

Distribuição espacial e temporal da anurofauna em diferentes ambientes no município de Hidrolândia, GO, Brasil Central

Temporal and spatial distribution of anuran fauna in different environments in Hidrolândia, Goiás State, Central Brazil

Felipe Siqueira Campos¹
feliperoots@hotmail.com; contato@ipaac.org.br

Wilian Vaz-Silva²
wvaz.herp@gmail.com

Resumo

A degradação ambiental tem resultado no declínio de diversas populações de anuros. O presente trabalho teve o objetivo de analisar aspectos ecológicos de assembleias de anuros em diferentes ambientes no município de Hidrolândia, Goiás, relacionando a heterogeneidade ambiental com a amplitude e sobreposição de nicho espacial dos anuros, além de produzir informações sobre a riqueza, a abundância e a distribuição espacial e temporal das populações locais. As amostragens foram coletadas, mensalmente, entre setembro de 2006 e agosto de 2007, com visitas de três dias de duração, em cinco diferentes ambientes da região. Foram registradas 22 espécies de anuros, com uma abundância de aproximadamente 4.000 espécimes, classificados em 11 gêneros e seis famílias. As espécies mais abundantes foram *Dendropsophus minutus*, *D. cruzi* e *Physalaemus cuvieri*. O habitat com a maior heterogeneidade espacial foi o ambiente que apresentou a maior diversidade de espécies (1,03). Os ambientes amostrados apresentaram uma alta similaridade de fauna, evidenciando uma maior similaridade em ambientes associados à mata e em ambientes antrópicos. Para descrever os limites e a interpenetração das atividades de distribuição espacial de cada espécie registrada, foram realizadas análises de amplitude e sobreposição de nicho espacial. O conjunto de dados analisados determinou uma influência direta da heterogeneidade espacial dos ambientes na riqueza e na partilha espacial e temporal dos anuros locais.

Palavras-chave: Heterogeneidade ambiental, distribuição espacial e temporal, anuros.

Abstract

The environmental degradation has resulted in decline of several anuran populations. The present work aim was to analyze ecological aspects of anuran assemblages in different environments in the municipality of Hidrolândia, Goiás, relating the environmental heterogeneity with the breadth and spatial niche overlap, in addition to producing information about the richness, the abundance, and the spatial and temporal distribution of the local populations. The samples were realized monthly among September 2006 and August 2007, by visits with three days of duration, in five different environments of the region. Twenty-two species of anurans were registered, with an abundance of approximately 4.000 specimens, classified in 11 genus and six families. The most abundant species were *Dendropsophus minutus*, *D. cruzi*, and *Physalaemus cuvieri*. The habitat with the biggest spatial heterogeneity was also the one with the biggest species diversity (1.03). The sampled environments presented a high anuran fauna similarity, showing a greater similarity in forests and anthropic environments. In order to describe the li-

¹ Instituto de Pesquisas Ambientais e Ações Conservacionistas - IPAAC (www.ipaac.org.br). Rua 04, 1007, Sala 208, Centro, 74025-020, Goiânia, GO, Brasil.

² Centro Universitário de Goiás, Uni - Anhanguera, Departamento de Biologia. Rua Prof. Lázaro Costa 456, 74415-450, Goiânia, GO, Brasil. Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Laboratório de Genética e Biodiversidade. Caixa Postal 131, 74001-970, Goiânia, GO, Brasil.

mits and the interpenetration of spatial distribution activities of each species registered, analysis of breadth and spatial niche overlap were realized. The set of data analyzed has determined a direct influence of environmental spatial heterogeneity in the richness and in the spatial and temporal share of local anurans.

Key words: environmental heterogeneity, spatial and temporal distribution, anurans.

Introdução

Nos últimos anos, vários ecólogos têm mostrado interesse em conhecer organismos que exercem a função de indicar padrões de qualidade do ambiente em que vivem (Lima, 2001). Por serem ectotérmicos e possuírem a superfície do corpo permeável, com a pele desempenhando funções essenciais relacionadas à respiração, osmorregulação e, em limitado grau, à termorregulação (Duellman e Trueb, 1994), os anfíbios são considerados extremamente vulneráveis a agentes químicos e estão classificados entre os vertebrados mais susceptíveis às alterações ambientais (Kwet e Di-Bernardo, 2002). O clima, portanto, desempenha grande influência sobre os padrões de atividade e a reprodução dos anfíbios (Zank, 2005).

Os anfíbios contemplam um grupo de vertebrados com ampla distribuição geográfica, e a anfíbiofauna da América do Sul é a mais rica do planeta (Duellman, 1999). A maior diversidade de anfíbios do mundo encontra-se registrada no Brasil, com 877 espécies descritas (SBH, 2010) e com 141 espécies estimadas para o bioma Cerrado (Bastos, 2007).

O intenso declínio de várias espécies de anuros em diversas regiões do Brasil ressalta a urgente necessidade da expansão dos programas de pesquisa e da implementação de estratégias imediatas para maximizar os esforços para a conservação de anfíbios, especialmente em regiões onde existem poucos dados sobre diversidade, abundância e distribuição das espécies (Young *et al.*, 2001).

