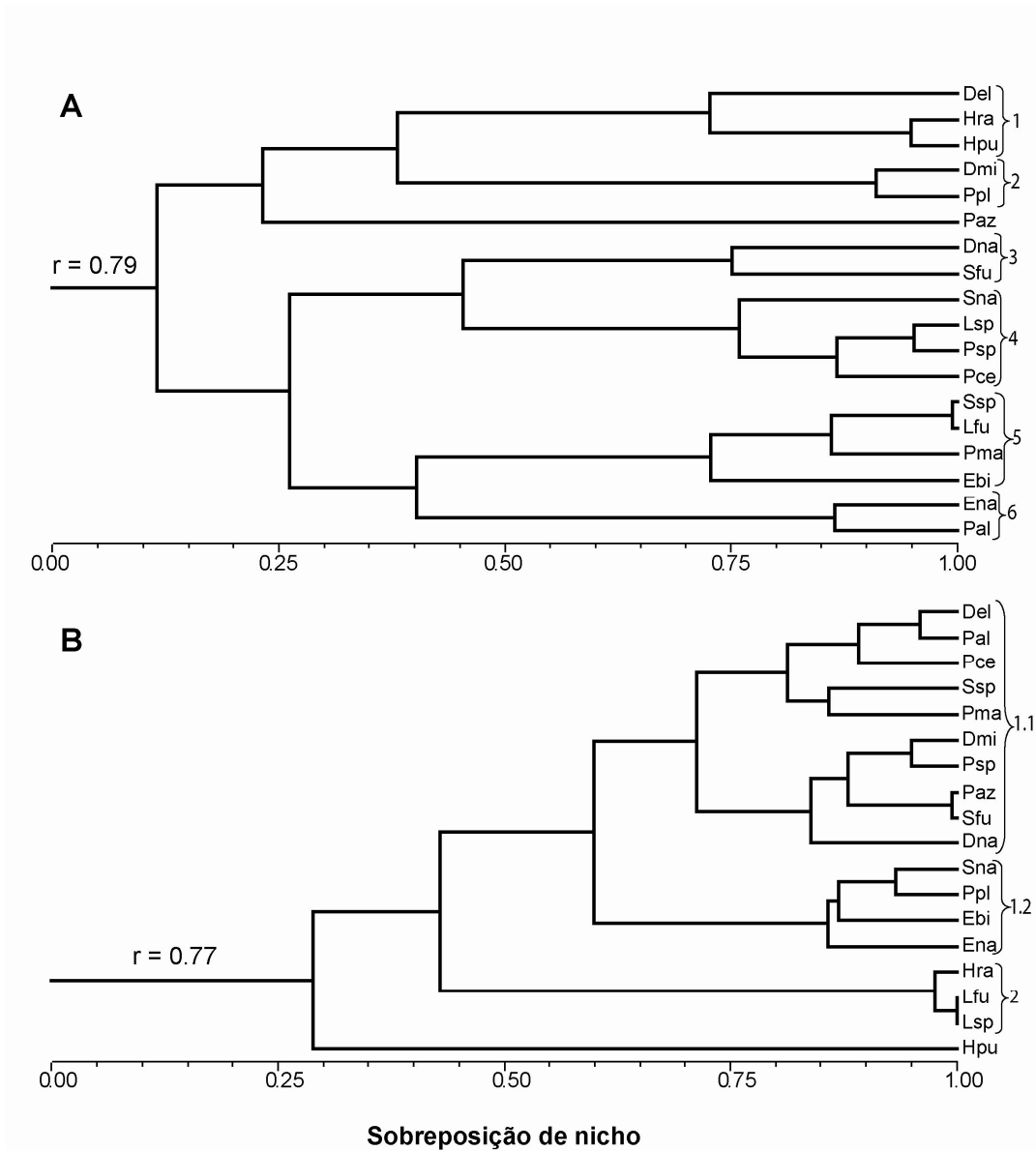


Figura 2: Cluster representando a análise de sobreposição de nicho para girinos de 18 espécies registradas em oito poças amostradas no cerrado sul-matogrossense, no período de outubro de 2009 a março de 2010: (A) sobreposição de nicho espacial (B) sobreposição de nicho temporal. Del: *Dendropsophus elianeae*; Dmi: *Dendropsophus minutus*; Dna: *Dendropsophus nanus*; Ebi: *Elaschistocleis bicolor*; Ena: *Eupemphix nattereri*; Hpu: *Hypsiboas punctatus*; Hra: *Hypsiboas raniceps*; Lfu: *Leptodactylus fuscus*; Lsp: *Leptodactylus* sp.; Pal: *Physalaemus albonotatus*; Paz: *Phyllomedusa azurea*; Pce: *Physalaemus centralis*; Pma: *Physalaemus marmoratus*; Ppl: *Pseudis platensis*; Psp: *Pseudopaludicola* sp.; Sfu: *Scinax fuscovarius*; Sna: *Scinax nasicus*; Ssp: *Scinax* sp.

CAPÍTULO II

ORGANIZAÇÃO DE COMUNIDADES DE GIRINOS (AMPHIBIA: ANURA) NO CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE: COMPLEXIDADE E ESPACIALIDADE DE POÇAS EM UM CONTEXTO TEMPORAL

RESUMO

A estrutura e a organização das comunidades são influenciadas por gradientes ambientais, por interações, bem como por processos ligados à autocorrelação espaço-temporal. No presente trabalho avaliamos a influência de descritores ambientais e da distribuição espacial de oito poças sobre comunidades de girinos ao longo de uma estação chuvosa em uma área de cerrado no Mato Grosso do Sul. Para testar a influência da heterogeneidade ambiental e da distribuição espacial das poças sobre as comunidades de girinos utilizamos análises de redundância (RDA), considerando três fases da estação (início, meio e final). No início da estação chuvosa, a área das poças e a porcentagem de vegetação marginal até 30 cm foram os únicos descritores relacionados à organização das comunidades. Durante a estação chuvosa plena, a porcentagem de margens com perfil plano, a profundidade e a porcentagem da vegetação marginal até 40 cm, bem como duas covariáveis espaciais explicaram a distribuição espacial das espécies. A análise de partição de variância realizada para o meio da estação chuvosa indicou que a maior parte da variação dos dados foi explicada pela interação dos descritores ambientais com as covariáveis espaciais, seguida pelas variáveis ambientais puras e pelas variáveis espaciais puras. Ao final da estação chuvosa, nenhum descritor ambiental ou espacial foi incluído no modelo. A organização das comunidades de girinos nas poças estudadas sofreu influência dos descritores ambientais, do componente espacial, bem como dos descritores ambientais espacialmente estruturados. No entanto, a importância de tais componentes variou ao longo da estação chuvosa, indicando que processos temporalmente dinâmicos são responsáveis pela organização espacial das comunidades larvárias estudadas.

Palavras-chave: Ecologia de comunidades. Heterogeneidade ambiental. Sazonalidade. Autocorrelação espacial.

ABSTRACT

ORGANIZATION OF COMMUNITIES TADPOLES (AMPHIBIA: ANURA) IN CERRADO OF MATO GROSSO DO SUL: COMPLEXITY AND SPATIALITY OF PONDS IN A TEMPORAL CONTEXT

The structure and organization of communities are influenced by environmental gradients, by interactions, as well as processes related to spatial-temporal autocorrelation. In this study we evaluated the influence of environmental descriptors and spatial distribution of eight ponds on tadpole communities along a rainy season in a Cerrado area in Mato Grosso do Sul. To test the influence of environmental heterogeneity and spatial distribution of ponds on the communities of tadpoles we used analysis of redundancy (RDA), considering three stages of the season (beginning, middle and end). At the beginning of the rainy season, the area of ponds and the percentage of marginal vegetation until 30 cm were the only descriptors related to the organization of communities. During the middle rainy season, of the percentage of banks with flat profile, the depth and the percentage of marginal vegetation up to 40 cm, as well as two spaces covariates explained the spatial distribution of species. The analysis of variance partition performed to the middle of the rainy season indicated that most of the data variation was explained by the interaction of environmental descriptors with spatial covariates, followed by environmental and by pure spatial variables. At the end of the rainy season, no environmental or spatial descriptor was included in the model. The organization of communities of tadpoles in the ponds studied was influenced by the environmental descriptors, the spatial component, as well as environmental descriptors spatially structured. However, the importance of these components varied throughout the rainy season, indicating that temporally dynamic processes are responsible for larval spatial organization of the communities studied.

