



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PPG - BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO
LABORATÓRIO DE HERPETOLOGIA E ECOLOGIA APLICADA À CONSERVAÇÃO

ADRYELLE FRANCISCA DE SOUZA MOREIRA

**Morfologia de girinos bentônicos e nectônicos e sua associação com
características de ambientes de Cerrado brasileiro**

SÃO LUÍS

2014

ADRYELLE FRANCISCA DE SOUZA MOREIRA

Morfologia de girinos bentônicos e nectônicos e sua associação com características de ambientes de Cerrado brasileiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Orientadora: Prof^a Dr^a Gilda Vasconcellos de Andrade

SÃO LUÍS

2014

ADRYELLE FRANCISCA DE SOUZA MOREIRA

**Morfologia de girinos bentônicos e nectônicos e sua associação com
características de ambientes de Cerrado brasileiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof^a. Dr^a. Gilda Vasconcellos de Andrade – UFMA
Orientadora

Prof. Dr^o. Fausto Nomura – UFG
Avaliador Externo

Prof^a. Dr^a. Larissa Nascimento Barreto – UFMA
Avaliadora Interna

Prof^o. Dr^o. Nivaldo Magalhães Piorski – UFMA
Suplente Interno

Aprovada em: ___/ ___/ 2014

Local de Defesa: Prédio Paulo Freire no Campus Bacanga da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão.

AGRADECIMENTOS

Sou grata a todos que participaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho, em especial agradeço:

À minha orientadora, prof^ª. Dr^ª. Gilda Vasconcellos de Andrade, não só pela orientação, mas também pelo tempo dedicado a mim, pelas oportuniades, ensinamentos transmitidos e pela confiança depositada em mim.

Ao prof^º. Dr^º. Fausto Nomura, por ter me recebido e cedido as dependências do laboratório de Zoologia da UFG, por ter me direcionado para a realização deste trabalho e fornecido o material nele utilizado. Também aos seus estagiários que me orientaram no laboratório.

Ao prof^º. Dr^º. Nivaldo Piorski, por dedicar seu tempo me ajudando pacientemente nas análises estatísticas e por ter me embasado sobre morfometria.

À prof^ª. Dr^ª. Larissa Barreto e ao prof^º. Dr^º. Luiz Webber, pelos comentários e sugestões apresentados nos seminários de pesquisa.

À prof^ª. Dr^ª. Denise Rossa-Feres, por fornecer os subsídios para a realização das viagens e coletas e por ser tão atenciosa mesmo com suas várias ocupações.

À querida doutoranda Verônica Thiemi, por ter me acolhido tão gentilmente em sua casa e me ajudado com material e ideias. Também por ter se tornado minha “guia turística” e me apresentado Goiânia.

Aos professores do PPGBC por terem contribuído com o enriquecimento do meu conhecimento teórico.

Aos amigos que me auxiliaram nas coletas de girinos, em especial àqueles que não fazem parte do projeto e ainda assim se despuseram e doaram seu tempo: Markus Paulo, Gustavo, Bruno e Samih.

Aos estagiários do Laboratório de Herpetologia e Ecologia Aplicada à Conservação da UFMA, pelos auxílios, conhecimentos compartilhados, momentos de diversão, por tornarem o ambiente de trabalho agradável e por me aturarem quando eu reclamo da desorganização. Em especial ao Tayllon Alves pela sua dedicação ao projeto, auxílio nas coletas e conselhos dados a mim.

Aos colegas do mestrado pela convivência nas disciplinas, pelas trocas de favores e por compartilharem momentos de alívio e estresse. Em especial ao Bruno Rafael, por me acompanhar desde os tempos de técnica de laboratório e à Pâmella, pelo companheirismo, palavras de conforto e pelas caronas.

À melhor turma de graduação da biologia, a qual eu tive a honra de fazer parte e que também contribuiu para que eu chegasse até aqui: CB071. Se não fossem vocês a minha graduação não teria a mesma graça e eu não teria o mesmo ânimo para continuar.

À sr^a. Ana Lúcia, por ser sempre atenciosa com os alunos do mestrado e por nos ajudar sempre que possível.

Aos meus amados pais, Raimundo e Maria Bernadete, por estarem sempre ao meu lado, aceitando minhas ausências devido ao trabalho e por fornecerem o melhor que eles podem me proporcionar. Ao meu irmão André, que mesmo longe ouve meus lamentos e preocupações e me dá “puxões de orelha”, que geralmente são úteis.

Às minhas amigas Flávia, Ludy e Carol por sempre me ouvirem, me aconselharem, me acompanharem e me ajudarem a passar pelos momentos difíceis.

À CAPES, pela bolsa concedida durante a elaboração da minha dissertação e ao CNPq/FAPESP, pelo auxílio financeiro.

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridade, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir! Não tenhas medo dos tropeços da jornada. Não podemos esquecer que nós, ainda que incompleto, fomos o maior aventureiro da história.”

(Augusto Cury)

SUMÁRIO

RESUMO	I
LISTA DE FIGURAS	II
LISTA DE TABELAS	III
APRESENTAÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1
MORFOLOGIA DE GIRINOS BENTÔNICOS E NECTÔNICOS E SUA ASSOCIAÇÃO COM CARACTERÍSTICAS DE AMBIENTES DE CERRADO BRASILEIRO	3
ABSTRACT	3
RESUMO	3
INTRODUÇÃO	4
MATERIAL E MÉTODOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
RESULTADOS	7
DISCUSSÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
ANEXO	20
NORMAS DO ARTIGO	21

RESUMO

A ecomorfologia é uma linha de pesquisa apropriada para os estudos em ecologia das espécies. Nós investigamos a morfologia de duas espécies de girinos bentônicos (*Hypsiboas albopunctatus* e *Physalaemus cuvieri*) e duas nectônicas (*Scinax fuscovarius* e *Scinax fuscomarginatus*) por meio de treze proporções morfométricas que refletem atributos ecomorfológicos funcionais. Esses atributos foram analisados através de uma análise de componentes principais, que mostrou a diferença entre as guildas tróficas; também foram correlacionados com características dos ambientes dos quais esses organismos foram coletados, através de uma análise de redundância. A análise de componentes principais revelou que o tamanho das nadadeiras e o formato do corpo influenciaram a diferenciação das duas guildas, corroborando estudos anteriores. A vegetação herbácea ereta, a margem em barranco e o substrato lamoso do corpo d'água foram associados às variações morfológicas desses girinos.

Palavras-chave: ecomorfologia, morfometria, anuros.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição dos pontos de coleta dos girinos deste estudo. HA = *Hypsiboas albopunctatus*, PC = *Physalaemus cuvieri*, FM = *Scinax fuscomarginatus*, FV = *Scinax fuscovarius*.

Figura 2: Medidas lineares dos girinos. A) Vista lateral: CT (comprimento total), CC (comprimento do corpo), AC (altura do corpo), AND (altura da nadadeira dorsal), AMC (altura da musculatura caudal), ANV (altura da nadadeira ventral), DOF (distância do olho ao focinho), DNF (distância da narina ao focinho), DMO (diâmetro do olho), CE (comprimento do espiráculo), LE (largura do espiráculo), LAE (largura da abertura do espiráculo) e AES (altura do espiráculo); B) Vista dorsal: LC (largura do corpo), LMC (largura da musculatura caudal), DIO (distância interorbital), DIN (distância entre as narinas), DMN (diâmetro da narina).

Figura 3: Análise de componentes principais da matriz de proporções morfométricas. Quadrado = *Scinax fuscomarginatus*, x = *S. fuscovarius*, círculo = *Hypsiboas albopunctatus* e triângulo = *Physalaemus cuvieri*. CT = comprimento total, CC = comprimento do corpo, AC = altura do corpo, AND = altura da nadadeira dorsal, AMC = altura da musculatura caudal, ANV = altura da nadadeira ventral, DOF = distância do olho ao focinho, DNF = distância da narina ao focinho, DMO = diâmetro do olho, CE = comprimento do espiráculo, LE = largura do espiráculo, LAE = largura da abertura do espiráculo, AES = altura do espiráculo, LC = largura do corpo, LMC = largura da musculatura caudal, DIO = distância interorbital, DIN = distância entre as narinas, DMN = diâmetro da narina.

Figura 4: *Triplot* da RDA mostrando os dois primeiros eixos da Análise de Redundância, considerando as espécies, os atributos ecomorfológicos e características do ambiente inseridas no modelo. HA = *Hypsiboas albopunctatus*, PC = *Physalaemus cuvieri*, SFM = *Scinax fuscomarginatus*, SFV = *Scinax fuscovarius*, VIHE = vegetação do interior herbácea ereta, MB = margem em barranco, SL = substrato lamoso, ANV/AMC = altura da nadadeira ventral, AC/LC = formato do corpo, CN/CC = comprimento da narina, DIN/LC = distância entre as narinas, DNF/DOF = distância entre as narinas, Dmo/CC = diâmetro do olho, AND/AMC = altura da nadadeira dorsal, CE/CC = comprimento do espiráculo, AE/CC = altura do espiráculo, CCa/CT = comprimento da cauda, LMC/CC = largura da musculatura caudal, LE/AC = largura do espiráculo, LAE/LE = largura da abertura do espiráculo.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de média (M) e desvio padrão (SD) para os treze atributos ecomorfológicos calculados para as quatro espécies de girinos do Cerrado brasileiro. Formato do corpo (AC/LC), comprimento das narinas (CN/CC), distância entre as narinas (DIN/LC), distância narina-focinho (DNF/DOF), diâmetro do olho (Dmo/CC), altura da nadadeira ventral (ANV/AMC), altura da nadadeira dorsal (AND/AMC), comprimento do espiráculo (CE/CC), posição da abertura do espiráculo (AE/CC), comprimento da cauda (CCa/CT), largura da musculatura caudal (LMC/CC), largura do espiráculo (LE/AC) e largura da abertura do espiráculo (LAE/LE), *Hypsiboas albopunctatus* (HA), *Physalaemus cuvieri* (PC), *Scinax fuscomarginatus* (SFM) e *S. fuscovarius* (SFV).