Considerando esse contexto e a estruturação das assembleias de anuros do Cerrado, o presente estudo teve como objetivo analisar os aspectos ecológi-

cos em assembleias de anuros de diferentes ambientes higrófilos preservados e de ambientes potencialmente afetados pelas atividades antrópicas no município de Hidrolândia, Goiás. Além disso, buscou relacionar a heterogeneidade dos ambientes com a amplitude e a sobreposição de nicho espacial dos anuros, disponibilizando informações sobre a riqueza, a abundância e a distribuição espaço-temporal da anurofauna local, fornecendo subsídios para futuros estudos de âmbito conservacionista.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Cinco Estrelas (17°02'59.4"S; 49°25'33.9"W), município de Hidrolândia, estado de Goiás. O clima da região é do tipo tropical semi-úmido, o qual é caracterizado por duas estações bem definidas, sendo uma seca e outra chuvosa. Geralmente, a precipitação média anual é de 1.500 mm e concentra-se principalmente entre os meses de outubro e março. Em junho e julho, as precipitações são praticamente nulas (CPRM, 2000). A área estudada abrange aproximadamente 100 hectares, compostos principalmente por pastagens e alguns fragmentos de matas de galeria, concentrados nas margens de pequenos ambientes lóticos (córregos e nascentes) e lênticos (represas e açudes).

Coleta de dados

As observações e as coletas dos anuros foram realizadas durante o período noturno, com todos os ambientes selecionados e vistoriados através do método de procura ativa (Heyer *et al.*,

1994). Os indivíduos registrados não sofreram nenhum método de marcação. Os dados ecológicos foram anotados em ficha de campo padrão, na qual todos os indivíduos observados foram catalogados para cálculos de densidade e flutuação populacional das espécies. A terminologia taxonômica utilizada seguiu Frost (2009), e não houve espécimes testemunhos tombados de acordo com a licença de coleta nº 221/06 - IBAMA/RAN. As amostragens foram coletadas mensalmente entre setembro de 2006 e agosto de 2007. Os dados foram obtidos ao longo de três noites por mês, em cinco pontos amostrais, diferenciados de acordo com o grau de antropização e o tipo de fitofisionomia de cada ambiente (Tabela 1).

A heterogeneidade espacial dos ambientes estudados foi determinada a partir de descritores ambientais (Tabela 2) e de análises da proporção de vegetação presente e ausente em cada ambiente amostrado.

As análises da proporção de vegetação presente e ausente nos ambientes foram realizadas a partir do método dos quadrados, em que cada ambiente foi dividido em quatro quadrados de 10x10m², contados os números de plantas presentes em cada quadrado. Após essas contagens, os dados foram extrapolados para a área total de cada ambiente, onde foram estabelecidas, por inferência dos autores deste estudo, proporções de vegetação divididas entre cinco categorias: arbustos, árvores, gramíneas, macrófitas e sem vegetação. As proporções de vegetação foram classificadas como nenhuma (0%), baixa (de 1 a 10%), média (de 11 a 30%), média-alta (de 30 a 50%) e alta (mais de 50%) (Tabela 3).

Os métodos de utilização de micro-habitats pelas espécies de anuros foram

Tabela 1. Principais características e localização geográfica dos cinco pontos amostrados no município de Hidrolândia, Goiás.
Table 1. Main characteristics and geographic location of the five points sampled in Hidrolândia, Goiás.

Pontos amostrais	Localização geográfica	Principais características
Ponto 01	17°02'57.7"S; 49°25'14.1"WO	Lagoa entre pastagens com influência de mata de galeria.
Ponto 02	17°02'57.8" S; 49°25'34.5" WO	Lagoa antropizada com influência de mata de galeria.
Ponto 03	17°03'32.0" S; 49°25'42.0" WO	Brejo associado com pastagem e mata de galeria.
Ponto 04	17°02'59.1" S; 49°25'20.4" WO	Lagoa circundada por ambientes de pastagens.
Ponto 05	17°02'59.0"S; 49°25'28.0" WO	Lagoa entre pastagens, próxima a mata de galeria.

determinados por meio de observações diretas, realizadas nos ambientes naturais dos anuros, observando-se e mensurando-se a altura e o tipo de vegetação ou substrato em que cada espécime se encontrava. Tais medidas indicaram a proporção de utilização de cada micro-habitat entre as espécies analisadas. Determinaram-se, assim, oito diferentes tipos de micro-habitats, categorizados em: (i) água; (ii) vegetação baixa (< 1 m) sobre a água; (iii) vegetação alta (> 1 m) sobre a água; (iv) solo; (v) vegetação baixa (< 1 m) sobre o solo; (vi) vegetação alta (> 1 m) sobre o solo; (vii) cupinzeiro; (viii) buraco no solo.

A umidade relativa do ar e a temperatura da água e do ar foram aferidas mensalmente *in loco* com um termohigrômetro digital. Os parâmetros físico-químicos da água (oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica e pH) foram mensurados uma vez, na estação chuvosa de 2006, e uma vez, na estação seca de 2007, no laboratório de análises do Centro de

Biologia Aquática da Universidade Católica de Goiás (CBA-UCG), em que foram estabelecidos valores médios para essas variáveis.

Análise de dados

Para verificar a dinâmica populacional das espécies registradas, foram realizadas as seguintes análises: de frequência, segundo o modelo proposto por Silveira Neto *et al.* (1976); de constância, conforme a classificação proposta por Bodenheimer (1955) e citada por Dajoz (1973), em que W refere-se a espécies constantes (presentes em mais de 50% das coletas), Y refere-se a espécies acessórias (presentes entre 25% a 50% das coletas) e Z refere-se a espécies acidentais (presentes em menos de 25% das coletas); e de abundância relativa, de acordo com o modelo proposto por Silveira Neto *et al.* (1976). As diferenças significativas entre as abundâncias das espécies registradas ao longo dos meses de amostragem foram determi-

nadas através da realização de análise de variância (ANOVA) (*One-way*), evidenciando-se, assim, uma precisão dos valores médios obtidos.