Keywords: Community ecology. Environmental heterogeneity. Seasonality. Spatial autocorrelation.

INTRODUÇÃO

A estrutura e a organização das comunidades biológicas são influenciadas pela estrutura do habitat e pelas relações entre os organismos e o ambiente (Poff 1997). Ambientes estruturalmente complexos podem fornecer mais nichos e formas diversas de exploração de recursos, aumentando assim a riqueza de espécies (Tews 2004). Parker et al. (2001) sugerem que as comunidades animais respondem às variações ambientais, indicando que quanto mais diversificados são os recursos do ambiente, mais ricas e complexas são as comunidades. De fato, diversos trabalhos demonstraram que a heterogeneidade ambiental pode afetar a dinâmica das populações, a estrutura das comunidades e o funcionamento dos ecossistemas (e.g. Kareiva 1990; Palmer 1992; Cooper et al. 1997). Além disso, a composição das espécies em comunidades pode variar em função de mudanças das características ambientais ao longo do tempo (McNaughton 1983).

Os ecólogos têm buscado compreender a influência dos mecanismos regionais e locais sobre composição das comunidades, para tanto, algumas teorias tem sido propostas e constantemente testadas (De Marco Junior 2006). A Teoria da Neutralidade de Hubbell (2001) é uma delas e considera que as espécies que compõem as comunidades são equivalentes, ou seja, possuem as mesmas chances de dispersar, reproduzir e morrer. Desta forma, a composição das comunidades flutuaria em função de processos estocásticos (e.g. extinção, migração, especiação, dispersão). Hubbell (2001) ainda sugere que em função da capacidade de dispersão das espécies, a distância geográfica teria grande influência sobre a composição das comunidades. Por outro lado a Teoria de Nicho postula que as diferenças de nicho entre as espécies, suas tolerâncias, exigências ambientais e habilidades competitivas determinam sua coexistência e conseqüentemente a composição das comunidades, enfatizando a importância dos mecanismos que agem localmente (Thompson & Townsend 2006).

Os fatores espaciais que afetam a estrutura e a organização das comunidades podem ser divididos em duas categorias: i) processos locais, que incluem a heterogeneidade ambiental e a interação entre as espécies, e ii) processos regionais, que incluem a dispersão e

a conectividade de habitats (Nabout et al. 2009). Em um enfoque regional, os fatores históricos e geográficos podem ter grande influência na composição e organização das comunidades, enquanto que localmente a complexidade estrutural e os fatores ambientais são importantes para determinar a distribuição das espécies (Tews 2004; Vitt & Pianka 2005). No entanto, apesar da reconhecida importância do ambiente e do espaço sobre as espécies, a importância da escala temporal não pode ser desprezada (Van Buskirk 2005).

Para anfíbios anuros, Toft (1985) ressalta que as condições ambientais exercem influência na estruturação e na regulação das comunidades, já que muitas variáveis podem influenciar a atividade das espécies (Oseen & Wassersug 2002). Ambientes heterogêneos, por exemplo, podem possibilitar a coexistência de um maior número de espécies por apresentarem maior disponibilidade de microhabitats (Pombal Jr. 1997). Apesar da ocupação dos ambientes por parte das comunidades larvárias depender da escolha do sítio de oviposição dos adultos, a heterogeneidade ambiental pode ter papel importante na estruturação das comunidades de girinos, pois estes parecem ocupar microhabitats diferentes nos corpos d'água (Eterovick & Fernandes 2001; Eterovick & Barros 2003). Van Buskirk (2005) ressalta que a ocorrência e a abundância das espécies em comunidades de girinos podem ser resultantes da combinação entre efeitos locais e da paisagem, mas reforça que a influência das variáveis espaciais em grande escala tem maior relação com os anuros adultos, pois refletem a disponibilidade, as condições e o uso de habitats por estes. Dessa forma, estudos sugerem que as características físicas das poças (e.g. área, formato, profundidade, hidroperíodo), exercem grande influência sobre os processos bióticos e abióticos, sendo ser determinantes da composição e da organização das comunidades animais (Elsó & Giller 2001; Schneider & Frost 1996). Por fim, Ceotto et al. (2001) sugerem que principalmente a profundidade e o tamanho das poças são importantes para a disponibilidade de recursos nesses ambientes.

Os girinos de diferentes espécies podem responder de maneiras distintas às características das poças: alguns demonstram preferência por poças pequenas como um mecanismo para reduzir a pressão de predação (mesmo correndo risco de altas taxas de mortalidade em função da instabilidade hídrica destes ambientes) (Pearman 1995; Wilbur 1997), enquanto outros desenvolveram mecanismos (e.g. impalatabilidade) que permitem a utilização de poças maiores com maior persistência hídrica (Hero et al. 2001). De fato, a composição dos habitats e das comunidades varia continuamente no tempo e no espaço e cada espécie responde individualmente ao ambiente e às interações com outras espécies (Whittaker

1956). Considerando que nenhum sistema biológico é constante (Micheli et al. 1999), admite-se que existam pequenas oscilações ou distúrbios atuando sobre eles, em diferentes escalas temporais. Dessa forma, alguns eventos causam mudanças na estrutura dos ambientes (Clark & Clark 1989), ocasionando a sucessão de espécies nestes habitats.

Levando em consideração que a distribuição das espécies/organismos pode estar relacionada a fatores ambientais altamente variáveis no tempo (e.g. sazonalidade) (Menna-Barreto 2003), definimos uma escala de trabalho temporal (estação chuvosa) e objetivamos no presente estudo, avaliar a influência das mudanças estruturais e ambientais de poças, bem como a influência do componente espacial, ao longo do tempo, buscando relacioná-las com a organização das comunidades de girinos em área de Cerrado do centro-oeste do Brasil. Dessa forma, avaliamos a influência da espacialidade e da complexidade ambiental sobre as comunidades larvárias de anuros, em um contexto temporal.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado nas Fazendas Santo Antônio (UTM 586599 E; 7659172 N) e São Paulo (UTM 586218 E; 7661286 N), município de Nioaque, sudoeste do estado do Mato Grosso do Sul. A área estudada encontra-se no bioma Cerrado, região de grande riqueza e singularidade biológica, sendo considerado um dos principais *hotspots* de biodiversidade mundial (Myers et al. 2000). O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, concentrando 5% da flora e fauna mundiais (Marouelli 2003), ocupando cerca de 21% do território nacional (Bourlag 2002).

Para Ribeiro & Walter (1998), o Cerrado como bioma apresenta 11 tipos fisionômicos gerais, incluindo formações florestais (e.g. Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Savana Florestada). Fitofisionomicamente, a região é caracterizada pela predominância da chamada Savana Florestada (Cerradão), tipologia florestal que ocorre geralmente em forma de manchas ou maciços com comportamento semidecíduo, entremeado a outras formações de Cerrado, ou

ainda, ocorre como um ecótono delimitando a zona de contato entre duas fitofisionomias (e.g. Mata de Galeria e Cerrado típico) (Ribeiro & Walter 1998). Na área estudada, as atividades desenvolvidas são principalmente a pecuária, com extensa substituição da vegetação nativa por pastagens.