Tabela 2: Disparidade morfométrica (DM) e ambiental (DA) parciais e seus respectivos desvios padrões (DP) para as espécies em estudo.

Tabela 3: Resultado do Teste t de Student para os dados morfométricos. HA = *Hypsiboas albopunctatus*, PC = *Physalaemus cuvieri*, FM = *Scinax fuscomarginatus* e FV = *S. fuscovarius*. Valor de t tabelado = 1,78229, com 95% de confiança.

Tabela 4: Resultado do Teste t de Student para os dados ambientais. HA = *Hypsiboas albopunctatus*, PC = *Physalaemus cuvieri*, SFM = *Scinax fuscomarginatus* e SFV = *S. fuscovarius*. (t tabelado = 1,73406), com 95% de confiança.

Tabela 5: Resultado da influência das variáveis ambientais nos dados morfométricos calculado pelo teste de Monte Carlo com 999 permutações. MB = margem em barranco, MP = margem plana, MI = margem inclinada, ME = margem escavada, VIN = nenhuma vegetação interna, VIS = vegetação interna submersa, VIF= vegetação interna flutuante, VIHE = vegetação interna herbácea ereta, VIA = vegetação interna arbustiva, VIAR = vegetação interna arbórea, VIT = vegetação interna tipo táboa, SR = substrato rochoso, SP = substrato de pedras, SCG = substrato de cascalho grosso, SCF = substrato de cascalho fino, SA = substrato arenoso, SAR = substrato argiloso, SL = substrato lamoso, SF = substrato de folhiço, PM = profundidade máxima.

Tabela 6: Valores de média (M) e desvio padrão (SD) para as medidas de comprimento total (CT), altura da nadadeira dorsal (AND) e altura da nadadeira ventral (ANV) das espécies *Hypsiboas albopunctatus* (HA), *Physalaemus cuvieri* (PC), *Scinax fuscomarginatus* (SFM) e *S. fuscovarius* (SFV).

APRESENTAÇÃO

A morfologia dos organismos e sua relação com a ecologia, entre comunidades, populações, guildas e indivíduos, são investigadas pela ecomorfologia (Peres-Neto, 1999), considerando a morfologia funcional dos organismos relacionada às suas adaptações para habitats específicos (Curran, 2012).

É crescente a quantidade de estudos para o conhecimento da fase larvária dos anuros, tanto como parte dos estudos da história natural das espécies, quanto devido à sua importância cada vez maior em estudos taxonômicos e de filogenia (Wogel et al., 2000). Esses organismos apresentam formatos corporais especializados, o que evidencia sua capacidade de explorar habitats específicos (Grosjean et al., 2004; Buskirk, 2009). Apesar disso, podemos encontrar poucos trabalhos na literatura sobre a ecomorfologia de girinos.

Ambientes heterogêneos podem favorecer a evolução da plasticidade fenotípica (Via & Lande, 1985). Os girinos deste trabalho foram coletados em áreas com o bioma Cerrado, que apresenta uma paisagem bastante heterogênea, com variadas fitofisionomias que incluem desde campos de grama sem árvores até matas ciliares relativamente densas (Oliveira & Marquis, 2002).

Nesta dissertação foi gerado um artigo, que será submetido à revista “Biota Neotropica”, cujas normas para submissão de artigo estão anexadas. Este estudo pretende adicionar informações acerca das relações entre forma e características dos habitats de girinos do Cerrado brasileiro, o que pode contribuir para o entendimento da estruturação dessas comunidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUSKIRK, J. V. 2009. Getting in shape: adaptation and phylogenetic inertia in morphology of Australian anuran larvae. **Journal of evolutionary biology** 22: 1326-1337.

CURRAN, S. C. 2012. Expanding ecomorphological methods: geometric morphometric analysis of Cervidae post-crania. **Journal of Archaeological Science**, p. 1172-1182.

GROSJEAN, S.; VENCES, M. & DUBOIS, A. 2004. Evolutionary significance of oral morphology in the carnivorous tadpoles of tiger frogs, genus *Hoplobatrachus* (Ranidae). **Biological Journal of the Linnean Society** 81: 171-181.

OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. 2002 (Eds.). *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. 398 pp. Columbia University Press, NY.

PERES-NETO, P. R. 1999. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riacho. Pp. 209-236. Em: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (Eds.). Ecologia de peixes de riachos. **Série Oecologia Brasiliensis**, vol. VI. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 260p.

VIA, S. & Lande, R. 1985. Genotype-environment interaction and the evolution of phenotypic plasticity. **Evolution** 39: 505–522.

WOGEL, H.; ABRUNHOSA, P & POMBAL, J. P. 2000. Girinos de cinco espécies de anuros do sudeste do Brasil (Amphibia: Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae). **Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro** 427. p.1-16.

Morfologia de girinos bentônicos e nectônicos e sua associação com características de ambientes de Cerrado brasileiro

Adryelle Francisca de Souza Moreira^{1,2} & Gilda Vasconcellos de Andrade¹

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Av. dos Portugueses, 1966, CEP 65080-805, São Luís-MA, Brasil.

²Autor correspondente: Adryelle Moreira, e-mail: adryelle08@gmail.com

Abstract: The ecomorphology is an appropriate line of research for studies on species ecology. We analyzed the morphology of two species of benthic tadpoles (*Hypsiboas albopunctatus* and *Physalaemus cuvieri*) and two nektonic (*Scinax fuscovarius* and *Scinax fuscomarginatus*) using thirteen morphometric proportions that represent functional ecomorphological attributes. These attributes were analyzed using a principal component analysis, which showed the difference between the trophic guilds; they were also correlated with environmental traits from the ponds where these tadpoles were collected by a redundancy analysis. The principal components analysis revealed that the size of the fins and body shape influenced the differentiation of two guilds, corroborating previous studies. The erect herbaceous vegetation, the gully margin and the muddy substrate of the water body were associated with morphological variations of these tadpoles.

Key words: ecomorphology, morphometry, anurans.

Resumo: A ecomorfologia é uma linha de pesquisa apropriada para os estudos em ecologia das espécies. Nós investigamos a morfologia de duas espécies de girinos bentônicos (*Hypsiboas albopunctatus* e *Physalaemus cuvieri*) e duas nectônicas (*Scinax fuscovarius* e *Scinax fuscomarginatus*) por meio de treze proporções morfométricas que refletem atributos ecomorfológicos funcionais. Esses atributos foram analisados através de uma análise de componentes principais, que mostrou a diferença entre as guildas tróficas; também foram correlacionados com características dos ambientes dos quais esses organismos foram coletados, através de uma análise de redundância. A análise de componentes principais revelou que o tamanho das nadadeiras e o formato do corpo influenciaram a diferenciação das duas guildas, corroborando estudos anteriores. A vegetação herbácea ereta, a margem em barranco e o substrato lamoso do corpo d'água foram associados às variações morfológicas desses girinos.

Palavras-chave: ecomorfologia, morfometria, anuros.

Introdução

Entender as causas e mecanismos que proporcionam a adaptação local é um dos principais desafios da biologia evolutiva (Méndez & Correa-Solis, 2009). Tal adaptação pode ser observada através da associação entre as características do organismo e as características ambientais (Peres-Neto, 1999). Entretanto, muitas vezes a pressão do ambiente sobre um organismo não ocorre ao longo de toda a forma, sendo algumas características morfológicas do organismo mais plásticas do que outras, sendo assim mais suscetíveis às variações microambientais (Rossa-Feres & Nomura, 2006). Nesse contexto se insere a ecomorfologia, que estuda as relações entre a morfologia dos organismos e sua associação com as pressões ambientais e fatores físicos externos (Bock & Von Wahlert, 1965).

A ecomorfologia assume que padrões em ecologia de indivíduos, populações ou agrupamento de espécies podem ser deduzidos através dos caracteres morfológicos destes, devido à restrição que o ambiente provoca tanto na sua morfologia quanto na ecologia, paralelamente (Mullaney & Gale, 1996), de modo que a morfologia característica de uma população em um habitat seja aquela que garante seu melhor desempenho nesse habitat (Pinto & Ávila-Pires, 2004). As relações entre morfologia e ecologia geralmente são interpretadas por meio de atributos ecomorfológicos, expressos em índices, obtidos em medidas morfométricas e suas proporções (Balon et al. 1986; Freire & Agostinho, 2001).

Muitos estudos mostram a influência de diferentes fatores ambientais nos padrões de riqueza, abundância e diversidade das espécies de anuros, mas poucos estendem tal influência para a morfologia. As formas dos girinos apresentam várias características ecomorfológicas (Grosjean et al. 2011), por exemplo, muitos girinos norte-americanos se alimentam em suspensão e apresentam peças bucais queratinizadas para raspar algas suspensas (Seale, 1987); girinos que vivem em água corrente costumam ser deprimidos ou arredondados na região frontal, provavelmente para evitar seu arrasto (Altig & Johnston, 1989). Embora girinos tenham pouco controle no tipo de habitat aos quais se desenvolvem (Alford, 1999), ocupam uma grande diversidade de microambientes (Inger, 1985; Altig & McDiarmid, 1999). Diferentes pressões ambientais, tais como regimes de hidrologia e correnteza e presença/ausência de predadores, estão relacionadas aos hábitos de forrageamento especializados (Altig & Johnston, 1989) e à posição na coluna d'água desses organismos (Fatorelli & Rocha, 2008). A grande diversidade morfológica dos girinos (corpo deprimido/comprimido, olhos dorsais/laterais, nadadeiras altas/baixas, etc.) evidencia a habilidade destes em explorar diferentes tipos de habitats

(Grosjean et al. 2004; Buskirk, 2009). Por esses fatores, formam um grupo taxonômico adequado para estudos em ecomorfologia.