Para avaliar a eficiência dos métodos de amostragem empregados para determinar a riqueza dos ambientes amostrados, foram utilizados quatro tipos de estimadores de riqueza, baseados nas técnicas de Jack-Knife 1 e Jack-knife 2 (Burnham & Overton, 1979), e Chao 1 e Chao 2 (Chao, 1984), os quais foram gerados através do programa *Biodiversity Professional* (McAleece *et al.*, 1997), versão 2.0.

A diversidade α dos ambientes foi determinada através do índice de Shannon, proposto por Shannon e Weaver (1949) e citado por McAleece *et al.* (1997). A similaridade faunística foi calculada através do uso de um coeficiente descritivo e não de parâmetros estatísticos, por isso não existem intervalos de confiança ou erros estimados. Este tipo de análise foi realizada a partir do coeficiente de Jaccard (Magurran, 1988), que é um dos coe-

Tabela 2. Caracterização fisionômica dos cinco pontos amostrados no município de Hidrolândia, Goiás.

Table 2. Physiognomic characterization of the five points sampled in Hidrolândia, Goiás.

Descritores ambientais	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05
Altitude (m)	883,1	858,4	898,1	891,8	893,1
Profundidade média (cm)	105,0	90,3	70,6	120,5	80,7
Área (m ²)	800	780	280	850	216
Perfil da margem	inclinada	inclinada	plana	inclinada	plana
Tipo de margem	seca	alagada	alagada	seca	seca
Tipo de substrato	rochoso	rochoso	argiloso	areno-argiloso	arenoso
Hidroperíodo	P ¹	P ¹	P ¹	T ²	T ²

¹ – P = Permanente; ² – T = Temporário

ficientes mais simples e utilizados em estudos de ecologia de comunidades (Pinto-Coelho, 2000). Ambos os cálculos foram gerados pelo programa *Biodiversity Professional* (McAleece *et al.*, 1997), versão 2.0.

Os dados de dinâmica populacional das assembleias de anuros registradas foram correlacionados com os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar entre os meses amostrados, através de análises de regressão linear geradas pelo programa Ecosim 7.72 (Gotelli e Entsminger, 2005), proporcionando dados de correlação e probabilidade de significância das variáveis analisadas, segundo um intervalo de confiança de 95%.

Para verificar os processos de interação entre as espécies amostradas, relacionando-os com os resultados quantitativos de disponibilidade de micro-habitats, foram calculadas a amplitude e a sobreposição de nicho espacial de cada uma das espécies de anuros que ocorreram na área de estudo.

A amplitude de nicho espacial das espécies locais foi calculada segundo o modelo de Pianka (1973), definido pela fórmula em (1), em que B = amplitude de nicho; P_i = proporção de registros para cada dimensão; e i = recurso considerado.

$$(1) \quad B = \frac{1}{\sum_{i=1}^N P_i^2}$$

A sobreposição de nicho espacial entre as espécies foi calculada aos pares,

baseando-se no modelo de Pianka (1973), definido pela fórmula em (2), segundo a qual I_{jk} = sobreposição de nicho entre as espécies j e k; i = item ou recurso; P_{ij} = proporção do recurso utilizado por j; e P_{ik} = proporção do recurso utilizado por k.

$$(2) \quad I_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{ij} \cdot P_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_{ij}^2 \cdot \sum_{i=1}^N P_{ik}^2}}$$

A sobreposição de nicho espacial entre as espécies de anuros locais foi estimada através do programa Ecosim 7.72 (Gotelli e Entsminger, 2005), demonstrando o grau de interpenetração entre as atividades de utilização de micro-habitats das espécies que compreendem a anurofauna da região. Para as estimativas, foram realizadas 1.000 aleatorizações entre as espécies, aleatorizando a ordem das amostras, na qual o resultado apresentado corresponde a uma média das 1.000 possibilidades segundo um intervalo de confiança de 95%. A sobreposição de nicho espacial também foi calculada entre as espécies de cada ponto amostral, estabelecendo-se um valor de sobreposição médio para cada um dos pontos da área de estudo. Para verificar a precisão das médias obtidas, foi calculado o erro padrão da média entre os valores de cada ponto amostrado.

As análises da probabilidade (P) de encontrar um valor como o indicado pelas médias de sobreposição de nicho espacial entre as espécies de anuros registradas em cada ponto amostral

foram obtidas por meio do programa Ecosim 7.72 (Gotelli e Entsminger, 2005), o qual realizou uma aleatorização dos dados por 1.000 vezes, segundo um intervalo de confiança de 95%. Assim, foi possível calcular um valor para cada simulação efetuada e gerar uma distribuição nula dos dados obtidos ao acaso. Para comprovar estatisticamente a significância destes dados, a distribuição nula de valores foi comparada com os valores médios de sobreposição de nicho espacial por ponto amostrado, gerando os resultados de P.

Resultados

Os resultados obtidos através do uso de descritores ambientais (Tabela 2), relacionados com a proporção de presença e ausência de vegetação nos ambientes citados (Tabela 3), caracterizaram a fisionomia de cada ambiente, juntamente com os dados obtidos através das análises físico-químicas da água.