O clima da região é do tipo “Aw” de Köppen, caracterizado por duas estações bem definidas, uma estação chuvosa que se estende de outubro a março e uma estação seca, de abril a setembro. A temperatura média varia de 19°C a 28°C, e pluviosidade média é inferior a 2000 mm/ano (Gomes 2001).

Amostragens

Amostramos oito poças na área estudada (Figura 1), mensalmente durante uma estação chuvosa, que compreendeu o período de outubro de 2009 a março de 2010. Em regiões com clima sazonal, principalmente em relação à chuva, o maior número de espécies de anfíbios se reproduz na estação chuvosa (e.g. Prado et al. 2005, Fatorelli & Rocha 2008), motivo pelo qual nossa amostragem se restringiu a essa estação. Para a coleta dos girinos utilizamos puçá de cabo longo, com malha metálica de três mm. O esforço amostral constituiu em realizar a varredura com puçá, uma única vez, ao longo de toda margem das poças, no período diurno. Assim, o esforço amostral foi proporcional ao tamanho de cada poça (Heyer 1976; Santos et al. 2007; Both et al. 2009).

Os girinos coletados foram fixados imediatamente em formalina 10%. O material coletado foi posteriormente identificado (até espécie) no Laboratório de Herpetologia da Universidade Federal de Santa Maria.

Descritores ambientais

Em cada poça registramos uma série de variáveis, bióticas e abióticas. As variáveis físico-químicas, bem como a riqueza e abundância de potenciais predadores, foram registrados mensalmente a cada visita às poças, enquanto as variáveis utilizadas para a

caracterização da complexidade do habitat foram registradas três vezes durante o período de coleta (início, meio e final da estação chuvosa):

- *Variáveis físico-químicas da água:* pH, oxigênio dissolvido e temperatura. Todas as medições foram realizadas em campo, utilizando os oxímetro digital portátil modelo AT-150 (Alfakit®) e pHmetro portátil MPH-101 (Minipa®), para determinar o oxigênio, pH e a temperatura, respectivamente.

- *Variáveis de complexidade do hábitat:* área (m), profundidade (m), hidroperíodo (temporária, semipermanente e permanente), tipo de matriz (campo, mata, charco), inclinação das margens (margem plana ou margens inclinadas: 45° ou 90°), porcentagem de cobertura vegetal (nas margens e no espelho d'água), altura da vegetação (nas margens e no espelho d'água), troca d'água (estagnada ou constante troca), número de estratos vegetais (nas margens e no espelho d'água).

Análises Estatísticas

Para verificarmos a influência das variáveis ambientais sobre a organização das comunidades de girinos nas oito poças amostradas utilizamos análise de gradiente direto. A escolha do modelo mais adequado foi realizada utilizando uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA). Essa análise determina o tamanho do gradiente observado na dispersão das amostras em função das espécies (sensu Braak & Smilauer 1998). O gradiente encontrado foi considerado intermediário (i.e. DP = 3,88), indicando que tanto métodos lineares (e.g. Análise de Redundância) quanto unimodais (e.g. Análise de Correspondência Canônica) poderiam ser utilizados para a análise dos dados.

Optamos por realizar a Análise de Redundância (RDA), que pressupõe uma relação linear dos gradientes ambientais com a abundância das espécies. A RDA é uma análise utilizada para verificar quais as variáveis mais contribuem para explicar a variância nos dados das espécies, bem como qual a porcentagem desta variância é explicada pelas variáveis ambientais. Assim, realizamos três RDA's, considerando três fases da estação chuvosa: início (outubro), meio (janeiro) e final (março). Para cada RDA, construímos três matrizes: i) matriz de abundância total das espécies ao longo das oito poças amostradas; ii) matriz das variáveis

ambientais coletadas nas oito poças; iii) matriz covariável representando a distribuição espacial das poças. A matriz espacial foi construída utilizando os nove termos de uma equação de regressão de tendência cúbica (Borcard et al. 1992), a partir das coordenadas de latitude (x) e longitude (y) das poças. Assim, incluímos em nossa análise um componente espacial que permite capturar além dos gradientes espaciais lineares (distância geográfica), padrões espaciais mais complexos (Buckley et al. 2004). Esta última matriz foi utilizada para verificarmos se a autocorrelação espacial (i.e. a proximidade geográfica) influenciou a organização das comunidades de girinos nas poças estudadas. Em caso afirmativo, nós realizamos uma extensão da Análise de Redundância, a Análise de Redundância Parcial (pRDA) para particionar a variação dos dados de abundância das espécies nos seguintes componentes: (a) efeito puramente ambiental, (b) efeito puramente espacial, (c) efeito ambiental espacialmente estruturado e (d) variação inexplicada (sensu Borcard et al. 1992).

Nós realizamos as análises no programa CANOCO ver. 4.5 (ter Braak & Smilauer 1998) e testamos a significância das variáveis e covariáveis incluídas no modelo, bem como a significância dos eixos da RDA, utilizando 999 permutações de Monte Carlo. Adicionalmente, para verificarmos a multicolinearidade das variáveis e covariáveis, utilizamos o *Fator de Inflação de Variância* (VIF). De acordo com esse método, as variáveis e covariáveis incluídas no modelo devem apresentar $VIF > 0$ e < 20 (ter Braak 1986).

Antes de realizarmos as análises multivariadas, transformamos a abundância das espécies, bem como as variáveis ambientais (raiz quadrada ou arco seno) e padronizamos pelo desvio padrão. Este procedimento foi adotado para evitar o efeito das espécies dominantes e o efeito de diferentes escalas nas análises, respectivamente (Clarke & Gorley 2006).

RESULTADOS

Registramos 18 espécies de girinos nas oito poças monitoradas (Tabela 1). Os eixos da RDA realizada para o início da estação chuvosa foram significativos ($p = 0,004$). Os quatro eixos da RDA explicaram 85,1% da variação dos dados, sendo que os dois primeiros eixos explicaram 52,8% desta variação, o primeiro eixo explicou 29,5% da variação total e segundo explicou os restantes 23,3% (Tabela 2). As variáveis ambientais incluídas no modelo foram:

área e porcentagem da vegetação da margem com até 30 cm de altura (ambas com VIF = 1,02 e $p < 0,05$). Nenhuma covariável espacial foi incluída no modelo para esse mês ($p > 0,30$). O primeiro eixo da RDA foi principalmente correlacionado com a área ($r = - 0.74$), enquanto o segundo eixo foi correlacionado com a altura da vegetação ($r = - 0.91$) (Tabela 3). No triplot, a abundância de pelo menos sete das 18 espécies analisadas (39%) teve relação positiva com o tamanho das poças (Figura 2): *Dendropsophus elianeae*, *Elachistocleis bicolor*, *Hypsiboas raniceps*, *Physalaemus albonotatus*, *Pseudopaludicola* sp., *Scinax fuscovarius* e *Scinax nasicus*.

Quanto à estação chuvosa plena (janeiro), os quatro eixos da RDA explicaram 80% da variação dos dados. Os dois primeiros eixos explicaram 51,3% da variação dos dados, sendo que o primeiro eixo explicou 32,6% da variação total e o segundo os restantes 18,7% (Tabela 4). As variáveis incluídas nesse modelo foram: porcentagem de margem da poça com perfil plano ($p = 0,08$; VIF = 1,28), profundidade ($p = 0,04$; VIF = 1,16) e porcentagem da vegetação até 40 cm ($p = 0,08$; VIF = 1,28). Duas covariáveis espaciais também apresentaram relação com a distribuição das espécies nas poças e, portanto foram incluídas no modelo: T4 ($p = 0,01$; VIF = 3,31) e T7 ($p = 0,01$; VIF = 3,31). O primeiro eixo da pRDA foi principalmente relacionado com a porcentagem de margens planas ($r = - 0,88$) e a porcentagem da vegetação com até 40 cm de altura ($r = 0,76$), enquanto o segundo eixo foi principalmente relacionado com a profundidade ($r = - 0,72$) e com porcentagem de margens planas ($r = 0,55$) (Tabela 5). Pela partição da variância, encontramos que a maior parte da variação dos dados (38,1%) foi explicada pela interação das variáveis ambientais com as covariáveis espaciais (i.e. variáveis ambientais espacialmente estruturadas), seguida pelas variáveis ambientais puras (28,5%) e, por fim, pelas variáveis espaciais puras (16,1%) (Figura 3). No triplot parcial, *Physalaemus albonotatus* apresentou maior relação com a porcentagem vegetação com até 40 cm de altura, enquanto que *Dendropsophus minutus*, *Phyllomedusa azurea* e *Scinax fuscovarius* foram mais relacionadas à maior profundidade das poças (Figura 4). Ao final da estação chuvosa, nenhuma variável ou termo espacial foi incluído no modelo ($p > 0,5$).