A classificação de guildas ecomorfológicas de girinos mais utilizada é a proposta por Altig & Johnston (1989), modificada por McDiarmid & Altig (1999). Essa classificação se baseou na associação da morfologia com o hábito alimentar e uso de microhabitats de várias espécies de girinos. Segundo McDiarmid & Altig (1999) a morfologia geral desses organismos está distribuída em quinze ecomorfotipos, que preveem seu comportamento alimentar e ecologia. Por exemplo, girinos bentônicos raspam alimentos em regiões de fundo, apresentam corpo deprimido e olhos dorsais; os nectônicos raspam alimentos na coluna d'água, possuem corpo comprimido e olhos laterais.

Devido à associação entre fenótipo e ambiente, a heterogeneidade ambiental pode favorecer a diversidade fenotípica (Michel, 2011). O bioma Cerrado apresenta uma paisagem bastante heterogênea, com variadas fitofisionomias que incluem desde campos de grama sem árvores até matas ciliares relativamente densas (Oliveira & Marquis, 2002). Essa variação se reflete nos corpos d'água presentes nestes locais, que variam de pequenas poças temporárias em áreas abertas até riachos sombreados por vegetação arbórea, utilizados por anfíbios em reprodução e suas larvas em desenvolvimento.

Neste trabalho objetivamos analisar como a variabilidade ambiental influencia a forma dos girinos de áreas de Cerrado. Esperemos encontrar maior variação morfológica nos girinos coletados em poças mais heterogêneas.

Material e métodos

Utilizamos quatro espécies de girinos de duas guildas ecomorfológicas distintas: *Hypsiboas albopunctatus* (bentônico, N=25), *Physalaemus cuvieri* (bentônico, N=39), *Scinax fuscomarginatus* (nectônica, N=20) e *S. fuscovarius* (nectônica, N=37) (Rossa-Feres & Nomura, 2006).

Os girinos foram coletados com puçás em corpos d'água localizados em áreas de Cerrado nos estados de Goiás, Bahia e Maranhão (figura 1). Após a coleta foram anestesiados em solução de benzocaína e conservados em formol 10% e estão depositados na coleção zoológica da Universidade Federal de Goiás (ZUFG), Goiânia, Goiás, Brasil e na coleção herpetológica da Universidade Federal do Maranhão (HUFMA), São Luís, Maranhão, Brasil. As

espécies utilizadas neste trabalho foram selecionadas porque apresentaram maior quantidade de exemplares nessas coleções.

No momento da coleta dos espécimes foram obtidas informações sobre características dos corpos d'água nos quais estes ocorreram: perfil da margem (barranco, plana, inclinada, escavada), vegetação do interior do corpo d'água (nenhuma, submersa, flutuante, herbácea ereta, arbustiva, arbórea, taboa), substrato do corpo d'água (rochas, pedras, cascalho grosso, cascalho fino, areia, argila, lama, folhiço) e profundidade máxima. Essas características compuseram as variáveis ambientais utilizadas na matriz de atributos ecológicos (MB, MP, MI, ME, VIN, VIS, VIF, VIHE, VIA, VIAR, VIT, SR, SP, SCG, SCF, SA, SAR, SL, SF, PM, na sequência).

Para cada variável ambiental foi determinado valores referentes à sua presença no corpo d'água, em porcentagens: 0% = 0 (ausência da variável); 1-20% = 0,1; 21-40% = 0,3; 41-60% = 0,5; 61-80% = 0,7; 81-100% = 0,9, exceto para os dados de profundidade, que foram dispostos com seus valores reais em milímetros.

Para as análises morfométricas foi utilizada a morfometria tradicional, que estuda a variação e covariação de medidas de distâncias entre pares de pontos e, às vezes, proporções (Moraes, 2003), através da obtenção de dezoito medidas de cada girino, treze em vista lateral esquerda (Figura 2A) e cinco em vista dorsal (Figura 2B), seguindo o modelo do projeto de pesquisa “Girinos de anuros da Mata Atlântica, da Amazônia, do Pantanal, do Cerrado e de zonas de transição: caracterização morfológica, distribuição espacial e padrões de diversidade” (SISBIOTA-CNPq/FAPESP), coordenado pela Dra. Denise de Cerqueira Rossa-Feres. Essas medidas foram obtidas no programa ImageJ, versão 1.47, através de fotografias dos girinos. Todas as medidas foram tomadas dos maiores comprimentos, distâncias e diâmetros. Os girinos utilizados encontram-se nos estágios de desenvolvimento 35 ao 39 da tabela de Gosner (1960), que apresentam relativa estabilidade dos caracteres “chave” (Gosner, 1960). Cada valor obtido foi somado a 1 e logaritimizado para eliminar o efeito do tamanho e valores negativos nos dados.

Através dessas medidas foram calculadas treze proporções morfométricas para cada indivíduo, que representam atributos ecomorfológicos relacionados ao uso do habitat: Formato do corpo (AC/LC), comprimento das narinas (CN/CC), distância entre as narinas (DIN/LC), distância narina-focinho (DNF/DOF), diâmetro do olho (Dmo/CC), altura da nadadeira ventral (ANV/AMC), altura da nadadeira dorsal (AND/AMC), comprimento do espiráculo (CE/CC), posição da abertura do espiráculo (AE/CC), comprimento da cauda (CCa/CT), largura da musculatura caudal (LMC/CC), largura do espiráculo (LE/AC) e largura da abertura do espiráculo (LAE/LE) (Anexo 1).

Essas proporções foram organizadas em uma matriz de correlação e foram submetidas a uma análise de componentes principais (PCA), que reduz a dimensão dos dados e facilita sua interpretação, utilizando o software PAST versão 3.0 (Hammer et al. 2001). Os scores do primeiro eixo foram multiplicados por -1 (para eliminação de valores negativos) e utilizados em um cálculo de disparidade morfológica parcial, que é uma medida de variabilidade morfológica, para cada espécie (Zelditch et al. 2004). O mesmo processo foi realizado com a matriz ambiental (disparidade ambiental).

A fórmula de Foote (1993) para disparidade morfológica parcial é: $PD = \frac{D_i^2}{N-1}$, onde D representa a distância da iésima espécie ao centroide do grupo e N é o número total de espécies no grupo considerado. Posteriormente foram realizados testes *t*, com a fórmula:

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\left(\frac{(N_1 - 1)N_1SE_1^2 + (N_2 - 1)N_2SE_2^2}{N_1 + N_2 - 2}\right)\left(\frac{N_1 + N_2}{N_1N_2}\right)}} \quad (\text{Zelditch, 2004}), \text{ onde MD} = \text{disparidade, SE} = \text{erro}$$

padrão e $(N_1 + N_2 - 2)$ graus de liberdade, para verificar a significância das diferenças entre as disparidades morfológicas e ambientais. Para minimizar a influência de fatores filogenéticos nessas análises, optamos por fazê-las por espécies ao invés de guildas.

A matriz de hábitat e a matriz com os as proporções morfométricas foram submetidas ao método de ordenação direta da análise de redundância (RDA) para verificar a contribuição das características do ambiente nas formas dos girinos de cada espécie. Essa análise pressupõe uma relação linear dos gradientes ambientais com a morfometria das espécies (Rao, 1973).

A RDA foi realizada no programa CANOCO versão 4.5 (Ter Braak & Smilauer, 2002). Empregou-se a seleção manual das variáveis ambientais e somente aquelas significativamente correlacionadas com os dados morfométricos foram utilizadas numa nova RDA. O teste de Monte Carlo (Verdonschot & Ter Braak, 1994) com 999 permutações foi realizado para calcular a significância da influência das características ambientais nos dados morfométricos (Leps & Smilauer, 2003). Os resultados gráficos foram apresentados em um *triplot* gerado pelo *default* do CANOCO através do programa CanoDraw 4.1 (Smilauer, 2003).

Resultados

As médias e desvios padrões para cada atributo ecomorfológico para as espécies do estudo são apresentados na Tabela 1. Os dois primeiros eixos da PCA realizada com os dados

morfométricos explicaram 84,1% da variação total dos dados originais. O primeiro eixo explicou 66,7% e foi utilizado para o cálculo de disparidade morfológica parcial.

Os grupos de espécies apresentaram pouca sobreposição no espaço morfológico e o primeiro eixo foi responsável pela separação entre as espécies bentônicas e nectônicas, com as espécies bentônicas posicionadas no lado negativo e as nectônicas no lado positivo. O primeiro eixo está relacionado principalmente à altura das nadadeiras e ao formato do corpo. O segundo eixo está relacionado principalmente ao comprimento do espiráculo e separou *Hypsiboas albopunctatus* das demais espécies, com exceção de *Scinax fuscovarius*, onde houve alguma sobreposição (Figura 3).

Observamos maior variação morfológica intraespecífica em *Physalaemus cuvieri* e menor em *Scinax fuscomarginatus* (Tabela 2). Entretanto, a variação morfológica intraespecífica não difere entre espécies classificadas em um mesmo grupo ecomorfológico, sendo perceptível somente entre espécies de guildas ecomorfológicas distintas (Tabela 3).