As características descritas em cada ambiente analisado demonstraram uma complexidade estrutural existente nos corpos d'água, evidenciando a existência de uma diferença significativa na caracterização ambiental dos locais amostrados. O ponto 3 foi o local que apresentou a maior complexidade estrutural em relação aos outros ambientes amostrados, em função de o mesmo evidenciar tanto características de ambientes fechados quanto de ambientes abertos. O local que apresentou a menor complexidade estrutural foi o ponto 5. Isto se justifica em função de esse

Tabela 3. Proporção e tipo de vegetação dos cinco pontos amostrados no município de Hidrolândia, Goiás.
Table 3. Proportion and vegetation types of the five points sampled in Hidrolândia, Goiás.

Tipo de vegetação	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05
Arbustos	média-alta ²	alta ¹	média ³	média	baixa ⁴
Árvores	baixa	baixa	alta	baixa	baixa
Gramíneas	média	média	baixa	alta	alta
Macrófitas	baixa	média	baixa	baixa	nenhuma ⁵
Sem vegetação	média-alta	baixa	média	baixa	nenhuma

¹ - alta = mais de 50%; ² - média-alta = de 30 a 50%; ³ - média = 11 a 30%; ⁴ - baixa = 1 a 10%; ⁵ - nenhuma = 0%.

local ter basicamente características de ambientes abertos, com uma baixa proporção de vegetação associada a ambientes de pastagens.

A riqueza encontrada nos cinco ambientes foi de 22 espécies de anuros, classificadas em 11 gêneros e seis famílias (Tabela 4). Foi registrada uma abundância de aproximadamente 4.000 espécimes no período de amostragem. As espécies mais abundantes foram *Dendropsophus minutus*, com 703 indivíduos, *D. cruzi*, com 647 indivíduos, e *Physalaemus cuvieri*, com 638 indivíduos.

As análises de constância consideraram 45% das espécies locais como constantes, 36% como acessórias e 19% como acidentais. Entretanto, as análises de abundância relativa classificaram 45% destas espécies como raras, 27% como muito abundantes, 19% como comuns e 9% como dispersas. Isto se justifica, principalmente, pelo fato de essas espécies terem sido registradas em diferentes períodos, apresentando variados valores de frequência diante da ocorrência de cada espécie, em relação à abundância total de indivíduos.

O erro padrão (EP) e as médias mensais de abundância dos indivíduos registrados tiveram flutuações mensais altamente sincronizadas. A proximidade

destes parâmetros aumentou ao longo dos meses amostrais, e isso demonstrou uma maior estabilidade no número de indivíduos durante os quatro últimos meses de amostragem (Figura 1). Os resultados da ANOVA (*One-way*) indicaram diferenças significativas entre as abundâncias das espécies registradas ao longo dos meses de amostragem ($F = 16.5$; $p < 0.05$), evidenciando uma precisão dos valores médios obtidos.

Os estimadores de riqueza utilizados (Jack-Knife 1, Jack-knife 2, Chao 1 e Chao 2) demonstraram que a amostragem realizada no presente estudo foi adequada, mas não o suficiente para estimar a riqueza total da região (Figura 2), pois foram observadas 22 espécies em atividade, e os estimadores de riqueza apontaram a ocorrência de aproximadamente 25 espécies esperadas para o local. No entanto, esses índices não levam em consideração o fato de que as comunidades de anuros possuem uma explosão de diversidade de espécies em épocas chuvosas, minimizando sua riqueza e abundância durante as estações secas.

As estimativas de diversidade apresentaram resultados semelhantes entre os ambientes amostrados (Tabela 5), porém o ponto 03 foi o que demonstrou a maior diversidade de anuros, revelando

uma grande equitabilidade entre o número de espécimes por espécie.

Os resultados obtidos através do coeficiente de Jaccard determinaram uma alta similaridade entre os pontos amostrais, evidenciando maior similaridade entre os pontos 02 e 05 (Figura 3), os quais são respectivamente representados por ambientes com influência de mata de galeria e ambientes entre pastagens com alta perturbação antrópica.

As análises de regressão linear entre os dados de dinâmica populacional das assembleias de anuros registradas e os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar entre os meses amostrados apresentaram valores significativamente correlacionados entre riqueza de espécies e temperatura média do ar ($r = 0,74$; $P < 0,05$), abundância de indivíduos e temperatura média do ar ($r = 0,79$; $P < 0,05$), riqueza de espécies e umidade relativa do ar ($r = 0,52$; $P < 0,05$) e abundância de indivíduos e umidade relativa do ar ($r = 0,51$; $P < 0,05$).

As diferentes formas de uso de microhabitats apresentadas pelas populações de anuros locais determinaram a proporção de utilização das espécies em relação aos oito distintos tipos de microhabitats presentes na área de estudo, evidenciando a presença de variados modos de exploração dos ambientes disponíveis (Tabela 6).

Os resultados calculados através dos índices de amplitude e sobreposição de nicho espacial, baseados no modelo de Pianka (1973), descreveram os limites e a interpenetração das atividades de distribuição espacial de cada espécie da comunidade local de anuros ao longo das dimensões de seus respectivos ambientes naturais. Dessa forma, os valores médios de sobreposição de nicho espacial entre as espécies de anuros que ocorreram em cada ponto amostral demonstraram um alto grau de interpenetração entre as atividades de utilização de microhabitats das espécies locais, refletindo padrões de competição existentes entre elas (Tabela 7).