DISCUSSÃO

As variáveis ambientais e espaciais mais relacionadas à organização das comunidades de girinos estudadas variaram ao longo da estação chuvosa. No início da estação, a área das poças e a altura da vegetação tiveram maior importância sobre a composição e a abundância das espécies nas poças.

Estudos têm indicado que o tamanho das poças influencia a composição das espécies, tanto em relação aos anuros adultos, quanto em relação à composição das comunidades larvárias (Pearman 1993; Pearman 1995; Zelmer et al. 1999). Segundo Kiflawi et al. (2003), poças maiores são consideradas “alvos” maiores para colonizadores e podem oferecer maior diversidade de microhabitats, muitas vezes diminuindo as taxas de extinção local por suportarem maiores populações, além de oferecerem condições físico-químicas mais estáveis. De fato, as flutuações hidrológicas nesses sistemas geralmente não são drásticas ao ponto de produzirem mortalidade em massa de organismos, o que possibilita o desenvolvimento de comunidades mais complexas (Collinson et al. 1995). Por outro lado, poças rasas e temporárias secam completamente, muitas vezes de forma imprevisível, ocasionando grandes perdas de desovas e girinos (Santos et al. 2007). Nesse caso, anuros adultos poderiam escolher poças maiores como sítio de oviposição, pois segundo Silva & Giaretta (2008) eles parecem distinguir características estruturais, físicas e químicas das poças. Adicionalmente, o tamanho das poças pode influenciar a distribuição espacial dos girinos, permitindo que estes explorem diferentes regiões dentro da poça (e.g. regiões mais profundas, mais vegetadas, mais distantes das margens) (Prado et al. 2009).

Quanto à altura da vegetação marginal, esta foi uma variável importante no início e no auge da estação chuvosa estudada. Tal influência sobre a organização das comunidades de girinos pode estar relacionada à entrada de matéria orgânica nos sistemas aquáticos (Henry et al. 1994), pois a vegetação marginal é considerada uma importante fonte energética para muitas espécies (Hodkinson 1975). De acordo com Vannote et al. (1980), a vegetação do entorno de pequenos corpos d'água pode influenciar a composição e a distribuição da fauna, contribuindo com a entrada de material alóctone. Adicionalmente, a vegetação marginal reduz

a radiação solar que penetra nas poças (Lauck et al. 2005), protegendo ovos e girinos de uma intensa exposição a radiações ultravioleta. De fato, a radiação UV-B tem sido apontada por alguns estudos como sendo umas das causas de declínio de populações de anfíbios em todo mundo (Blaustein et al. 1994; Kiesecker et al. 2001; Blaustein & Kiesecker 2002; Collins & Storfer 2003). O efeito da incidência de raios UV-B sobre ovos e larvas pode ser direto, através da mortalidade de indivíduos, afetando o sucesso de eclosão e desenvolvimento dos ovos e embriões (Blaustein et al. 1994), ou indiretos, quando combinado com outros fatores bióticos ou abióticos (e.g. fungos; pH ácido) (Kiesecker & Blaustein 1995; Long et al. 1995).

No auge da estação chuvosa, outros descritores ambientais (profundidade, porcentagem de margem plana nas poças e variáveis espaciais) influenciaram a organização da comunidade de girinos. A importância das margens planas das poças parece estar relacionada com condições e disponibilidade de recursos suficientes para o desenvolvimento das larvas (e.g. microhabitats e locais de refúgio e/ou forrageamento). Margens planas são rasas e por isso apresentam temperaturas elevadas, suportam grande riqueza de fitoplâncton e zooplâncton, bem como são densamente colonizadas por vegetação aquática (Scheffer et al. 2006). Assim, tais condições ambientais podem acelerar o processo de metamorfose das larvas, além de fornecer refúgios contra predadores (Scheffer 1998), aumentando a diversidade local.

Girinos de pelo menos três espécies (*Dendropsophus minutus*, *Phyllomedusa azurea* e *Scinax fuscovarius*) foram associados a poças mais profundas. Nesse caso, a altura da coluna d'água parece ser importante por aumentar a disponibilidade de recursos alimentares, já que os girinos daquelas espécies forrageiam na coluna d'água, geralmente em áreas sem vegetação (D.A., obs. pes.). Por outro lado, girinos com o corpo deprimido, como é o caso de *Elachistocleis bicolor*, *Euphemphix nattereri*, *Hypsiboas raniceps* e *Pseudopaludicola* sp., são considerados bentônicos e, no presente estudo, foram relacionados aos ambientes mais rasos. Girinos bentônicos se alimentam de matéria orgânica depositada no substrato ou de algas aderidas a substratos submersos (Heyer 1973). Esse hábito pode estar relacionado à ocupação de poças mais rasas, pois girinos pertencentes a essa guilda ecomorfológica teoricamente não necessitariam deslocar-se verticalmente na coluna d'água.

Em nosso estudo verificamos a influência do componente espacial na estação chuvosa plena. De acordo com a Teoria da Neutralidade de Hubbel (2001), os mecanismos que geram as diferenças entre os padrões de composição das espécies estão ligados à capacidade de

dispersão dos indivíduos (McGill et al. 2006). A teoria de Hubbel preconiza ainda que a dissimilaridade entre as comunidades aumenta com o aumento da distância entre os sítios, independente das diferenças ambientais entre eles. No entanto, a dissimilaridade pode aumentar tanto por limitações de distribuição, bem como pela probabilidade de locais mais distantes terem condições ambientais diferentes (Jones et al. 2006). De qualquer forma, comunidades mais próximas geograficamente deveriam ser mais similares do que comunidades mais distantes. Assim, poças podem ser consideradas manchas de ambientes aquáticos, segundo a Teoria Neutra da biogeografia de ilhas, onde ambientes mais próximos tem tendência a apresentar uma composição de espécies mais similares, em decorrência da capacidade de migração e dispersão das espécies (Hubbell 2001).

Chu et al.(2007) ressalta que a Teoria Neutra da Biodiversidade e Biogeografia consegue explicar melhor padrões relacionados a organismos residentes, que tem maiores restrições quanto à dispersão. Tal pressuposto é bastante plausível no contexto do presente estudo, já que anfíbios anuros têm pouca capacidade de dispersão (Rothermel & Semlitsch 2002). O fato de a espacialidade ser um componente importante na organização das comunidades de girinos no auge da estação chuvosa indica que nesse período ocorre migração de anuros adultos engajados em reprodução entre as poças estudadas. Por outro lado, no início da estação chuvosa o componente espacial não foi importante na organização das comunidades, sugerindo que nesse período a colonização dos corpos d'água foi baseada nas variáveis puramente ambientais. A organização das comunidades de girinos ao final da estação não apresentou relação com as variáveis ambientais, nem espaciais. Este resultado já era esperado, pois a rigorosa sazonalidade climática que encerra a estação chuvosa da região nessa época do ano também restringe a reprodução dos anuros. Assim, nesse período a maioria das espécies já encerrou a atividade reprodutiva e grande parte das larvas já sofreram metamorfose.