A disparidade ambiental revelou baixa heterogeneidade nos ambientes aos quais as espécies estavam inseridas. Os ambientes mais heterogêneos foram aqueles onde se coletou os indivíduos de *H. albopunctatus* e os menos heterogêneos foram os locais onde se coletou *P. cuvieri* (Tabela 2). Apenas entre os ambientes dessas duas espécies houve diferença significativa (Tabela 4).

As variáveis ambientais que explicaram a variação morfológica ($p < 0,05$), foram: vegetação interna herbácea ereta, margem em barranco e substrato lamoso, que explicaram, respectivamente, 12%, 8% e 7% da variação dos dados (tabela 5).

O primeiro eixo da RDA explicou 24% da variação dos dados, enquanto que o segundo explicou apenas 4%. A correlação entre as espécies e as variáveis ambientais no primeiro eixo foi de 0,594. Todas as variáveis ambientais e atributos ecomorfológicos correlacionaram positivamente nesse eixo (Figura 4). No segundo eixo a vegetação interna do tipo herbácea ereta correlacionou positivamente e a margem em barranco e o substrato lamoso, negativamente.

Discussão

A análise de agrupamento da matriz morfométrica evidenciou as diferenças entre os girinos bentônicos e nectônicos. Os atributos ecomorfológicos que mais contribuíram para a separação das guildas ecomorfológicas foram os relacionados ao tamanho das nadadeiras (Figura

3). Os girinos nectônicos apresentaram nadadeiras maiores (tabela 6) e corpo mais comprimido, corroborando as hipóteses de guildas ecomorfológicas propostas por Altig e Johnston (1989).

O tamanho das nadadeiras de girinos está associado à locomoção desses organismos (Altig & Johnston, 1989). Nadadeiras maiores aumentam a velocidade e a manobrabilidade durante a natação (Arendt, 2010; Kupferberg et al. 2011). Organismos bentônicos, por se localizarem no assoalho do corpo d'água, não necessitam nadadeiras grandes, principalmente a ventral, diferentemente dos nectônicos que estão situados na coluna d'água e em constantes movimentos natatórios.

Com relação ao formato do corpo, os girinos bentônicos apresentaram corpo deprimido (mais largo do que alto), ao contrário dos nectônicos, também relacionado à posição desses organismos no corpo d'água e à sua locomoção. Um corpo deprimido e junto ao substrato diminui as forças hidrostáticas que tendem a arrastar os indivíduos (Watson & Balon, 1984).

As espécies bentônicas apresentaram mais disparidades morfológicas do que as espécies nectônicas, o que pode estar relacionado à seleção de microambientes, visto que girinos bentônicos são mais limitados na escolha de microambientes por estarem restritos às regiões de fundo e por isso necessitam diferentes formas corporais, enquanto que os nectônicos podem se deslocar por diferentes microhabitats e, assim, selecionar aqueles que mais condizem com sua morfologia. Teixeira e Bennemann (2007), em estudo com ecomorfologia de peixes, não encontraram um padrão uniforme quanto à forma do corpo das espécies bentônicas, enquanto que duas espécies nectônicas de diferentes gêneros apresentaram-se bastante semelhantes.

Os girinos de *P. cuvieri* apresentaram a maior disparidade morfológica e a menor disparidade ambiental e uma possível explicação para isso é que nessas populações o fator ambiental (características dos corpos d'água) contribuiu pouco para as diferenças na morfologia desses organismos. As diferenças morfológicas podem estar associadas a outros fatores, como riscos de predação, que induz os girinos a apresentarem menores dimensões corporais e maiores nadadeiras e músculo caudal (Van Buskirk, 2002). Além disso, condições abióticas da água, como sua baixa temperatura, induzem os organismos ectotérmicos a se desenvolver mais lentamente e a maturar mais tarde, apresentando corpo maior (Atkinson, 1994).

Girinos maiores (*H. albopunctatus* e *S. fuscovarius*, tabela 5) apresentam espiráculos mais compridos e isso pode estar relacionado com a necessidade de maior volume de água passando pelo corpo desses organismos para as trocas respiratórias. Feder (1982), em estudo com quatro espécies de girinos, percebeu que quanto maior a massa corporal do girino, maior a taxa de oxigênio consumido por este.

A vegetação no corpo d'água é importante para larvas de anfíbios, estando associada à sua ocorrência (Courtois et al., 1995) e morfologia (Van Buskirk, 2009). Alguns estudos mostram a preferência dos girinos pelas regiões vegetadas dos corpos d'água (Cardoso et al. 1989; Rossa-Feres, 1997). Neste estudo, a vegetação do tipo herbácea ereta no interior dos corpos d'água está associada aos atributos ecomorfológicos de espécies nectônicas, que estão mais suscetíveis a predadores por se deslocarem pela coluna d'água. A presença de vegetação no corpo d'água aumenta a complexidade do ambiente e reduz a possibilidade de encontro entre predador e presa, além de servir como refúgio para a presa (Warfe & Barmuta, 2004). Dessa forma, esses organismos podem se beneficiar ao se associarem com essa vegetação, que possui maior distribuição pela coluna d'água.

A RDA mostrou que a margem do tipo barranco influenciou a morfologia dos girinos neste estudo. Uma possível explicação para esse resultado é que esse tipo de margem propicia a queda de sedimentos e organismos para o corpo d'água e pode aumentar a complexidade do ambiente com o aumento heterogeneidade vertical.

O substrato do tipo lamoso esteve associado com a largura dos espiráculos, sendo mais largos nos girinos bentônicos. A quantidade de oxigênio dissolvido diminui com o aumento da profundidade do corpo d'água (Michel, 2011). Esse fator pode estar relacionado com a largura do espiráculo dos girinos associados a esses ambientes, visto que espiráculos mais largos possibilitam maior passagem de água e, assim, melhor eficiência respiratória.

Em conclusão, este estudo evidenciou as diferenças entre girinos bentônicos e nectônicos de áreas de cerrado, reforçando a caracterização dessas guildas. Girinos bentônicos apresentaram mais variações morfológicas, no entanto, a disparidade ambiental dos corpos d'água foi baixa, portanto, a plasticidade morfológica observada deve estar associada também a outros fatores, não abordados neste estudo.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa SISBIOTA (CNPq: 563075/2010-4 e Fapesp: 2010/52321-7) pelo apoio financeiro. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de mestrado (AFSM) e de produtividade em pesquisa (GVA, processo 309479/2012-6), respectivamente. Também ao Laboratório de Zoologia da Universidade Federal de Goiás por fornecer o material e as condições necessárias para o desenvolvimento de parte deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- ATKINSON, D. 1994. Temperature and organisms size: a biological law for ectotherms? *Advances in Ecological Research*. 25, 1–58.
- ALFORD, R. A. 1999. Ecology, resource use, competition and predation. Pp. 240–278. Em: R. W. McDiarmid & R. Altig (Eds.), *Tadpoles. The Biology of Anuran Larvae*. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, U.S.A.
- ALTIG, R. & JOHNSTON, G. F. 1989. Guilds of anuran larvae: relations among developmental modes, morphologies, and habitats. *Herpetological Monographs*. 3: 81-109.
- ALTIG, R. & MCDIARMID, R. W. 1999. Body Plan: Development and Morphology. In: McDiarmid, R.W. & Altig, R. (Eds.). *Tadpoles: The biology of anuran larvae*. University of Chicago Press, Chicago and London, p. 24–51.
- ARENDET, J. 2010. Morphological correlates of sprint swimming speed in five species of Spadefoot toad tadpoles: comparisons of morphometric methods. *Journal of Morphology*. 271:1044-1052.
- BALON, E. K.; CRAWFORD, S. S. & LELEK, A. 1986. Fish communities of the upper Danube River (Germany-Austria) prior to the new Rhein-Main-Doman connection. *Environmental Biology of Fishes*. V. 15(4), p. 243-271.
- BOCK, W. J.; & VON WAHLERT, G. 1965. Adaptation and the form-function complex. *Evolution*, Lawrence, 19 (3): 269-299.
- BOOKSTEIN, F. L. 1982. Foundations of Morphometrics. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 13: 451-470.
- BUSKIRK, J. V. 2009. Getting in shape: adaptation and phylogenetic inertia in morphology of Australian anuran larvae. *Journal of evolutionary biology* 22: 1326-1337.
- 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.