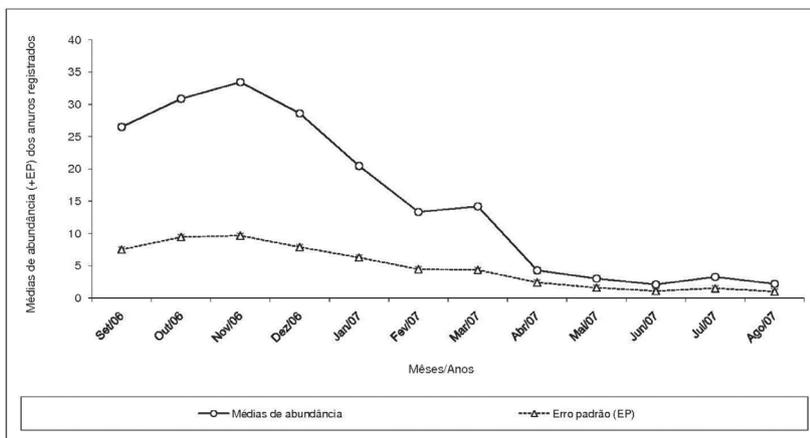


Figura 1. Médias de abundância (+EP) dos anuros registrados no município de Hidrolândia, Goiás.

Figure 1. Average abundance (+SE) to anurans registered in Hidrolândia, Goiás.

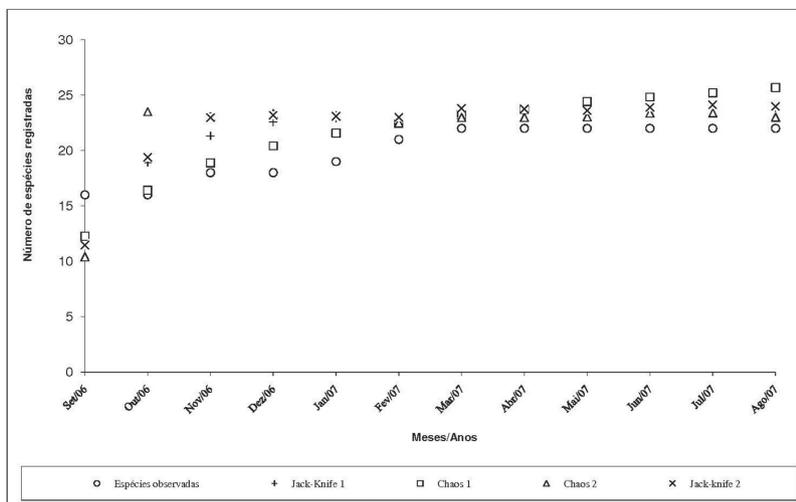


Figura 2. Riqueza mensal de espécies de anuros observadas e estimadas no município de Hidrolândia, Goiás.

Figure 2. Monthly richness to anuran species observed and estimated in Hidrolândia, Goiás.

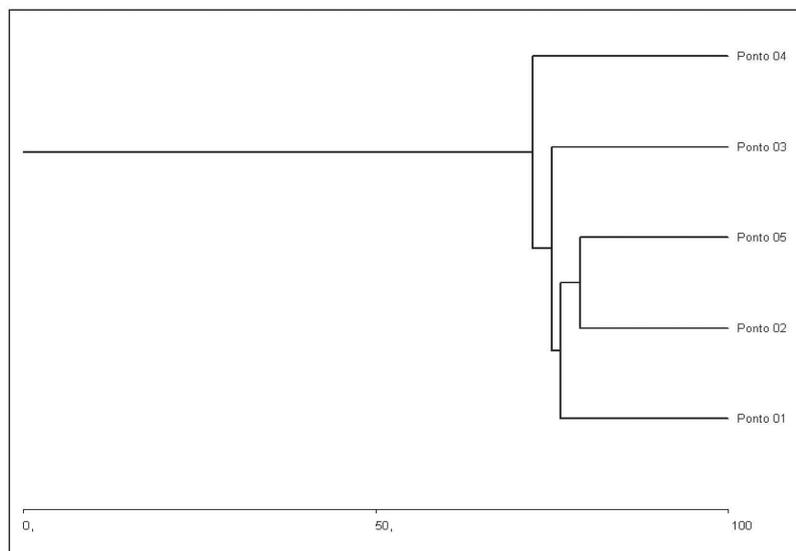


Figura 3. Dendrograma de Jaccard da proporção de similaridade entre a anurofauna dos cinco pontos amostrados em Hidrolândia, Goiás.

Figure 3. Jaccard's dendrogram of the proportion of similarity among the anuran fauna of the five points sampled in Hidrolândia, Goiás.

Os valores obtidos através dos cálculos do erro padrão das médias de sobreposição de nicho espacial entre as espécies registradas em cada ponto amostral determinaram a precisão dos valores médios dos dados obtidos. As análises da probabilidade de encontrar, ao acaso, um valor, como o calcu-

lado pelas médias de sobreposição de nicho espacial entre as espécies de anuros registradas em cada ponto amostral, demonstraram que os dados são estatisticamente significativos, pois os valores obtidos foram extremamente baixos. Este fato determinou a existência de um forte efeito ecológico, possível-

mente representado por uma alta competição interespecífica, influenciando diretamente na diferenciação estrutural dos nichos espaciais das espécies que compreendem as assembleias de anuros analisadas.