No presente estudo, a organização das comunidades de girinos em poças sofreu influência das características ambientais, do componente espacial, bem como do componente ambiental espacialmente estruturado. Entretanto, a interação e a importância de cada um desses componentes foram dinâmicas ao longo do tempo, indicando que a estrutura e organização das comunidades larvárias é fortemente afetada por inúmeros fatores bióticos e abióticos que atuam em escalas locais e regionais.

REFERÊNCIAS

BLAUSTEIN, A.R., HOFFMAN, P.D., HOKIT, D.G., KIESECKER, J.M., WALLS, S.C., HAYS, J.B. 1994. **UV repair and resistance to solar UV-B in amphibian eggs: A link to population declines?** Proceedings of the National Academy of Sciences 91: 1791-1795.

BLAUSTEIN, A.R., KIESECKER, J.M. 2002. **Complexity in conservation: Lessons from the global decline of amphibian populations.** Ecological Letters 5: 597-608.

BORCARD, D., LEGENDRE, P. DRAPEAU, P. 1992. **Partialling out the special component of ecological variation.** Ecology 73: 1045-1055.

BORLAUG, N.E. 2002. **Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead.** In: Baliley(ed.). Global warming and other eco-myths.pp.29-60. Competitive Enterprise Institute Roseville, EUA.

BOTH, C., SOLE, M., SANTOS, T.G., CECHIN, S.Z. 2009. **The role of spatial and temporal descriptors for Neotropical tadpole communities in southern Brazil.** Hydrobiologia 124(1): 125-138.

BOTH, C., CECHIN, S.Z., MELO, A.S., HARTZ, S.M. 2010. **What controls tadpole richness and guild composition in ponds in subtropical grasslands?** Austral Ecology no. doi: 10.1111/j.1442-9993.2010.02183.x.

BUCKLEY, H.L., BURNS, J.H., KNEITEL, J.M., WALTERS, E.L., MUNGUIA, P., MILLER, T.E. 2004. **Small-scale patterns in community structure of *Sarracenia purpurea* inquilines.** Community Ecology 5(2): 181-188.

CEOTTO, P.C., PACHECO, A.M.F., SCOSS, L.M., CAMARGO, M., PINHEIRO, P.S. 2001. **Efeito do isolamento em poças sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, no arquipélago das Anavilhanas, AM.** In: Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazonica" (Venticinque, E., Zuanon, eds.). PDBFF/INPA, Manaus.

CLARK, D.B., CLARK, D.A. 1989. **The role of physical damage in tree seedling mortality regime of a neotropical tree.** Biotropica 19:236-244.

CLARKE, K.R., GORLEY, R.N. 2006. **Software PRIMER v6.** PRIMER-E, Plymouth UK.

CHU, C.J., WANG, Y.S., DU, G.Z., MAESTRE, F.T., LUO, Y.J., WANG, G. 2007. **On the balance between niche and neutral processes as drivers of community structure along a successional gradient: insights from alpine and subalpine meadow communities.** *Annals of Botany* 100: 807-812.

COLLINS, J.P., STORFER, A. 2003. **Global amphibian declines: Sorting the hypotheses.** *Diversity and Distributions* 9: 89-98.

COLLINSON, N.H., BIGGS, J., CORFIELD, A., HODSON, M.J., WALKER, M., WHITFIELD, M., WILLIAMS, P.J. 1995. **Temporary and Permanent Ponds - an Assessment of the Effects of Drying out on the Conservation Value of Aquatic Macroinvertebrate Communities.** *Biological Conservation* 74(2): 125-133.

COOPER, S.D., BARMUTA, L., SARNELLE, O., KRATZ, K. DIEHL, S. 1997. **Quantifying spatial heterogeneity in streams.** *Journal of the North American Benthological Society* 16(1): 174-188.

DE MARCO JUNIOR, P. 2006. **Uso de modelos aditivos generalizados na estimativa da distribuição potencial das espécies.** *Megadiversidade* 3(1-2): 38-45.

ELSO, J.I., GILLER, P.S. 2001. **Physical characteristics influencing the utilization of pools by brown trout in an afforested catchment in Southern Ireland.** *Journal of Fish Biology* 58: 201-221.

ETEROVICK, P.C. & FERNANDES, G.W. 2001. **Tadpoles distribution within montane meadow streams at the Serra do Cipo, southeastern Brazil: Ecological or phylogenetic constraints?** *Journal of Tropical Ecology* 17: 683-693.

ETEROVICK, P.C., BARROS, I.S. 2003. **Niche occupancy in south-eastern Brazilian tadpoles communities in montane-meadow streams.** *Journal Tropical Ecology* 19(4): 439-448.

FATORELLI, P., ROCHA, C.F.D. 2008. **O que molda a distribuicao das guildas de girinos tropicais? Quarenta anos de busca por padrões.** *Oecologia Brasiliensis* 12: 733-742.

GOMES, R.B.J. 2001. **Florística e fitossociologia do estado arbóreo em áreas de Mata Semidecídua no assentamento Andalucia-Nioaque/MS.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Biologia/CCBS/Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

HENRY, R., UIEDA, V.S. AFONSO, A.A.O., KIKUCHI, R.M., 1994. **Input of allochthonous matter and structure of fauna in a brazilian headstream.** *Verhandlungen Internationalen Verein Limnologie* 25:1866-1870

HERO, J.M., MAGNUSSON, W.E., ROCHA, C.F.D., CATERALL, C.P. 2001. **Antipredator defenses influence the distribution of amphibian prey species in the central Amazon Rain Forest.** *Biotropica* 33(1): 131-141.

HEYER, W. R. 1973. **Ecological interactions of frog larvae at a seasonal tropical location in Thailand.** *Journal of Herpetology* 7: 337-361.

HEYER, W.R. 1976. **Studies on larval amphibian habitat partitioning.** *Smithsonian Contributions to Zoology* 242: 1-27.

HODKINSON, I.D. 1975. **Energy flow and organic matter decomposition in an abandoned beaver pond.** *Oecologia* 21(2): 131-139.

HUBBELL, S.P. 2001. **The unified neutral theory of biodiversity and biogeography.** Princeton University Press, New Jersey.

JONES, M.M., TUOMISTO, H., CLARK, D.B., OLIVAS, P. 2006. **Effects of mesoscale environmental and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns.** *Journal of Ecology* 94: 181-195.

KAREIVA, P. 1990. **Population Dynamics in Spatially Complex Environments: theory and data.** *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 330: 175-190.

KIESECKER, J.M., BLAUSTEIN, A.R., BELDEN, L.K. 2001. **Complex causes of amphibian population declines.** *Nature* 410: 681-683.

KIESECKER, J.M., BLAUSTEIN, A.R.. 1995. **Synergism between UV-B radiation and a pathogen magnifies amphibian embryo mortality in nature.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 92:11049-11052.

KIFLAWI, M., EITAM, A., BLAUSTEIN, L. 2003. **The relative impact of Local and Regional Processes on Macro-Invertebrates Species Richness in temporary pools.** *Journal of Animal Ecology* 72(3): 447-452.

KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. **A Conservação do Cerrado brasileiro.** Megadiversidade 1(1): 147-155.

LAUCK, B., SWAIN, R., BARMUTA, L. 2005. **Impacts of shading on larval traits of the frog *Litoria ewingii* in a Commercial Forest, Tasmania, Australia.** Journal of Herpetology 39(3): 478-486.

LONG, L.E., SAYLOR, L.S., SOULE, M.E. 1995. **A pH/UV-B Synergism in Amphibians.** Conservation Biology 9: 1301-1303.

MAGNUSON, J.J., W.M. TONN, W.M., BANERJEE, A., TOIVONEN, J., SANCHEZ, O., RASK, M. 1998. **Isolation vs. extinction in the assembly of fishes in small northern lakes.** Ecology 79:2941-2956.