- COURTOIS, D.; LECLAIR, R.; LACASSE, S. & MAGNAN, P. 1995. Preferential habitats of ranid amphibians in the oligotrophic lakes of the Laurentian shield (Quebec). *Canadian Journal of Zoology*. 73:1744–1753.
- 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 (4): 733-742.
- FEDER, M. E. 1982. Effect of developmental stage and body size on oxygen consumption of anuran larvae: A reappraisal. *Journal of Experimental Zoology*. 220: 3342.
- FOOTE, M. 1993. Contributions of individual taxa to overall morphological disparity. *Paleobiology*, 19, 403–419.
- FREIRE, A. G. & AGOSTINHO, A. A. 2001. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 13 (1): 1-9.
- GOSNER, K. L. 1960. A Simplified Table for Staging Anuran Embryos and Larvae. *Herpetologica*, 16: 183-190.
- GROSJEAN, S.; STRAUB, A.; GLOS, J.; RANDRIANAINA, R.D.; OHLER, A. & VENCES, M. 2011. Morphological and ecological uniformity in the funnel-mouthed tadpoles of Malagasy litter frogs, subgenus *Chonomantis*. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 162: 149-183.
- GROSJEAN, S.; VENCES, M. & DUBOIS, A. 2004. Evolutionary significance of oral morphology in the carnivorous tadpoles of tiger frogs, genus *Hoplobatrachus* (Ranidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 81: 171-181.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4 (1): 9 pp.
- INGER, R. F. 1985. Tadpoles of the forested regions of Borneo. *Fieldiana Zoology*, 26, 1-89.
- KUPFERBERG, S. J.; LIND, A. J.; THILL, V.; YARNELL, S. M. 2011. Water velocity tolerance in tadpoles of the Foothill yellow-legged frog (*Rana boylii*): swimming performance, growth, and survival. *Copeia*. 2011:141–152.
- LEPS, J. & SMILAUER, P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- MCDIARMID, R. W. & ALTIG, R. 1999. Research: materials and techniques. In: McDiarmid R. W. & Altig R. (Eds.). *Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae*, pp. 240–278. The University of Chicago. Press, Chicago.
- MÉNDEZ, M. A. & CORREA-SOLIS, M. 2009. Divergence in morphometric and life history traits in two thermally contrasting Andean populations of *Rhinella spinulosa* (Anura: Bufonidae). *Journal of Thermal Biology*. 34 (7): 342-347.
- MICHEL, M. J. 2011. Spatial dependence of phenotype-environment associations for tadpoles in natural ponds. *Journal of Evolutionary Biology*. 25:915–932.
- MULLANEY JR., M. D. & GALE, L. D. 1996. Ecomorphological relationships in ontogeny: anatomy and diet in gag, *Mycteroperca microlepis* (Pisces: Serranidae). *Copeia*. 167-180.
- OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. 2002 (Eds.). *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. 398 pp. Columbia University Press, NY.
- PERES-NETO, P. R. 1999. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riacho. Pp. 209-236. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos*. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VI. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 260p.
- PINTO, G. S. & ÁVILA-PIRES, T. C. 2004. Crescimento alométrico, morfologia e uso do hábitat em cinco espécies de *Mabuya* Fitzinger (Reptilia, Scincidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. 21(12): 161-168.
- RAO, C. R. 1973. *Linear statistical inference and its applications*. Second edition. Wiley. New York, USA.
- ROSSA-FERES, D. C. 1997. *Ecologia de uma comunidade de anfíbios anuros da região noroeste do Estado de São Paulo: microhabitat, sazonalidade, dieta e nicho multidimensional*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia) Rio Claro: Instituto de Biociências. UNESP, 178p.
- ROSSA-FERES, D. C. & NOMURA, F. 2006. Characterization and taxonomic key for tadpoles (Amphibia: Anura) from the northwestern region of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*, vol. 6, no. 1.

- SEALE, D. B. 1987. Amphibia. In PANDIAN, T. J. & VERABERG, F. J. (eds) *Animal Energetics*, vol. 2. Academic Press, San Diego, CA, pp. 467–552.
- SMILAUER, P. 2003. *CanoDraw for Window version 4.1*. University of South Bohemia, České Budejovice, Czech Republic.
- TEIXEIRA, I. & BENNEMANN, S. T. 2007. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, vol.7, no.2, p.0-0.
- TER BRAAK, C. J. F. & SMILAUER, P. 2002. *CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power, Ithaca NY, USA.
- VAN BUSKIRK, J. 2002. A comparative test of the adaptive plasticity hypothesis: relationships between habitat and phenotype in anuran larvae. *The American Naturalist*. 160:87–102.
- VAN BUSKIRK, J. 2009. Natural variation in morphology of larval amphibians: Phenotypic plasticity in nature? *Ecological Monographs*, 79: 681-705.
- WARFE, D. M. & BARMUTA, L. A. 2004. Habitat structural complexity mediates the foraging success of multiple predator species. *Oecologia*. 141:171–178.
- WATSON, D. J. & BALON, E. K. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology*, 25: 371-384.
- ZELDITCH, M. L., SWIDERSKI, D. L., SHEETS, H. D. & FINK, W. L. 2004. *Geometric morphometrics for biologists*. Elsevier Academic Press, 443 pp.

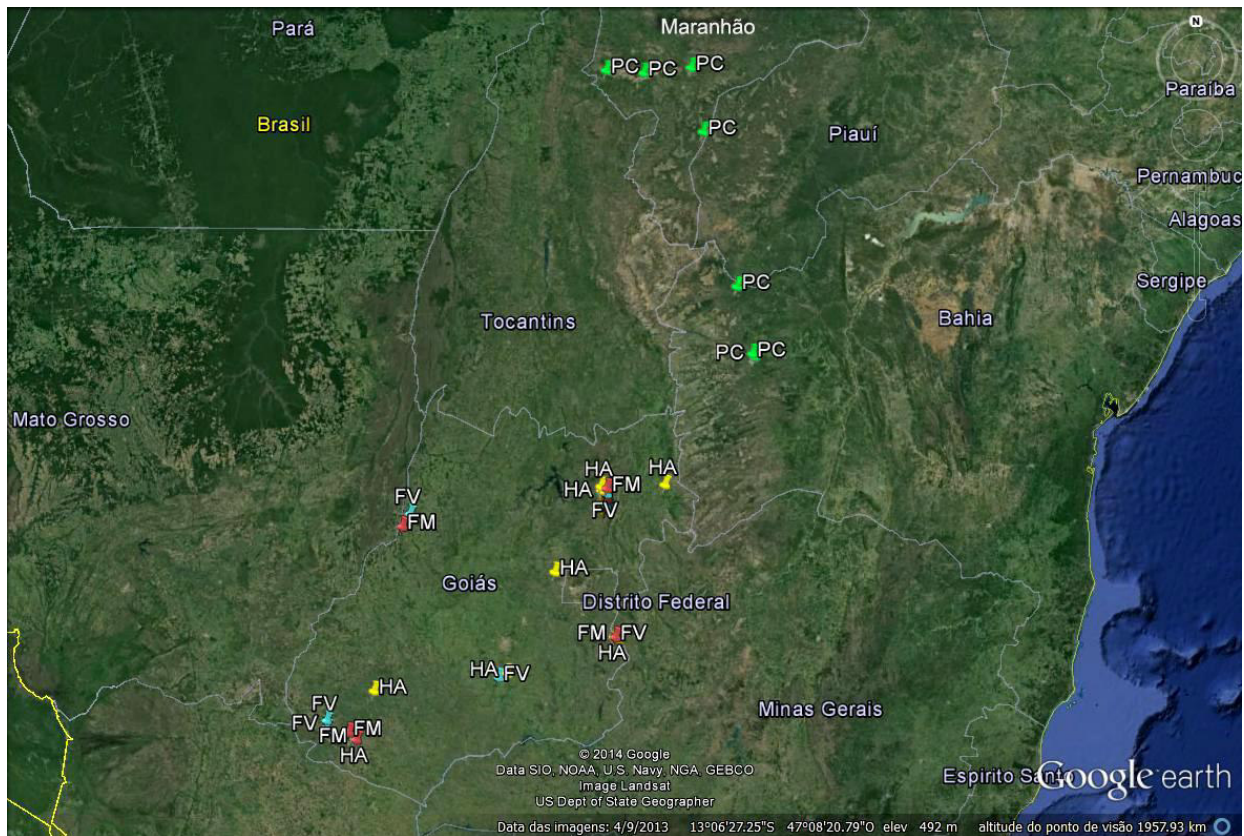
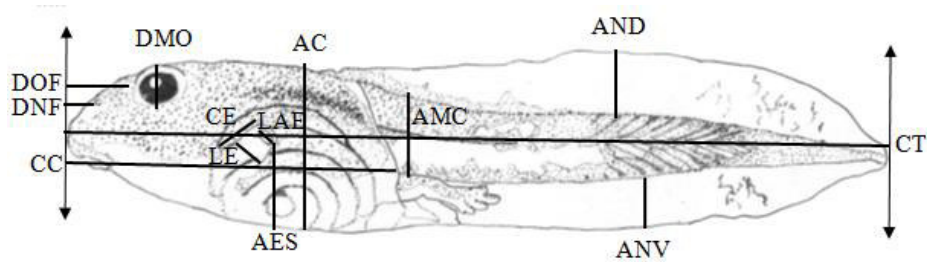


Figura 1. Distribuição dos pontos de coleta dos girinos deste estudo. HA = *Hypsiboas albopunctatus*, PC = *Physalaemus cuvieri*, FM = *Scinax fuscomarginatus*, FV = *Scinax fuscovarius*. Fonte: Google Earth

A)



B)

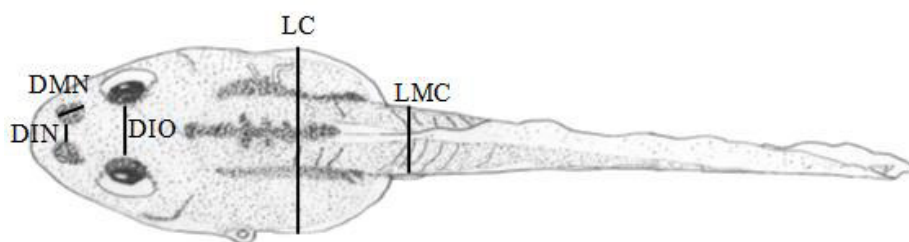


Figura 2. Medidas lineares dos girinos. A) Vista lateral: CT (comprimento total), CC (comprimento do corpo), AC (altura do corpo), AND (altura da nadadeira dorsal), AMC (altura da musculatura caudal), ANV (altura da nadadeira ventral), DOF (distância do olho ao focinho), DNF (distância da narina ao focinho), DMO (diâmetro do olho), CE (comprimento do espiráculo), LE (largura do espiráculo), LAE (largura da abertura do espiráculo) e AES (altura do espiráculo); B) Vista dorsal: LC (largura do corpo), LMC (largura da musculatura caudal), DIO (distância interorbital), DIN (distância entre as narinas), DMN (diâmetro da narina).