Discussão

Os ambientes com alta heterogeneidade espacial podem acomodar um maior número de espécies, por apresentarem uma grande quantidade de micro-habitats, além de uma diversificada gama de microclimas que possibilita um aumento na extensão de recursos de uma área (Townsend *et al.*, 2006). Pinto-Coelho (2000) ressalta que estes ambientes complexos também oferecem maiores combinações de nichos ecológicos. Os dados obtidos indicaram que a heterogeneidade espacial dos ambientes estudados e o seu elevado grau de antropização interferem diretamente na riqueza e na partilha espacial e temporal das espécies de anuros da região.

Assim, as análises de frequência, constância e abundância relativa das espécies locais demonstraram a distribuição temporal de cada espécie registrada ao longo da região de estudo. As espécies mais frequentes durante as amostragens foram *Dendropsophus minutus*, *D. cruzi* e *Physalaemus cuvieri*, respectivamente. Este dado justifica-se, principalmente, pelo fato de estas espécies apresentarem um padrão de reprodução prolongado. Segundo Wells (1977), estes padrões reprodutivos influenciam diretamente nas estratégias de vida adotadas pelas populações de anuros.

Salienta-se, ainda, que os maiores valores de diversidade atribuídos ao ponto 03 justificam-se em função de este ambiente possuir um elevado grau de heterogeneidade espacial, compreendendo tanto áreas abertas e potencialmente afetadas por atividades agropecuárias quanto áreas relativamente bem preservadas, com influência direta de uma mata de galeria. Devido a este fato, o ponto 03 foi selecionado

Tabela 4. Número de indivíduos, frequência, constância e abundância relativa dos anuros registrados no município de Hidrolândia, Goiás.**Table 4.** Number of individuals, frequency, constancy and abundance relative to anurans registered in Hidrolândia, Goiás.

Famílias/Espécies	Número de indivíduos	Frequência (%)	Constância (Categoria)	Abundância relativa (Classificação)
Família Hylidae				
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	703	17,54	W ¹	Ma ²
<i>Dendropsophus cruzi</i> (Pombal & Bastos, 1998)	647	16,14	W	Ma
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	285	7,11	Y	C
<i>Dendropsophus rubicundulus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	416	10,38	W	Ma
<i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925)	82	2,05	W	C
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (A. Lutz, 1925)	356	8,88	W	Ma
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	4	0,10	Y	R
<i>Scinax constrictus</i> Lima, Bastos & Giaretta, 2004	12	0,30	Z	R
<i>Scinax centralis</i> Pombal & Bastos, 1996	33	0,82	Y	R
<i>Hypsiboas albopunctatus</i> (Spix, 1824)	349	8,71	W	Ma
<i>Hypsiboas raniceps</i> Cope, 1862	129	3,22	Y	C
<i>Hypsiboas lundii</i> (Burmeister, 1856)	62	1,55	W	D
<i>Pseudis bolbodactylus</i> A. Lutz, 1925	75	1,87	W	D
<i>Phyllomedusa azurea</i> Cope, 1862	25	0,62	Y	R
Família Leptodactylidae				
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824)	30	0,75	Y	R
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	82	2,05	Y	C
<i>Leptodactylus siphax</i> Bokermann, 1969	5	0,12	Z	R
Família Leiuperidae				
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	638	15,92	W	Ma
<i>Eupemphix nattereri</i> Steindachner, 1863	20	0,50	Z	R
Família Microhylidae				
<i>Elachistocleis cf. ovalis</i> (Schneider, 1799)	32	0,80	Y	R
Família Bufonidae				
<i>Rhinella schneideri</i> (Werner, 1894)	21	0,52	W	R
Família Strabomantidae				
<i>Barycholos temetzi</i> (Miranda-Ribeiro, 1937)	2	0,05	Z	R

¹ - Y = espécies acessórias, W = espécies constantes, Z = espécies acidentais; ² - Ma = muito abundante, C = comum, D = dispersa, R = rara.

Tabela 5. Diversidade α (H'), diversidade máxima (H_{max}), equitabilidade (J'), riqueza e abundância das espécies de anuros de cada ambiente amostrado.**Table 5.** Diversity α (H'), maximum diversity (H_{max}), equitability (J'), richness and abundance of anurans species of each environment sampled.

Índice de categoria	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05
Shannon H' log10	0,98	0,97	1,03	0,92	1,01
Shannon H_{max} log10	1,27	1,25	1,23	1,11	1,20
Shannon J' (equitabilidade)	0,77	0,77	0,84	0,83	0,84
Riqueza de espécies	19	18	17	13	16
Abundância	1404	976	656	680	296

Tabela 6. Proporção da utilização de oito diferentes tipos de microhabitats entre as espécies de anuros analisadas em Hidrolândia, Goiás.**Table 6.** Proportion of utilization of eight different types of microhabitats among the anuran species analyzed in Hidrolândia, Goiás.

Tipos de microhabitats	% de espécies
Água	12
Vegetação baixa (< 1 m) sobre a água	17
Vegetação alta (> 1 m) sobre a água	14
Solo	19
Vegetação baixa (< 1 m) sobre o solo	20
Vegetação alta (> 1 m) sobre o solo	15
Cupinzeiro	1
Buraco no solo	2

tanto por espécies k-estrategistas (ex. *Dendropsophus minutus* e *Hypsibombas albopunctatus*), as quais possuem uma preferência por habitats relativamente constantes e preservados, quanto por espécies r-estrategistas (ex. *D. nanus* e *Scinax fuscomarginatus*), que costumam ocorrer em habitats abertos e perturbados pela ação antrópica, aumentando a diversidade de espécies de anuros do local. A alta similaridade faunística apresentada pelos pontos 02 e 05, por sua vez, pode ser justificada pelo fato de as espécies que ocorrem em áreas instáveis ou alteradas pelo homem geralmente apresentarem uma maior amplitude na exploração de recursos (Heyer e Bellin, 1973).

Os micro-habitats que tiveram as maiores proporções de utilização foram aqueles relacionados com a vegetação, devido ao fato de a maioria (63%) das espécies de anuros encontradas nos ambientes de estudo pertencerem à família Hylidae, composta principalmente por espécies de hábito arbórea, as quais utilizam o estrato vertical como sítio de vocalização.

A amplitude do nicho espacial compreende toda a extensão de um recurso, representado por micro-habitats onde uma determinada espécie pode ser encontrada, sendo capaz de explorá-lo de maneira sustentável (Pinto-Coelho, 2000). No presente estudo, a espécie que apresentou a maior amplitude de nicho espacial, dentre todas as espécies de anuros analisadas, foi *Dendropsophus cruzi*, em função de

sua população ter-se apresentado bem distribuída, em relação ao seu número de indivíduos, entre os diferentes micro-habitats disponíveis nos ambientes estudados.

Os valores resultantes das análises de sobreposição de nicho espacial entre as espécies amostradas demonstraram um alto grau de interpenetração entre as atividades de utilização de micro-habitats pelas espécies locais, refletindo padrões de competição existentes entre elas.

As maiores taxas de sobreposição de nicho espacial (acima de 0,99), analisadas entre as espécies amostradas, foram representadas pelas inter-relações de *Leptodactylus fuscus* com *Eupemphix nattereri*, *Dendropsophus minutus* com *Scinax fuscomarginatus*, *D. nanus* com *S. fuscomarginatus*, *D. nanus* com *D. rubicundulus* e *Physalaemus cuvieri* com *Elachistocleis cf. ovalis*. Isso se justifica, principalmente, pelo fato de estas espécies apresentarem hábitos semelhantes, o que faz com que elas explorem basicamente os mesmos tipos de recursos.

As altas taxas de sobreposição de nicho espacial entre as espécies da anurofauna local podem estar diretamente associadas com a falta de disponibilidade de micro-habitats nas áreas estudadas, devido, principalmente, ao avanço do desmatamento na região, o fator responsável pela fragmentação de habitats, aumentando a exposição dos espécimes e impedindo o fluxo entre os ambientes. Entretanto, esta ampla sobreposição

entre as espécies enfatiza o fato de que várias espécies distintas podem coexistir ao longo de um mesmo *continuum* de recursos, representado pela diversidade de micro-habitats.

Os valores médios da sobreposição de nicho espacial entre as espécies de anuros que ocorreram em cada ponto amostrado complementaram as evidências a respeito das relações existentes entre nicho espacial e disponibilidade de micro-habitats. Isso se explica porque os ambientes mais afetados pelas atividades antrópicas na região, representados pelos pontos 04 e 05, foram as áreas que apresentaram as maiores médias de sobreposição de nicho espacial. Devido ao fato de tais ambientes possuírem características de hidroperíodo temporário e ao fato de essas áreas possuírem menor disponibilidade de micro-habitats que os demais locais amostrados na região, foi possível determinar a existência de uma alta sobreposição de nicho espacial entre as espécies de anuros que ocorreram nesses habitats.

Os dados obtidos pelo presente estudo evidenciaram o fato de que a heterogeneidade espacial dos ambientes apresenta uma influência direta na riqueza e na partilha espaço-temporal das espécies de anuros. No entanto, algumas dessas espécies podem beneficiar-se com condições ambientais mais estáveis, representadas por ambientes higrófilos permanentes, construídos pela ação humana. As diferenças entre as tolerâncias às perturbações ambientais representadas por estes organismos devem estar diretamente associadas à amplitude de nicho espacial das espécies, que reflete características exclusivas de cada população em relação à utilização de micro-habitats e aos limites de exploração de recursos. A interpenetração destes limites também pode ser considerada como um importante fator relacionado com a distribuição espacial dos anuros, pois pode atuar como um determinante fator ecológico de competição entre as espécies, estabilizando a estrutura das comunidades. E necessário, portanto,

Tabela 7. Médias de sobreposição de nicho espacial entre as espécies de anuros que ocorreram em cada ambiente amostrado no município de Hidrolândia, Goiás, acompanhadas do erro padrão da média e da probabilidade de encontrar estes valores médios ao acaso (P).
Table 7. Averages of spatial niche overlap among the anuran species what occurred in each environment sampled in the municipality of Hidrolândia, Goiás, accompanied of the standard error of average and of probability to find this average values at random (P).

Pontos amostrais	Média de sobreposição de nicho espacial	Erro padrão da média	P
Ponto 01	0,32	0,07	0,015
Ponto 02	0,30	0,08	0,011
Ponto 03	0,29	0,09	0,035
Ponto 04	0,40	0,05	0,005
Ponto 05	0,35	0,11	0,002

estabelecer uma visão crítica quanto às informações generalistas que dizem respeito à distribuição espacial e temporal das populações de anuros.