MAROUELLI, R.P. 2003. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no Cerrado brasileiro.** Monografia ISEA-FGV, Ecobusiness School. Brasília, Distrito Federal.

McGILL, B.J., MAURER, B.A., WEISER, M.D. 2006. **Empirical evaluation of neutral theory.** Ecology 87: 1411-1423.

McNAUGHTON, S.J. 1983. **Serengeti grassland ecology: The role of composite environmental factors and contingency in community organization.** Ecological Monographs 53(3): 291-320.

MENNA-BARRETO, L. (2003). O tempo na Biologia. Em: N. Marques; L. Menna-Barreto. (Org.). **Cronobiologia: princípios e aplicações** (pp. 26-29). São Paulo: Edusp.

MICHELI, F. 1999. **Eutrophication, fisheries and consumer-resource dynamics in marine pelagic ecosystems.** Science 285: 1396-1398.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B., KENT, J. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature 403: 853-858.

NABOUT, J.C., SIQUEIRA, T., BINI, L.M., NOGUEIRA, I.S. 2009. **No evidence for environmental and spatial processes in structuring phytoplankton communities.** Acta Oecologica 2009: 1-7.

OSEEN, K.L., WASSERSUG, R.J. 2002. **Environmental factors influencing calling in sympatric anurans.** *Oecologia* 133(4): 616-625.

PALMER, M.W. 1992. **The coexistence of species in fractal landscapes.** *American Naturalistic* 139: 375-397.

PARKER, K.C., PARKER, A.J., THOMAS, R. 2001. **Vertebrate feeding guilds in California's Sierra Nevada: Relations to environmental condition and change in spatial scale.** *Annals of the Association of American Geographers* 91(2): 245-262.

PEARMAN, P.B. 1993. **Effects of habitat size on tadpole populations.** *Ecology* 74(7): 1982-1991

PEARMAN, B. 1995. **Effects of pond size and consequent predator density on two species of tadpoles.** *Oecologia* 102 (1): 1-8.

PRADO, C.P.A., UETANABATO, M., HADDAD, C.F.B. 2005. **Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil.** *Amphibia-Reptilia* 26: 211-221.

PRADO, V.H.M., FONSECA, M.G., ALMEIDA, F.V.R., JUNIOR, O.N., ROSSA-FERES, D.C. 2009. **Niche occupancy and the relative role of micro-habitat and diet in resource partitioning among pond dwelling tadpoles.** *South American Journal of Herpetology* 4(3): 275-285.

POFF, N.L. 1997. **Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology.** *Journal of the North American Benthological Society* 16(2):391-409.

POMBAL, J.P. 1997. **Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Zoologia* 57: 583-594.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. 1998. **Fitosisionomias do Cerrado.** Pp. 89-166. In: *Cerrado: ambiente e flora.* Planaltina. EMBRAPA-CPAC. 556p.

ROTHERMEL, B.B., SEMLITSCH, R.D. 2002. **An experimental investigation of landscape resistance of forest versus old-field habitats to emigrating juvenile amphibians.** *Conservation Biology* 16:1324–1332.

SANTOS, T.G., ROSSA-FERES, D.C., CASSATTI, L. 2007. **Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste de São Paulo.** *Iheringia, Serie Zoologia* 97(1): 37-49.

SCHEFFER, M. 1998. **Community Dynamics Shallow Lakes.** Chapman & Hall, London.

SCHEFFER, M., VAN GEEST, G.J., ZIMMER, K., JEPPESEN, E., SØNDERGAARD, M., BUTLER, M.G., HANSON, M.A., DECLERCK, S., DE MEESTER, L. 2006. **Small habitat size and isolation can promote species richness: second-order effects on biodiversity in shallow lakes and ponds.** *Oikos* 112: 227-231.

SCHNEIDER, D.W., FROST, T.M. 1996. **Habitat duration and community in temporary ponds.** *Journal of the North American Benthological Society* 15(1): 64-86.

SILVA, W.R., GIARETTA, A.A. 2008. **Seleção de sítios de oviposição em anuros (Lissamphibia).** *Biotaneotropica* 8(2):
<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?thematic-review+bn02008032008>.

ter BRAAK, C. J. F., SMILAUER, P. 1998. **CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination.** Version 4. Microcomputer Power, Ithaca, NY.

ter BRAAK, C.J.F. 1986. **Canonincal Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis.** *Ecology* 67: 1167-1179.

TEWS, J., BROSE, U., GRIMM, V., TIELBORGERL, K., WICHMANN, M.C., SCHWAGERL, M., JELTSCH, F. 2004. **Animal species diversity driven by habitat heterogeneity diversity: the importance of keystone structures.** *Journal of Biogeography* 31: 79-92.

THOMPSON, R., TOWNSEND, C. 2006. **A truce with neutral theory: local deterministic factors, species traits and dispersal limitation together determine patterns of diversity in stream invertebrates.** *Journal of Animal Ecology* 75: 476-484.

- TOFT, C.A. 1985. **Resource partitioning in amphibians and reptiles.** Copeia 1985: 1-21.
- VAN BUSKIRK, J.V. 2005. **Local and landscape influence on Amphibian occurrence and abundance.** Ecology 86(7): 1936-1947.
- VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R., CUSHING, C.E. 1980. **The river continuum concept.** Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37: 130-137.
- VITT, L.J., PIANKA, E.R. 2005. **Deep history impacts present day ecology and biodiversity.** Proceedings of the National Academy Sciences 102: 7877-7881
- WILBUR, H.M. 1987. **Regulation of structure in complex systems: experimental temporary pond communities.** Ecology 68: 1437-1452.
- WHITTAKER, R.H. 1956. **Vegetation of the Great Smoky Mountains.** Ecological Monographs 26: 1-80.
- ZELMER, D.A., WETZEL, J.E., ESCH, G.W. 1999. **The role of habitat in structuring *Halipegus occidualis* metapopulations in the Green frog.** The Journal of Parasitology 85(1): 19-24.

Tabela 1 - Abundância das dezoito espécies de girinos registradas no início (outubro/2009), meio (janeiro/2010) e final da estação chuvosa (março/2010), no cerrado sul-mato-grossense, Brasil.

Espécies	Meses		
	Out	Jan	Mar
Hylidae			
<i>Dendropsophus elianeae</i>	41	149	44
<i>Dendropsophus minutus</i>	142	220	33
<i>Dendropsophus nanus</i>	3	8	4
<i>Hypsiboas punctatus</i>	0	4	5
<i>Hypsiboas raniceps</i>	19	51	2
<i>Phyllomedusa azurea</i>	478	192	35
<i>Pseudis platensis</i>	11	5	2
<i>Scinax fuscovarius</i>	143	67	15
<i>S. nasicus</i>	483	252	36
<i>Scinax</i> sp.	43	161	0
Leiuperidae			
<i>Eupemphix nattereri</i>	74	13	0
<i>Physalaemus albonotatus</i>	113	171	32
<i>Physalaemus centralis</i>	7	16	12
<i>Physalaemus marmoratus</i>	25	105	0
<i>Pseudopaludicola</i> sp.	1	11	2
Leptodactylidae			
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	0	0
<i>Leptodactylus</i> sp.	0	0	0
Microhylidae			
<i>Elachistocleis bicolor</i>	89	6	0
Total	1672	1431	222

Tabela 2 - Resultados resumidos da Análise de Redundância relacionando a abundância de girinos registrados no início da estação chuvosa (outubro/2009), em área de cerrado sul-mato-grossense, Brasil.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Autovalores	0,295	0,232	0,181	0,142
Correlações espécie-ambiente	0,839	0,962	0	0
Porcentagem cumulativa da variância dos dados das espécies	29,5	52,8	70,9	85,1
Porcentagem cumulativa da variação relação espécie-ambiente	56	100	0	0

Tabela 3 - Coeficientes canônicos e de correlações para as variáveis ambientais selecionadas na Análise de Redundância (RDA). Variáveis ambientais registradas em oito poças no início da estação chuvosa (outubro/2009), em área do cerrado sul-mato-grossense. HVG30= porcentagem da vegetação até 30 cm.