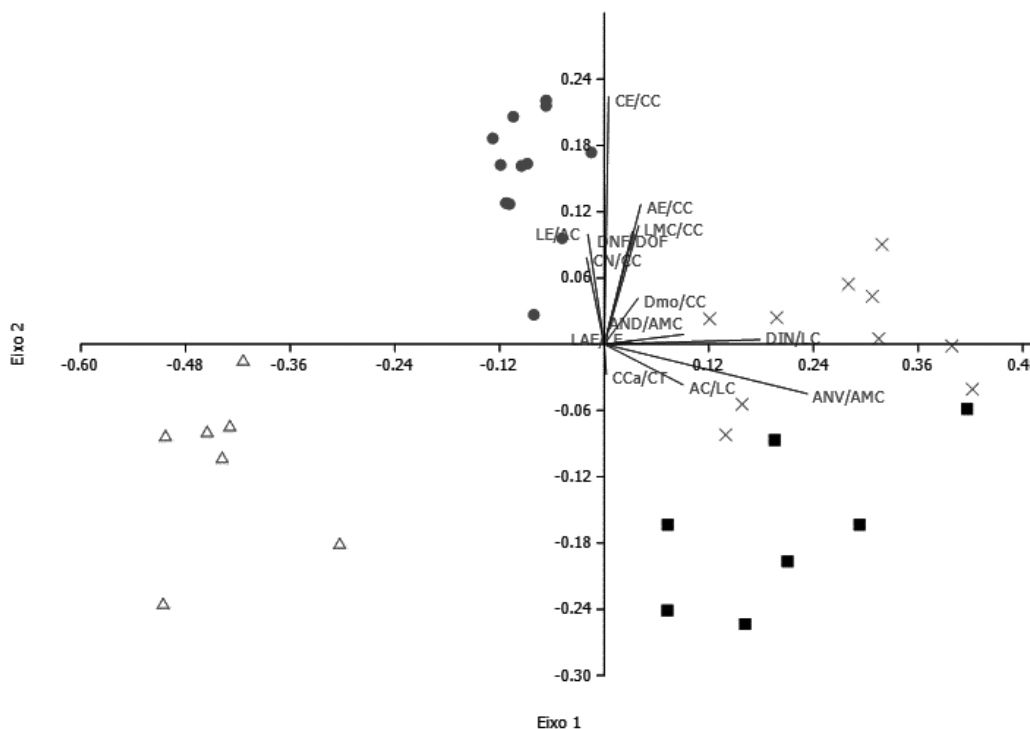


Figura 3. Análise de componentes principais da matriz de proporções morfométricas. Quadrado = *Scinax fuscomarginatus*, x = *S. fuscovarius*, círculo = *Hypsiboas albopunctatus* e triângulo = *Physalaemus cuvieri*. CT = comprimento total, CC = comprimento do corpo, AC = altura do corpo, AND = altura da nadadeira dorsal, AMC = altura da musculatura caudal, ANV = altura da nadadeira ventral, DOF = distância do olho ao focinho, DNF = distância da narina ao focinho, DMO = diâmetro do olho, CE = comprimento do espiráculo, LE = largura do espiráculo, LAE = largura da abertura do espiráculo, AES = altura do espiráculo, LC = largura do corpo, LMC = largura da musculatura caudal, DIO = distância interorbital, DIN = distância entre as narinas, DMN = diâmetro da narina.

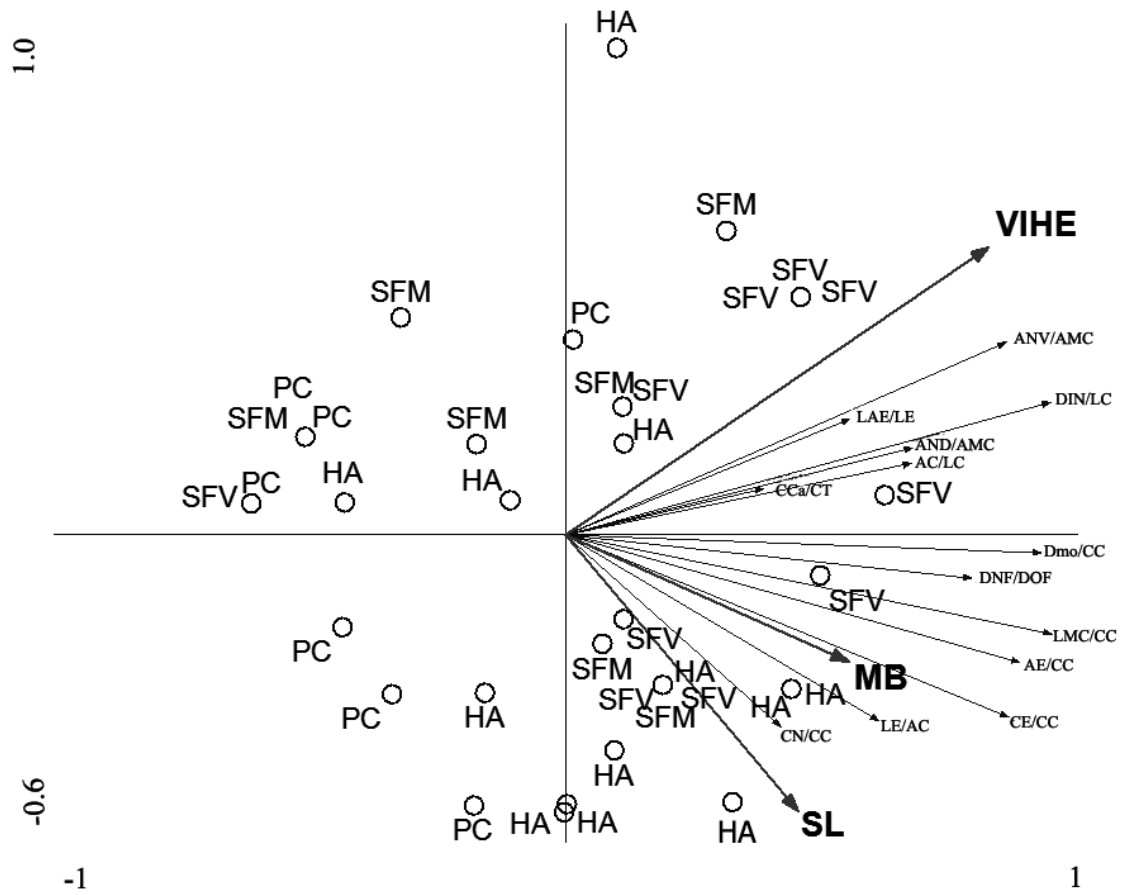


Figura 4. Triplot da RDA mostrando os dois primeiros eixos da Análise de Redundância, considerando as espécies, os atributos ecomorfológicos e características do ambiente inseridas no modelo. HA = *Hypsiboas albopunctatus*, PC = *Physalaemus cuvieri*, SFM = *Scinax fuscomarginatus*, SFV = *Scinax fuscovarius*, VIHE = vegetação do interior herbácea ereta, MB = margem em barranco, SL = substrato lamoso, ANV/AMC = altura da nadadeira ventral, AC/LC = formato do corpo, CN/CC = comprimento da narina, DIN/LC = distância entre as narinas, DNF/DOF = distância entre as narinas, Dmo/CC = diâmetro do olho, AND/AMC = altura da nadadeira dorsal, CE/CC = comprimento do espiráculo, AE/CC = altura do espiráculo, CCa/CT = comprimento da cauda, LMC/CC = largura da musculatura caudal, LE/AC = largura do espiráculo, LAE/LE = largura da abertura do espiráculo.

Tabela 1. Valores de média (M) e desvio padrão (SD) para os treze atributos ecomorfológicos calculados para as quatro espécies de girinos do Cerrado brasileiro. Formato do corpo (AC/LC), comprimento das narinas (CN/CC), distância entre as narinas (DIN/LC), distância narina-focinho (DNF/DOF), diâmetro do olho (Dmo/CC), altura da nadadeira ventral (ANV/AMC), altura da nadadeira dorsal (AND/AMC), comprimento do espiráculo (CE/CC), posição da abertura do espiráculo (AE/CC), comprimento da cauda (CCa/CT), largura da musculatura caudal (LMC/CC), largura do espiráculo (LE/AC) e largura da abertura do espiráculo (LAE/LE), *Hypsiboas albopunctatus* (HA), *Physalaemus cuvieri* (PC), *Scinax fuscomarginatus* (SFM) e *S. fuscovarius* (SFV).

Espécies		AC/LC	CN/CC	DIN/LC	DNF/DOF	Dmo/CC	AND/AMC	ANV/AMC	CE/CC	AE/CC	CCa/CT	LMC/CC	LE/AC	LAE/LE
HA	M	0,93	0,2	0,54	0,69	0,48	0,9	0,69	0,54	0,57	0,27	0,58	0,42	0,65
	SD	0,01	0,02	0,02	0,07	0,02	0,04	0,04	0,06	0,06	0,02	0,02	0,03	0,03
PC	M	0,88	0,15	0,32	0,58	0,41	0,81	0,50	0,34	0,47	0,29	0,45	0,38	0,57
	SD	0,03	0,05	0,04	0,07	0,02	0,06	0,06	0,04	0,06	0,03	0,02	0,04	0,07
SFM	M	1,05	0,11	0,69	0,63	0,48	0,98	0,94	0,34	0,48	0,30	0,50	0,31	0,69
	SD	0,03	0,02	0,02	0,05	0,02	0,09	0,11	0,04	0,09	0,02	0,04	0,03	0,04
SFV	M	1,07	0,13	0,73	0,69	0,52	0,96	0,96	0,42	0,61	0,29	0,59	0,37	0,63
	SD	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,09	0,09	0,04	0,04	0,01	0,05	0,04	0,06

Tabela 2. Disparidade morfométrica (DM) e ambiental (DA) parciais e seus respectivos desvios padrões (DP) para as espécies em estudo.