Agradecimentos

Ao professor Dr. Rogério Pereira Bastos, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, pelas sugestões no manuscrito. Ao administrador de agronegócios Diego Moreira de Souza, pelo empréstimo da área de estudo e pela confiança neste trabalho. Ao ecólogo Heury Souza Ferreira, do Laboratório de Ecologia Teórica e Síntese (LETS) da Universidade Federal de Goiás (UFG), pelas contribuições teóricas. Ao Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios (RAN), do IBAMA, pela concessão da licença de coleta (221/06 IBAMA-RAN). A todos os membros do Centro de Biologia Aquática, da Universidade Católica de Goiás, pela realização das análises físico-químicas da água, complementando as informações dos ambientes amostrados no presente trabalho. E, por fim, agradecimentos aos pesquisadores Caio Stuart Amorim Pereira e Alexandre Ramos Bastos Lage, do Instituto de Pesquisas Ambientais e Ações Conservacionistas (IPAAC), ao biólogo Guilherme Nunes Ferreira, e ao mateiro Walter de Sousa, pelas participações na execução dos trabalhos de campo.

Referências

- BASTOS, R.P. 2007. Anfíbios do Cerrado. In: L.B. NASCIMENTO; M.E. OLIVEIRA (orgs.), *Herpetologia no Brasil II*. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Herpetologia, p. 87-100.
- BURNHAM, K.P.; OVERTON, W.S. 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*, **60**(5):927-936. <http://dx.doi.org/10.2307/1936861>
- CHAO, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population Scandinavian. *Journal of Statistics*, **11**:265-270.
- CPRM. 2000. *Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais*. Programa de integração de dados. Disponível em: ftp://ftp.cprm.gov.br/pub/pdf/goiania/goiania_introducao.pdf. Acessado em: 30/11/2007.
- DAJOZ, R. 1973. *Ecologia Geral*. 3ª ed., São Paulo, Vozes, 471 p.
- DUELLEMAN, W.E.; TRUEB, L. 1994. *Biology of Amphibians*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 367 p.
- DUELLEMAN, W.E. 1999. *Patterns of distribution of amphibians: A Global Perspective*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 328 p.
- FROST, D.R. 2009. *Amphibian Species of the World: an online reference, version 5.3 (12 February 2009)*. American Museum of Natural History. New York, USA. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. Acessado em: 10/05/2009.
- GOTELLI, N.J.; ENTSMINGER, G.L. 2005. *EcoSim: Null models software for ecology, version 7.72*. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Disponível em: <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>. Acessado em: 15/10/2007.
- HEYER, W.R.; BELLIN, M.S. 1973. Ecological notes on five sympatric Leptodactylus (Amphibia, Leptodactylidae) from Ecuador. *Herpetologica*, **29**:66-72.
- HEYER W.R.; DONNELLY, M.A.; MCDI-AMIRD, R.W.; HAYEK, L.C.; FOSTER, M. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Washington, Smithsonian Institution Press, 359 p.
- KWET, A.; DI-BERNARDO, M. 2002. Efeitos da contaminação das águas superficiais associadas à atividade de extração e processamento de carvão sobre anfíbios. In: E.C. TEIXEIRA; M.J.R. PIRES, *Meio ambiente e carvão – Impactos da exploração e utilização*. Porto Alegre, Fundação Estadual de Proteção Ambiental, p. 413-422.
- LIMA, J.S. 2001. Processos Biológicos e o biomonitoramento: aspectos bioquímicos e morfológicos. In: N.B. MAIA; H.L. MARTOS; W. BARRELA, *Indicadores ambientais: conceitos e aplicações*. São Paulo, EDUC, p. 95-115.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. London, Chapman & Hall, 179 p.
- MCALEECE, N.; LAMBSHEAD, P.J.D.; PATERSON, G.L.J.; GAGE, J.G. 1997. *Biodiversity professional, version 2.0*. London, The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Sciences. Disponível em: <http://www.sams.ac.uk/research/software>. Acessado em: 20/09/2007.
- PIANKA, E.R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **4**:53-74. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000413>
- PINTO-COELHO, R.M. 2000. *Fundamentos em ecologia*. Porto Alegre, Ed. Artmed, 99 p.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILA NOVA, N.A. 1976. *Manual de Ecologia dos Insetos*. São Paulo, Ed. Agr. Ceres, 419 p.
- SBH. 2010. *Brazilian Amphibians – List of species*. Disponível em: <http://www.sberpetologia.org.br>. Acessado em: 22/05/2010.
- TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. 2006. *Fundamentos em ecologia*. Porto Alegre, Ed. Artmed, 247 p.
- WELLS, K.D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, **25**(3):666-693. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-3472\(77\)90118-X](http://dx.doi.org/10.1016/0003-3472(77)90118-X)
- YOUNG, B.; LIPS, K.R.; REASER, J.K.; IBÁÑEZ, R.; SALAS, A.W.; CEDEÑO, J.R.; COLOMA, L.A.; RON, S.; LA MARCA, E.; MEYER, J.R.; MUÑOZ, A.; BOLAÑOS, F.; CHAVES, G.; ROMO, D. 2001. Population declines and priorities for Amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*, **15**:1213-1223. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.00218.x>
- ZANK, C. 2005. *Biologia reprodutiva de Pseudis minutus (Günther 1858) (Anura, Hylidae, Hylinae) na reserva biológica do Lami, Poro Alegre, Brasil*. Porto Alegre, RS. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 55 p.

Submitted on September 23, 2009.

Accepted on January 5, 2010.