Descritores	Coeficientes Canônicos				Coeficientes de Correlação			
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
AREA	-0,959	0,323	0	0	-0,742	0,446	0	0
HVG30	-0,470	-0,896	0	0	-0,268	-0,911	0	0

Tabela 4 – Resultados resumidos da Análise de Redundância relacionada à abundância de girinos na estação chuvosa plena (janeiro/2010), em área de cerrado sul-mato-grossense, Brasil.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Autovalores	0,326	0,187	0,153	0,135
Correlações espécie-ambiente	0,958	0,877	0,944	0
Porcentagem cumulativa da variância dos dados das espécies	32,6	51,3	66,6	80
Porcentagem cumulativa da variação da relação espécie-ambiente	49	77	100	0

Tabela 5 – Coeficientes canônicos e de correlações para as variáveis ambientais selecionadas na Análise de Redundância parcial (pRDA). Variáveis ambientais registradas em oito poças na estação chuvosa plena (janeiro/2010), em área de cerrado sul-mato-grossense. PROF = Profundidade; INCP = porcentagem de margens planas; HVG40 = porcentagem da vegetação ate 40 cm.

Descritores	Coeficientes Canônicos				Coeficientes de Correlação			
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
PROF	0,416	-1,034	1,211	0	0,606	-0,721	0,150	0
INCP	-0,756	-0,080	2,652	0	-0,876	0,130	0,417	0
HVG40	0,596	0,682	1,027	0	0,757	0,551	0,233	0



Figura 1 – Poças amostradas em relação à comunidade de girinos, durante o período de outubro/2009 a março/2010, em área de cerrado sul-mato-grossense. A = P1; B = P2; C = P3; D = P4; E = P5; F = P6; G = P7; H = P8.

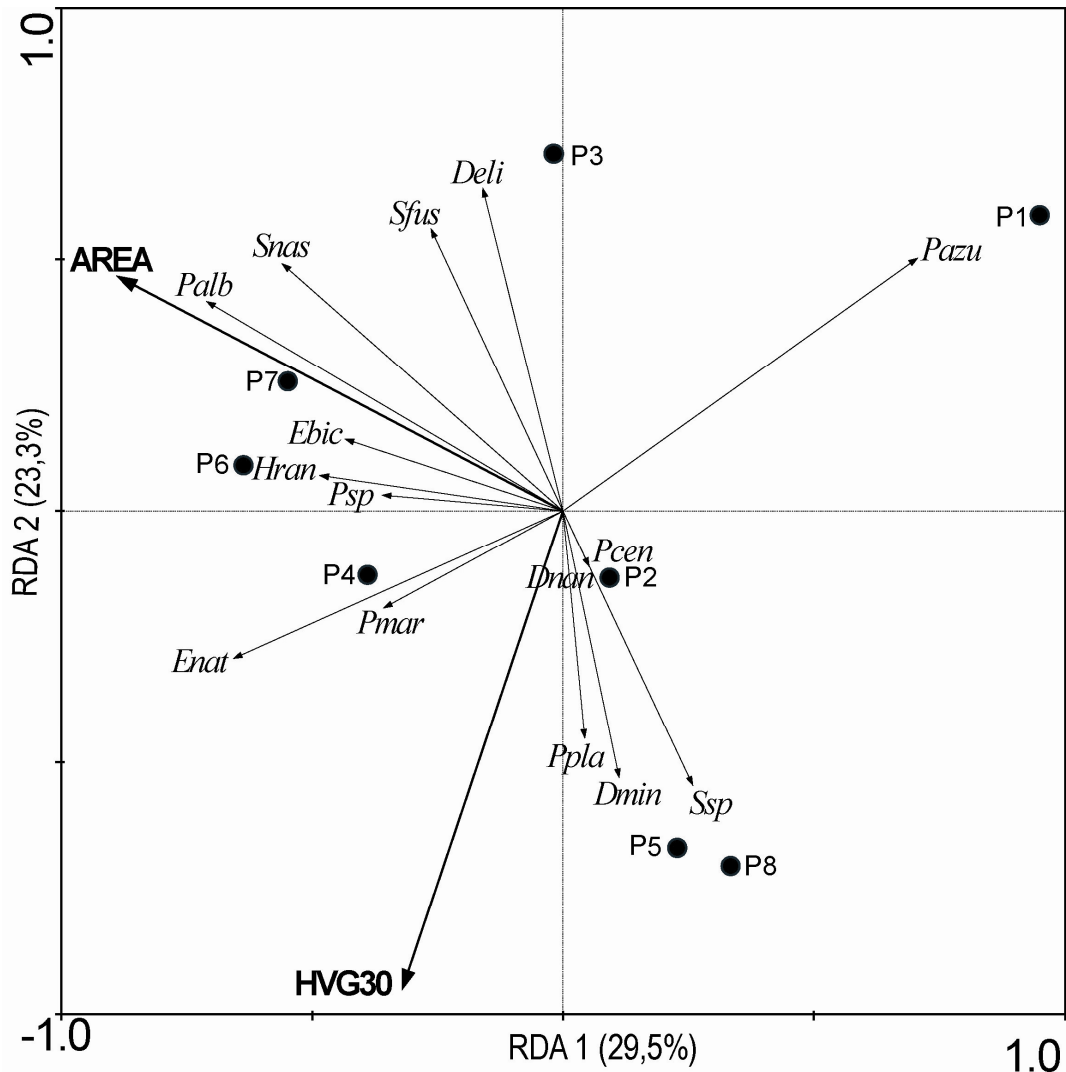


Figura 2 - Triplot mostrando os dois primeiros eixos da Análise de Redundância, considerando as poças, espécies e descritores da heterogeneidade ambiental inserido no modelo (Área, HVG30 = porcentagem da vegetação até 30 cm) registrados em outubro de 2010, no cerrado sul-mato-grossense, Brasil. Espécies: Deli = *Dendropsophus elianeae*; Dmin = *Dendropsophus minutus*; Dnan = *Dendropsophus nanus*; Ebic = *Elachistocleis bicolor*; Enat = *Eupemphix nattereri*; Hran = *Hypsiboas raniceps*; Pazu = *Phyllomedusa azurea*; Palb = *Physalaemus albonotatus*; Pcen = *Physalaemus centralis*; Pmar = *Physalaemus marmoratus*; Pppla = *Pseudis platensis*; Psp = *Pseudopaludicola* sp.; Sfas = *Scinax fuscovarius*; Snas = *Scinax nasicus*; Ssp = *Scinax* sp.

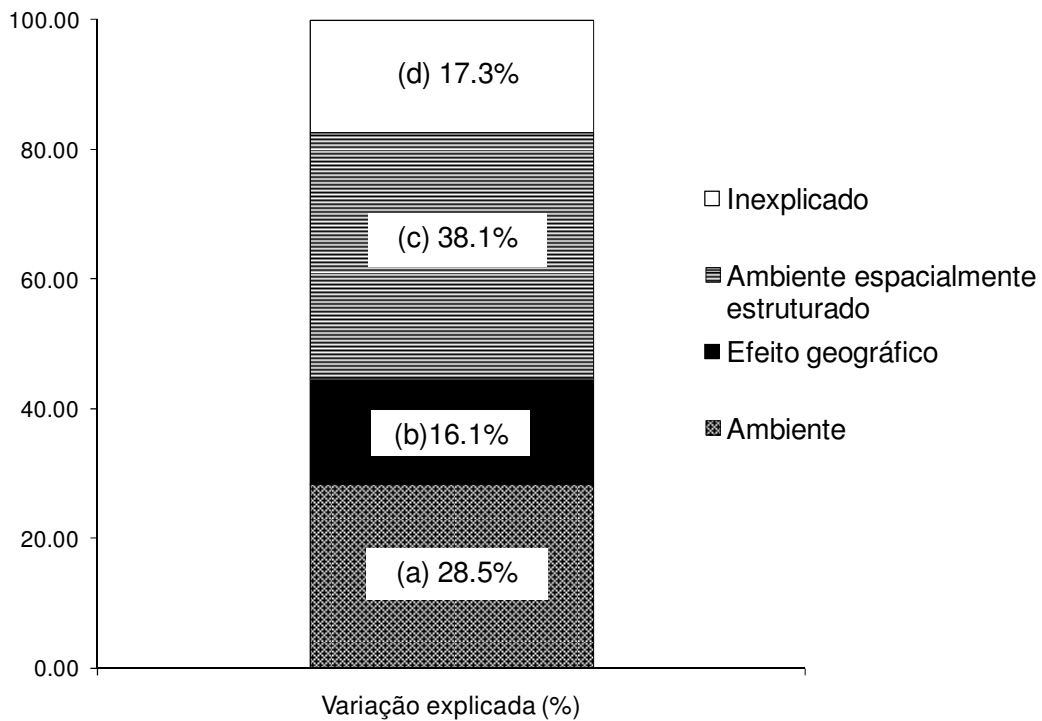


Figura 3 - Partição de variância entre as variáveis ambientais e espaciais, expresso em porcentagem da variação total dos dados: (a) porcentagem da variação explicada pelas variáveis puramente ambientais; (b) porcentagem da variação explicada pelas variáveis puramente espaciais; (c) porcentagem da variação explicada pelas variáveis ambientais espacialmente estruturadas; (d) porcentagem da variação inexplicada.

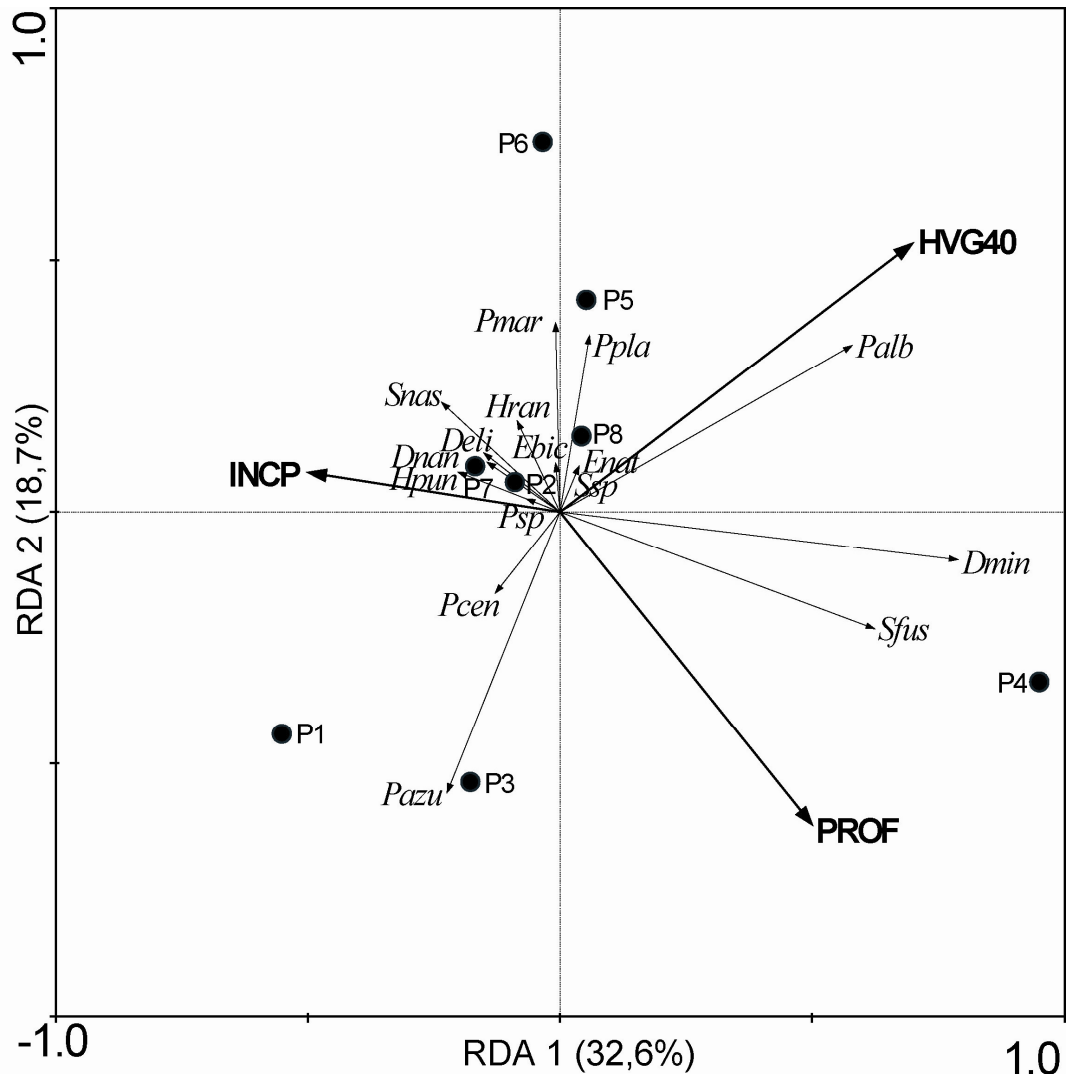


Figura 4 - Triplot mostrando os dois primeiros eixos da Análise de Redundância, considerando as poças, espécies e descritores da heterogeneidade ambiental inserido no modelo (PROF = profundidade; HVG40 = porcentagem da vegetação até 40 cm; INCP = porcentagem de margem plana) registrados em janeiro de 2010, no cerrado sul-mato-grossense, Brasil. Espécies: Deli = *Dendropsophus elianae*; Dmin = *Dendropsophus minutus*; Dnan = *Dendropsophus nanus*; Ebic = *Elachistocleis bicolor*; Enat = *Eupemphix nattereri*; Hran = *Hypsiboas raniceps*; Pazu = *Phyllomedusa azurea*; Palb = *Physalaemus albonotatus*; Pcen = *Physalaemus centralis*; Pmar = *Physalaemus marmoratus*; Ppla = *Pseudis platensis*; Psp = *Pseudopaludicola* sp.; Sfus = *Scinax fuscovarius*; Snas = *Scinax nasicus*; Ssp = *Scinax* sp.

CONCLUSÕES

- Ao estudarmos comunidades de girinos em oito poças de uma área de cerrado no estado do Mato Grosso do Sul, registramos 18 espécies, pertencentes a quatro famílias: Hylidae, Leiuperidae, Leptodactylidae e Microhylidae.
- A dimensão temporal desempenhou papel importante na estruturação das comunidades de girinos estudadas, pois grupos de espécies ocorreram em meses distintos ao longo da estação chuvosa.
- Espécies ecologicamente similares em relação à composição das guildas ecomorfológicas apresentaram menor sobreposição de nicho temporal. A importância da segregação temporal em comunidades de girinos em regiões tropicais sazonalmente secas evidenciada em estudos anteriores é corroborada por nosso estudo e pode ser um mecanismo utilizado para evitar interações competitivas.
- Dentre os descritores ambientais analisados somente a área das poças, a porcentagem de vegetação até 30 e 40 cm, a porcentagem de margens planas e a profundidade influenciaram a estrutura e a organização das comunidades ao longo da estação chuvosa. O componente espacial foi importante na organização das comunidades apenas no auge da estação chuvosa.
- A influência e a importância dos componentes ambientais, espaciais e espacialmente estruturados sobre as comunidades de girinos são dinâmicos ao longo do tempo, e a organização das comunidades é fortemente afetada por inúmeros fatores bióticos e abióticos que podem atuar em escalas locais e regionais.