Espécie	DM	DP	DA	DP
<i>Hypsiboas albopunctatus</i>	0,08309	0,02443	0,00911	0,00275
<i>Physalaemus cuvieri</i>	0,11103	0,02489	0,00163	0,00042
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	0,03105	0,01421	0,00398	0,00191
<i>Scinax fuscovarius</i>	0,03931	0,01221	0,00406	0,00140

Tabela 3. Resultado do Teste t de Student para os dados morfométricos. HA = *Hypsiboas albopunctatus*, PC = *Physalaemus cuvieri*, FM = *Scinax fuscomarginatus* e FV = *S. fuscovarius*. Valor de t tabelado = 1,78229, com 95% de confiança.

	HA	PC	FM	FV
HA		-1,22095	3,055778*	2,796031*
PC			2,790727*	2,837948*
FM				0,438749

Tabela 4. Resultado do Teste t de Student para os dados ambientais. HA = *Hypsiboas albopunctatus*, PC = *Physalaemus cuvieri*, SFM = *Scinax fuscomarginatus* e SFV = *S. fuscovarius*. (t tabelado = 1,73406), com 95% de confiança.

	HA	PC	SFM	SFV
HA		-2,04092*	-1,31048	-1,53836
PC			1,19961	1,40254
SFM				0,03453

Tabela 5. Resultado da influência das variáveis ambientais nos dados morfométricos calculado pelo teste de Monte Carlo com 999 permutações. MB = margem em barranco, MP = margem plana, MI = margem inclinada, ME = margem escavada, VIN = nenhuma vegetação interna, VIS = vegetação interna submersa, VIF= vegetação interna flutuante, VIHE = vegetação interna herbácea ereta, VIA = vegetação interna arbustiva, VIAR = vegetação interna arbórea, VIT = vegetação interna tipo táboa, SR = substrato rochoso, SP = substrato de pedras, SCG = substrato de cascalho grosso, SCF = substrato de cascalho fino, SA = substrato arenoso, SAR = substrato argiloso, SL = substrato lamoso, SF = substrato de folhiço, PM = profundidade máxima.

	MB	MP	MI	ME	VIN	VIS	VIF	VIHE	VIA	VIAR	VIT	SR	SP	SCGT	SCF	SA	SAR	SL	SF	PM
P	0,045	0,066	0,061	0,372	0,714	0,32	0,305	0,001	0,308	0,522	0,413	0,247	0,973	0,145	0,357	0,682	0,109	0,032	0,17	0,5

Tabela 6. Valores de média (M) e desvio padrão (SD) para as medidas de comprimento total (CT), altura da nadadeira dorsal (AND) e altura da nadadeira ventral (ANV) das espécies *Hypsiboas albopunctatus* (HA), *Physalaemus cuvieri* (PC), *Scinax fuscomarginatus* (SFM) e *S. fuscovarius* (SFV).

Espécies		CT	AND	ANV
HA	M	51.39	4.06	2.47
	SD	5.76	0.64	0.33
PC	M	22.13	1.49	0.77
	SD	2.24	0.25	0.23
SFM	M	27.58	2.74	2.53
	SD	2.14	0.69	0.69
SFV	M	38.45	4.14	4.15
	SD	4.84	0.92	0.94

Anexo

Formato do corpo: Altura do corpo dividida pela largura do corpo (AC/LC);

Comprimento das narinas: Comprimento da narina dividido pelo comprimento do corpo (CN/CC);

Distância entre as narinas: Distância entre as narinas dividida pela largura do Corpo (DIN/LC);

Distância narina-focinho: Distância entre as narinas dividida pela distância do olho ao focinho (DNF/DOF);

Diâmetro do olho: Diâmetro do olho dividido pelo comprimento do corpo (Dmo/CC);

Altura da nadadeira ventral: Altura da nadadeira ventral dividida pela altura da musculatura do corpo (ANV/AMC);

Altura da nadadeira dorsal: Altura da nadadeira dorsal dividida pela altura da musculatura do corpo (AND/AMC);

Comprimento do espiráculo: Comprimento do espiráculo dividido pelo comprimento do corpo (CE/CC);

Posição da abertura do espiráculo: Altura do espiráculo dividida pelo comprimento do corpo (AE/CC);

Comprimento da cauda: Comprimento da cauda dividido pelo comprimento total (CCa/CT);

Largura da musculatura caudal: Largura da musculatura caudal dividida pelo comprimento do corpo (LMC/CC);

Largura do espiráculo: Largura do espiráculo dividida pela Altura do corpo (LE/AC);

Largura da abertura do espiráculo: Largura da abertura do espiráculo dividida pela Largura do espiráculo (LAE/LE).

Todas as medidas foram tomadas dos maiores comprimentos, distâncias e diâmetros.

Normas do artigo

BIOTA NEOTRÓPICA

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A submissão de trabalhos para publicação na revista BIOTA NEOTROPICA é feita, EXCLUSIVAMENTE, através do site de submissão eletrônica de manuscritos <http://mc04.manuscriptcentral.com/bn-scielo>.

Desde 1º de março de 2007 a Comissão Editorial da Biota Neotropica instituiu a cobrança de uma taxa que era cobrada por página impressa de cada trabalho publicado. A partir de 20 de Julho de 2013, quando iniciamos a parceria com a SciELO, esta taxa passou a ser de R\$ 1000,00 (Hum mil Reais) para autores brasileiros ou US\$ 400,00 (Quatrocento Dólares) para autores estrangeiros, independentemente do número de páginas do trabalho. Os detalhes para o pagamento serão comunicados aos autores no estágio final de editoração do trabalho aceito para publicação.

A Biota Neotropica não aceita trabalhos que incluam a descrição de espécies de grupos taxonômicos cujo Código Nomenclatural exige a publicação impressa. Cabe aos autores a verificação das exigências do Código Nomenclatural de seu grupo taxonômico. Caso seu grupo taxonômico exija a publicação impressa de novas espécies, você deve procurar outro periódico especializado para a publicação de seu trabalho. A partir do volume 13 de 2013 a publicação dos volumes impressos da Biota Neotropica será descontinuada.

A revista publica oito tipos de manuscritos. Apenas o Editorial é escrito pela Comissão Editorial ou por um(a) pesquisador(a) convidado(a) tendo, portanto, regras distintas de submissão.

Trabalhos submetidos em qualquer categoria deverão ser escritos integralmente em inglês. Os autores são responsáveis pelo uso correto do inglês, recomendando-se fortemente que a revisão do manuscrito final seja feita por serviços especializados, American Journal Experts/AJE, Nature Publishing Group Language Editing, Edanz e/ou dos serviços intermediados pelo SciELO. Caso a Comissão Editorial considere que o inglês não atende os padrões da revista, este poderá ser recusado, mesmo depois de ter sido aprovado pelo(a) Editor(a) de Área.

Tipos de Manuscrito

Segue uma breve descrição do que a Comissão Editorial entende por cada tipo de manuscrito

Editorial

Para cada volume da BIOTA NEOTROPICA, o Editor-Chefe poderá convidar um(a) pesquisador(a) para escrever um Editorial abordando tópicos relevantes, tanto do ponto de vista científico quanto do ponto de vista de formulação de políticas de conservação e uso sustentável da biodiversidade na região Neotropical. O Editorial tem no máximo 3000 palavras. As opiniões nele expressas são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Pontos de Vista

Esta seção servirá de fórum para a discussão acadêmica de um tema relevante para o escopo da revista. Nesta seção o (a) pesquisador (a) escreverá um artigo curto, expressando de uma forma provocativa o(s) seu(s) ponto(s) de vista sobre o tema em questão. Ao critério da Comissão Editorial, a revista poderá publicar respostas ou considerações de outros pesquisadores (as) estimulando a discussão sobre o tema. As opiniões expressas no Ponto de Vista e na(s) respectiva(s) resposta(s) são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Artigos

Artigos são submetidos espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista <http://mc04.manuscriptcentral.com/bn-scielo>. O manuscrito deve trazer dados inéditos, que não tenham sido publicados e/ou submetidos à publicação, em parte ou no todo, em outros periódicos ou livros, e sejam resultantes de pesquisa no âmbito da temática caracterização, conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade Neotropical. Espera-se que o manuscrito contemple um tema de interesse científico na área de abrangência da revista, e que inclua uma revisão da literatura especializada no tema bem como uma discussão com trabalhos recentes publicados na literatura internacional.

Revisões Temáticas

Revisões Temáticas também são submetidas espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista. Espera-se que o manuscrito consiga sistematizar o desenvolvimento de conceito ou tema científico relacionado com o escopo da revista, embasado em referências essenciais para a compreensão do tema da revisão e incluindo as publicações mais recentes sobre o mesmo.

Short Communications

São artigos curtos submetidos espontaneamente por seus autores. O manuscrito deve trazer dados inéditos, que não tenham sido publicados e/ou submetidos à publicação, em parte ou no todo, em outros periódicos ou livros, e sejam resultantes de pesquisa no âmbito da temática caracterização, conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade Neotropical. Espera-se que o manuscrito indique de maneira sucinta um componente novo dentro dos temas de interesse científico relacionados com o escopo da BIOTA NEOTROPICA, embasado na literatura recente.

Trabalhos que apenas registram a ocorrência de espécies em uma região onde sua presença seria esperada, mas o registro ainda não havia sido feito, não são publicados pela BIOTA NEOTROPICA.

Chaves de Identificação

Chaves de identificação são submetidas espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista. Espera-se que o manuscrito contemple da melhor maneira possível o grupo taxonômico que está sendo caracterizado pela chave de identificação. Este deve estar bem embasado na literatura taxonômica do grupo em questão.

Inventários

Inventários são submetidos espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista. O manuscrito deve trazer dados inéditos, que não tenham sido publicados e/ou submetidos a publicação, em parte ou no todo, em outros periódicos ou livros, e sejam

resultantes de pesquisa no âmbito da temática caracterização, conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade Neotropical. Além da lista das espécies inventariadas o manuscrito precisa contemplar os critérios de escolha (taxocenose, guilda, localidade etc.) dos autores, a metodologia utilizada e as coordenadas geográficas da área estudada. O trabalho deve estar embasado na literatura taxonômica do grupo em questão, bem como informar a instituição onde o material está depositado.

Revisões Taxonômicas

Revisões Taxonômicas são submetidas espontaneamente por seus autores no Sistema de Submissão da Revista. O manuscrito deve trazer dados inéditos, que não tenham sido publicados e/ou submetidos a publicação, em parte ou no todo, em outros periódicos ou livros, e sejam resultantes de pesquisa no âmbito da temática caracterização, conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade Neotropical. Espera-se que o manuscrito contemple exaustivamente as informações sobre o táxon revisado, elucide as principais questões taxonômicas e esclareça a necessidade de revisão do mesmo. A revisão deve estar embasado na literatura taxonômica, histórica e atual, do táxon em questão, bem como deve informar a(s) instituição(ões) onde o material examinado está(ão) depositado(s).

Após a submissão do manuscrito para a revista, manuscritos que estejam de acordo com as normas serão enviados para o Editor-chefe que por sua vez encaminhará o mesmo aos Editores de Área, que selecionarão no mínimo dois revisores. Os Editores de Área são responsáveis por toda fase de editoração do manuscrito, enviando pareceres aos autores e versões reformuladas dos trabalhos aos revisores. Uma vez atendidas todas as exigências e recomendações feitas pelos revisores e pelo Editor de Área o trabalho é, preliminarmente, aceito e encaminhado ao Editor-chefe. Cabe ao Editor-chefe, em comum acordo com a Comissão Editorial, o aceite definitivo do trabalho. Essas normas valem para trabalhos em todas as categorias.

Uma vez definitivamente aceitos os trabalhos entram na fila para terem o Resumo e o Abstract publicados online no volume da BIOTA NEOTROPICA em curso. Antes da disponibilização online os autores farão uma última revisão do Resumo/Abstract, Palavras-Chave, Filiações Institucionais e autor(a) para correspondência. É importantíssimo que os autores insiram no Sistema de Submissão a versão definitiva dos trabalhos (incluindo texto, tabelas e figuras), incorporando as últimas alterações/correções solicitadas pelos revisores e/ou pelo Editor de Área, pois é esta versão que será encaminhada pelo Editor-chefe para publicação. Portanto, os cuidados tomados nesta etapa reduzem significativamente, a necessidade de correções/alterações nas provas do manuscrito.

Formatação dos arquivos

Os trabalhos deverão ser enviados em arquivos em formato DOC (MS-Word for Windows versão 6.0 ou superior). Em todos os textos devem ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos das seções, deve-se usar fonte em tamanho doze (12). Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e sobrescritos, quando pertinente. Evite, porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais (ver fórmulas abaixo), podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings. Os trabalhos poderão conter os links eletrônicos que o autor julgar apropriados. A inclusão de links eletrônicos é encorajada pelos editores por tornar o trabalho mais rico. Os links devem ser incluídos usando-se os recursos disponíveis no MS-Word para tal.

Ao serem submetidos, os trabalhos enviados à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser divididos em: um primeiro arquivo contendo todo o texto do manuscrito, incluindo o corpo principal do texto (primeira página, resumo, introdução, material, métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências); caso necessário um com as tabelas, Figuras serão inseridas isoladamente com identificação dentro do sistema. É imprescindível que o autor abra os arquivos que preparou para submissão e verifique, cuidadosamente, se as figuras, gráficos ou tabelas estão, efetivamente, no formato desejado.

Documento principal

Um único arquivo chamado Principal.rtf ou Principal.doc com os títulos, resumos e palavras-chave, texto integral do trabalho, referências bibliográficas e tabelas. Esse arquivo não deve conter figuras, que deverão ser inseridas no sistema separadamente, conforme descrito a seguir. O manuscrito deverá seguir o seguinte formato:

Título conciso e informativo

Usar letra maiúscula apenas no início da primeira palavra e quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas;

Corpo do Trabalho

1. Seções – não devem ser numeradas

Introdução (Introduction)

Material e Métodos (Material and Methods)

Resultados (Results)

Discussão (Discussion)

Agradecimentos (Acknowledgments)

Referências bibliográficas (References)

Tabelas

Tabelas podem ser inseridas diretamente do software MS Excel, mas devem ser salvas em formato spreadsheet, não workbook (o sistema só irá ler a primeira tabela do arquivo);

2. Casos especiais

A critério do autor, no caso de Short Communications, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos. Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

No caso da categoria "Inventários" a listagem de espécies, ambientes, descrições, fotos etc., devem ser enviadas separadamente para que possam ser organizadas conforme formatações específicas. Além disso, para viabilizar o uso de ferramentas eletrônicas de busca, como o XML, a Comissão Editorial enviará aos autores dos trabalhos aceitos para publicação instruções específicas para a formatação da lista de espécies citadas no trabalho.

Na categoria "Chaves de Identificação" a chave em si deve ser enviada separadamente para que possa ser formatada adequadamente. No caso de referência de material coletado é obrigatória citação das coordenadas geográficas do local de coleta. Sempre que possível, a citação deve ser feita em graus, minutos e segundos (por exemplo, 24°32'75" S e 53°06'31" W). No caso de referência a espécies ameaçadas especificar apenas graus e minutos.

3. Numeração dos subtítulos

O título de cada seção deve ser escrito sem numeração, em negrito, apenas com a inicial maiúscula (Ex. Introdução, Material e Métodos etc.). Apenas dois níveis de subtítulos serão permitidos, abaixo do título de cada seção. Os subtítulos deverão ser numerados em algarismos arábicos seguidos de um ponto para auxiliar na identificação de sua hierarquia quando da formatação final do trabalho. Ex. Material e Métodos; 1. Subtítulo; 1.1. Sub-subtítulo).

4. Nomes de espécies

No caso de citações de espécies, as mesmas devem obedecer aos respectivos Códigos Nomenclaturais. Na área de Zoologia todas as espécies citadas no trabalho devem obrigatoriamente estar seguidas do autor e a data da publicação original da descrição. No caso da área de Botânica devem vir acompanhadas do autor e/ou revisor da espécie. Na área de Microbiologia é necessário consultar fontes específicas como o International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.

5. Citações bibliográficas

Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão:

Silva (1960) ou (Silva 1960)

Silva (1960, 1973)

Silva (1960a, b)

Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979)

Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990)

(Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araújo et al. 1996, Lima 1997)

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

6. Números e unidades

Citar números e unidades da seguinte forma:

escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades;

utilizar ponto para número decimal (10.5 m);

utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos);

utilizar abreviações das unidades sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

7. Fórmulas

Fórmulas que puderem ser escritas em uma única linha, mesmo que exijam a utilização de fontes especiais (Symbol, Courier New e Wingdings), poderão fazer parte do texto. Ex. $a = p.r2$ ou Na_2HPO_4 , etc. Qualquer outro tipo de fórmula ou equação deverá ser considerada uma figura e, portanto, seguir as regras estabelecidas para figuras.

8. Citações de figuras e tabelas

Escrever as palavras por extenso (Ex. Figure 1, Table 1)

9. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos, colocando todos os dados solicitados, na seqüência e com a pontuação indicadas, não acrescentando itens não mencionados:

FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40(6):1057-1065.

SMITH, P.M. 1976. *The chemotaxonomy of plants*. Edward Arnold, London.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. *Statistical methods*. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.

SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In *Plant tissue and cell culture* (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In *Flora Brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y., WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In *Simpósio sobre mata ciliar* (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. *Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHBASE. <http://www.fishbase.org/home.htm> (último acesso em dd/mmm/aaaa)

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals" ou conforme o banco de dados do Catálogo Coletivo Nacional (CCN -IBICT).

Todos os trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho. Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (002 no exemplo que segue), o número do volume (10), o número do fascículo (04) e o ano (2010). Portanto, para citação dos trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA seguir o seguinte exemplo:

Rocha-Mendes, F.; Mikich, S. B.; Quadros, J. and Pedro, W. A. 2010. Ecologia alimentar de carnívoros (Mammalia, Carnivora) em fragmentos de Floresta Atlântica do sul do Brasil. *Biota Neotrop.* 10(4): 21-30
<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00210042010> (último acesso em dd/mm/aaaa)

10. Tabelas

As tabelas devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

11. Figuras

Mapas, fotos, gráficos são considerados figuras. As figuras devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

No caso de pranchas os textos inseridos nas figuras devem utilizar fontes sans-serif, como Arial ou Helvética, para maior legibilidade. Figuras compostas por várias outras devem ser identificadas por letras (Ex. Figura 1a, Figura 1b). Utilize escala de barras para indicar tamanho. As figuras não devem conter legendas, estas deverão ser especificadas em arquivo próprio.

As legendas das figuras devem fazer parte do arquivo texto Principal.rtf ou Principal.doc inseridas após as referências bibliográficas. Cada legenda deve estar contida em um único parágrafo e deve ser identificada, iniciando-se o parágrafo por Figura N, onde N é o número da figura. Figuras compostas podem ou não ter legendas independentes.

Esta publicação é financiada com recursos do Programa BIOTA/FAPESP da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP.