

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E DE PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
DIVISÃO DE CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO**

Daniel Brito de Oliveira

Diversidade e desenvolvimento de girinos (Amphibia, Anura) em corpos d'água associados a fragmentos de mata no nordeste do Brasil.

**São Luís
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E DE PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
DIVISÃO DE CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO**

Diversidade e desenvolvimento de girinos (Amphibia, Anura) em corpos d'água associados a fragmentos de mata no nordeste do Brasil.

Daniel Brito de Oliveira

ORIENTADOR(A): Prof^a Dra. Gilda Vasconcellos de Andrade

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Biodiversidade e Conservação.

**São Luís
2010**

Oliveira, Daniel Brito de

Diversidade e desenvolvimento de girinos (Amphibia, Anura) em corpos d'água associados a fragmentos de mata no nordeste do Brasil/Daniel Brito de Oliveira, 2010.

87 f.

Impresso por computador (Fotocópia).

Orientadora: Gilda Vasconcellos de Andrade.

Artigo (Dissertação) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, 2010.

1. Girinos – Área aberta – São Luís-MA 2. Floresta Tropical 3. Girinos – Sucesso reprodutivo

I. Título

CDU 597. (812.1)

Daniel Brito de Oliveira

Diversidade e desenvolvimento de girinos (Amphibia, Anura) em corpos d'água associados a fragmentos de mata no nordeste do Brasil.

A Comissão julgadora dos trabalhos de defesa da Dissertação de mestrado, em sessão pública realizada em/...../....., considera o candidato

Profa. Dra. Gilda Vasconcellos de Andrade
(Orientadora)

Prof. Dr. Felipe do Nascimento Andrade de Almeida Rego

Prof. Dr. Marcelo Felgueiras Napoli

“O justo atenta para a vida de seus animais,
mas o coração dos perversos é cruel”

Pv. 12:10

Agradecimentos

Ao Consorcio de Alumínio do Maranhão, ALUMAR, pelo acesso às áreas de estudo no sul da ilha. À MERCK em São Luis, através do Dr. Jorge Lamego, pelo apoio logístico no Sitio Aguahy. À Secretaria Estadual do Meio Ambiente, pela autorização aos trabalhos nas Unidades de Conservação e ao IBAMA, pela licença concedida (processo número 15310-1/2008-11). À Prefeitura de Campus e à Garagem da UFMA, pela liberação de veiculo e motorista para parte das coletas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, pela bolsa concedida. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq/Casadinho (proc. 620163/2008 9) pelo apoio logístico e financeiro.

À Luciana Moraes de Sousa, Anderson Pires Ferreira e Rodrigo Matavelli pela preciosa ajuda em campo. Ao professor Felipe Rego pelo auxílio nas análises estatísticas multivariadas e aos professores Felipe Rego e Jorge Nunes pelas valiosas contribuições ao primeiro capítulo desta dissertação na fase de qualificação.

Tenho profunda gratidão à minha mãe, futura bióloga, que apesar da origem humilde sempre foi sábia e colocou meus estudos em primeiro lugar, mesmo que para isso tivesse que trabalhar incansavelmente. E também à minha esposa, Luciana, que nessa caminhada sempre esteve ao meu lado, com paciência, perseverança, amor e amizade.

Agradeço a minha orientadora, Gilda Vasconcellos de Andrade, pessoa fundamental nessa incansável busca pelo conhecimento científico. Agradeço também pela paciência e tolerância com todos os meus problemas, dificuldades e defeitos, suportados durante todos esses anos. A todos os meus amigos, que sempre estiveram dispostos a me ajudar em quaisquer que fossem as situações.

Sumário

Apresentação	9
---------------------------	---

Capítulo 1. Diversidade de girinos (Amphibia, Anura) em corpos d'água associados a fragmentos de mata na Ilha de São Luis, MA, Brasil.

Resumo	11
Abstract	12
Introdução	13
Material e métodos	16
Resultados	18
Discussão	22
Referências	30
Figuras	38
Tabelas	43

Capítulo 2. O sucesso de desenvolvimento larvário de espécies de área aberta em corpos d'água associados a fragmentos de mata na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil.

Resumo	2
Abstract	3
Introdução	4
Material e métodos	6
Resultados	8
Discussão	13
Referências	19
Figuras	22

Tabelas	36
---------------	----

Anexo

Normas da revista para publicação

Apresentação

A Ilha de São Luís, capital do estado do Maranhão, Brasil, possui grande parte do seu território urbanizado, onde grandes áreas de vegetação nativa já foram desmatadas ou estão sob forte pressão antrópica. A vegetação remanescente encontra-se fragmentada em áreas ou protegidas pelo Estado (como Reservas Ambientais) ou áreas particulares de empresas como as da Alumar, Merck e Vale. Nessas áreas, a ocorrência de espécies de área aberta dentro da mata pode ser um sinal de que elas estão apresentando alguma alteração.

Visto essa problemática, objetivamos estudar a anurofauna desses locais, por meio de seus girinos, no anseio de ter um entendimento mais claro dos processos ecológicos e ter-se um embasamento maior para conservar esses locais. Dessa forma, coletamos girinos em diversos corpos d'água encontrados nesses fragmentos, ou associados a eles, na Ilha de São Luís durante os anos de 2008 e 2009.

Dois capítulos foram elaborados, onde no primeiro abordamos a diversidade de girinos em corpos d'água associados a fragmentos de mata. No segundo, foram enfocados os estágios, buscando avaliar o sucesso de desenvolvimento larvário de espécies de área aberta em corpos d'água associados a fragmentos de mata. Ambos os capítulos serão submetidos à revista *Journal of Herpetology*, cujas normas para submissão de artigo estão anexadas. Pequenas adaptações foram feitas para o formato da dissertação, mas serão desfeitas para o envio à publicação.

Capítulo 1

Diversidade de girinos (Amphibia, Anura) em corpos d'água associados a fragmentos de mata na Ilha de São Luis, MA, Brasil

Resumo

A urbanização traz diversas conseqüências como a fragmentação e a degradação dos remanescentes florestais. A degradação nesses fragmentos pode afetar negativamente as espécies de mata, mas favorecer a sua utilização por espécies de áreas abertas. Assim, objetivamos investigar se girinos de espécies de áreas abertas estão se desenvolvendo, junto com os de espécies de mata, nos corpos d'água localizados em fragmentos de mata na ilha de São Luis, MA, Brasil. Para isso coletamos girinos em 32 poças de características variadas distribuídas em três tipos de ambiente (área aberta, borda externa de mata e interior de mata), durante os anos de 2008 e 2009. Registramos 20 espécies distribuídas em 5 famílias (Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Leiuperidae, Microhylidae). As variáveis ambientais que responderam por grande parte da variação nas abundâncias de girinos foram: porcentagem de vegetação no corpo d'água, a altura da vegetação na borda da mata, a distancia para a mata e a profundidade do corpo d'água. Os girinos de espécies de área aberta ocorreram nos corpos d'água localizados na mata. Além disso a maior presença de espécies generalistas e o sucesso reprodutivo das espécies de área aberta no interior das matas indicaram que estas áreas estão impactadas.

Palavras-chave: girinos, área aberta, floresta tropical, sucesso reprodutivo.

Abstract

Tadpole (Amphibia, Anura) diversity in water bodies associated to forest fragments in Sao Luis Island, MA, Brazil - Urbanization brings many consequences such as fragmentation and degradation of the remaining forest fragments. Degradation in these fragments can negatively affect the forest species, but favor their use by open area species. Thus we aimed to investigate if tadpoles of open area species are developing, together with those of forest species, in water bodies located in forest fragments in Sao Luis Island, MA, Brazil. For this we collected tadpoles in 32 pools with varied characteristics divided into three different types of environment (open area, outer edge of the forest, and forest interior), during the years 2008 and 2009. We recorded 20 species in five families (Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Leiuperidae, Microhylidae). The environmental variables accounted for much of the variation in the abundance of tadpoles, and the percentage of vegetation in the pool, the vegetation height in the forest edge, the distance to the forest, and the depth of the pool showed significative effects. Tadpoles of open area species occurred in water bodies located in the forest interior. The increased presence of generalist species, and the reproductive success of open area species in the forests indicate that these areas are impacted.

Keywords: tadpoles, open area, tropical forest, reproductive success.

INTRODUÇÃO

Devido a constante e crescente urbanização, muitas áreas onde antes eram mata hoje se tornaram fragmentos florestais isolados e dispersos. A perda de hábitat e a fragmentação estão entre as maiores ameaças às populações de anfíbios (Cushman, 2006), assim muitos desses fragmentos podem ter perdido suas características originais, alterando a comunidade de anuros. Bell e Donnelly (2006), por exemplo, observaram que a estrutura das comunidades de anuros e lagartos em fragmentos florestais foi fundamentalmente diferente daquelas de floresta intacta. Em contrapartida, a comunidade de anuros na Amazônia Central parece ser menos afetada por localizadas e recentes perdas de habitat e fragmentação que outros grupos de vertebrados (Tocher *et al*, 1997), e em alguns casos a riqueza de espécies de pequenos mamíferos e anuros aumentaram depois do isolamento do fragmento, onde a de pássaros e formigas diminuiu (Gascon *et al*, 1999).

Muitas atividades humanas como agricultura, aquicultura, recreação e transporte promovem intencional ou acidentalmente a dispersão de espécies além de suas barreiras naturais de dispersão (Lodge, 1993). Assim mesmo, as espécies florestais podem cruzar áreas abertas, tais como áreas residenciais, para acessar poças para reprodução (Gibbs, 1998). Porém comparado a outros vertebrados, anfíbios tem relativamente pouca capacidades de dispersão, pois seu movimento é restringido por limitações fisiológicas, exigências térmicas e hídricas (Weyrauch e Grubb Jr, 2004), dessa forma, são organismos que podem ter dificuldade de chegar a áreas mais preservadas.

Mesmo em alguns casos ameaçados, os fragmentos podem ser cruciais para muitas espécies de anuros. Fragmentos dispersos e isolados em ambientes agrícolas, por exemplo, podem ser o único habitat remanescente e servir como refúgio para anfíbios (Weyrauch e Grubb Jr, 2004). Estudando o efeito de diferenças ambientais nas desovas de *Phyllomedusa tarsius*, Neckel-Oliveira (2004) observou que fragmentos florestais

junto com áreas agrícolas ou matas secundárias, poderiam servir como corredores para recolonização de áreas mais isoladas de floresta. Vasudevan et al (2008) observaram também que a densidade de anuros em fragmentos de mata ciliar, entre muitos outros fatores, pode ser uma importante determinante da densidade de anuros do chão da floresta tropical.

O uso de corpos d'água presentes nos fragmentos florestais, na sua borda externa e na matriz de área aberta para o desenvolvimento de girinos pode constituir uma informação importante de como as espécies de anuros estão respondendo à antropização dos remanescentes florestais. Tanto fatores intrínsecos (história filogenética de cada organismo), quanto extrínsecos (bióticos ou abióticos), agem em sinergia influenciando a distribuição das comunidades de larvas de anuros (Fatorelli e Rocha, 2008).

A Ilha de São Luís, localizada no Estado do Maranhão, nordeste do Brasil, possui diversas áreas florestais fragmentadas, algumas situadas em áreas protegidas pelo poder público ou particular, e outras em áreas de livre acesso. Todos esses fragmentos apresentam sinais de degradação ambiental, como trilhas, clareiras, e alguns estão inseridos em áreas urbanas. A utilização desses fragmentos por anfíbios foram pouco estudados. Soares (2008) amostrou girinos em 25 fragmentos de mata nesta ilha e encontrou uma correlação negativa da abundância de três espécies de áreas abertas que utilizavam as matas com o tamanho e a duração dos corpos d'água lânticos e com os riachos. Oliveira (2006), estudando anfíbios adultos em duas poças em áreas de restinga, uma delas inserida dentro de um fragmento de mata adjacente à restinga, nesta ilha, também encontrou presença de machos cantores de espécies de área aberta em ambientes de mata. Dessa forma podemos perceber que há a presença de espécies de área aberta, mesmo que momentaneamente, nos corpos d'água inseridos em matas na Ilha de São Luís.

Assim, considerando a possível importância desses fragmentos para as populações de anuros da Ilha de São Luís e a presença de espécies típicas de área aberta em poças nesses fragmentos objetivamos neste estudo comparar através deles, a diversidade anfíbios anuros em diversos corpos d'água situados em ambientes abertos, bem como na borda e no interior de fragmentos de mata. Nossa hipótese é que as espécies de áreas abertas estão utilizando os fragmentos de mata para o desenvolvimento larvário devido à degradação ambiental. Trilhas e clareiras estariam favorecendo a entrada dessas espécies nos fragmentos, e proporcionariam a presença de corpos d'água com características similares aos das áreas abertas.

MATERIAL E MÉTODOS

O campo de estudo foi a Ilha de São Luís (2°23'583'' a 2°49'006'' S e 44°01'073'' a 44°25'4953'') (Fig.1), Maranhão, nordeste do Brasil, onde abrangeu as seguintes áreas com fragmentos de mata situados em reservas ambientais estaduais ou particulares: Áreas de Proteção Ambiental do Itapiracó (I) e do Maracanã (MN), Estação Ecológica do Rangedor (R), áreas pertencentes à empresa ALUMAR (A) e sítio Aguahy, de propriedade da empresa Merck (MK), atualmente da empresa Quercegen. Também foram incluídas áreas abertas não protegidas do Campus do Bacanga, Universidade Federal do Maranhão (U).

Na estação chuvosa de 2008 amostramos em intervalos de aproximadamente 10 dias 9 corpos d'água situados em áreas abertas no Campus. Na estação chuvosa de 2009 (fevereiro a julho), amostramos, a intervalos aproximados de 20 dias, 24 corpos de água

associados aos fragmentos de mata nas áreas protegidas e no Campus. Estes corpos variam de poças de tamanhos variados, alagados ou riachos, encontrados em áreas abertas (18), bordas externas de fragmentos de mata (7) e interior desses fragmentos (8).

Os corpos d'água foram nomeados de acordo com suas características e localização. A primeira letra refere-se à associação com os fragmentos de mata (A= área aberta, B= borda externa da mata, M= interior da mata). A segunda refere-se ao tipo do corpo (P= poça, R= riacho, A= alagado) e a terceira letra em diante refere-se ao local em que se encontra o corpo d'água (veja as siglas dos locais de coleta).

Coletamos os girinos e os predadores invertebrados com um puçá de malha fina, padronizando a amostragem pelo tempo máximo de 1h, percorrendo sempre que possível toda a poça com velocidade constante e sem haver repetição de percurso. Foi registrado o tempo de coleta quando esta ocorria em tempo menor que 1h, devido ao pequeno tamanho do corpo d'água. Para a padronização dos dados a abundância de girinos por corpo d'água foi dividida pelo tempo de coleta, e em seguida pelo número de coletas, que variou devido à secagem periódica de vários desses corpos de água.

Registramos as seguintes características dos corpos d'água: i) Tamanho (perímetro), em metros, obtido percorrendo-se o corpo d'água; ii) Altura predominante da vegetação no interior do corpo d'água, em centímetros; iii) Altura predominante da vegetação na borda do corpo d'água, em centímetros; iv) Porcentagem de cobertura vegetal no interior do corpo d'água, que foi estimada visualmente e classificada em 5 categorias: 0%, 25%, 50%, 75% e 100%; v) Profundidade máxima do corpo d'água nas partes amostradas, em centímetros (alguns corpos d'água apresentavam depressões no seu interior com profundidades acima de 1m, onde não se encontravam girinos, não sendo incluídas na amostragem); vi) quantidade e tipo de predadores invertebrados encontrados no puçá junto com os girinos e vii) duração, em meses.

Para o tratamento dos dados e as análises utilizamos o programa Past 2.00 (Hammer et al. 2001), e seguimos as orientações de McCune & Grace (2002) e Quinn e Keough (2002) para o tratamento e balanceamento dos dados. Foram calculados para cada poça a equitabilidade de Pielou (J') e o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'). Também realizamos uma Análise de Agrupamento (Cluster), utilizando o índice de similaridade de Morisita, que considera a abundância relativa dos indivíduos das várias espécies nas diferentes poças (Krebs, 1989), as abundâncias foram transformados através da fórmula $[\log(x+1)]$, onde x são as abundâncias de girinos de cada espécie. Os corpos de água que não apresentaram girinos foram retiradas dessa análise de agrupamento. O mesmo método foi utilizado para agrupar os corpos d'água segundo suas variáveis ambientais. Avaliamos a probabilidade de ocorrência das ligações da Análise de Agrupamento através de Bootstrap com 1000 randomizações.

Para analisar a relação entre as variáveis ambientais e a abundancia das espécies foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), empregando uma seleção manual das variáveis, não utilizando a opção de downweight, o que diminuiria a importancia das espécies raras (Leps e Šmilauer, 2003). Somente as variáveis significativamente correlacionadas com os dados de espécies foram selecionadas, e com elas, foi realizada outra CCA. Essas análises foram feitas no programa CANOCO 4.5 (Braak & Šmilauer 2002), cujas abundâncias já padronizadas foram transformadas através da fórmula $[\log(x+1)]$, onde x são as abundâncias, minimizando a disparidade entre espécies raras e espécies muito abundantes. Foram empregadas 9999 randomizações no teste de Monte Carlo para calcular a significância das variáveis (Leps e Šmilauer 2003).

RESULTADOS

Um total de 6131 girinos, distribuídos em 20 espécies pertencentes a 5 famílias, foram coletados:

- Família Bufonidae:** *Rhinella schneideri* (Werner, 1894);
- Família Hylidae:** *Dendropsophus branneri* (Cochran, 1948);
Dendropsophus minutus (Peters, 1872);
Dendropsophus nanus (Boulenger, 1889);
Dendropsophus soaresi (Caramaschi & Jim, 1983);
Dendropsophus sp;
Hypsiboas albopunctatus (Spix, 1824);
Hypsiboas multifasciatus (Günther, 1859);
Osteocephalus taurinus Steindachner, 1862;
Phyllomedusa hypochondrialis (Daudin, 1800);
Scinax eurydice (Bokermann, 1968);
Scinax nebulosus (Spix, 1824);
Scinax x-sygnatus (Spix, 1824);
Trachycephalus venulosus (Laurenti, 1768);
- Família Leiuperidae:** *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826;
Pseudopaludicola mystacalis (Cope, 1887);
- Família Leptodactylidae:** *Leptodactylus fuscus* (Schneider, 1799);
Leptodactylus labyrinthicus (Spix, 1824);
Leptodactylus macrosternum (Miranda-Ribeiro, 1926);
- Família Microhylidae:** *Elachistocleis ovalis* (Schneider, 1799).

A família Hylidae apresentou a maior riqueza de espécies (13), seguida de Leptodactylidae (3) e da família Leiuperidae (2). As demais famílias foram representadas por uma espécie de cada uma delas. A maior abundância de girinos também foi observada na família Hylidae (n= 2862), seguida de Leptodactylidae (n= 1943) (Tabela 1). As espécies mais abundantes nas poças foram *L. fuscus* (n= 1354), *P. cuvieri* (n= 1144) e *D. soaresi* (n= 806). Por outro lado, *E. ovalis* apresentou 8 indivíduos e *H. albopunctatus* um girino. As espécies mais frequentes nas poças estudadas, ocorrendo tanto em área aberta como na borda externa e interior da mata, foram *L. fuscus*, *P. cuvieri* e *P. hypocondrialis*, presentes em 19, 18 e 11 poças respectivamente. Ao contrário, *H. albopunctatus*, *O. taurinus* e *R. schneideri* ocorreram cada qual em apenas uma poça (Tabela 1).

As poças estudadas apresentaram diferenças na composição de espécies, e na abundância de girinos. A poça AAA1 apresentou a maior riqueza de espécies (12), seguida das poças MPA (11), MPMK1 (10) e APA (10). Diversas poças apresentaram uma (APU2, APU8, APU9, APU10, APU12, MAMN, BPI, MPMK2, MRI), ou nenhuma espécie (APMK, MRA1, MRA2 e MRMK) (Tabela 1). Com relação à abundância de girinos, a poça MPMK1 apresentou o maior número (n= 2,015/indivíduos por minuto de coleta), seguida de BPA5 (n= 1,692/indivíduos por minuto de coleta). As espécies ocuparam as poças diferentemente, não se formando agrupamentos consistentes pela análise do cluster (Fig. 2). Ressalta-se apenas o maior isolamento dos leptodactilídeos (*L. fuscus*, *L. macrosternum* e *L. labyrinthicus*), *R. schneideri* e *P. mystacalis*, além da relativa similaridade (>0,6 com 93% de probabilidade de ocorrência) entre *P. cuvieri* e *P. hypocondrialis*.

Entre os corpos d'água permanentes, a maioria com exceção de MRI, não apresentou girinos (MRMK, MRA1 e MRA2) (Tabela 1). Todos de interior de mata e de

borda externa de mata que apresentaram girinos possuíam representantes típicos de área aberta, como *L. fuscus*, *P. cuvieri*, *P. hypocondrialis*, *D. branneri*, *D. minutus*, *D. nanus*, *D. soaresi* e *S. eurydice*. Os corpos d'água que apresentaram um maior índice de diversidade de Shannon-Wiener foram AAA1 ($H'=1,818$), APA ($H'=1,805$), MPMK1 ($H'=1,8106$) e MPA ($H'=1,573$), cujas equitabilidades variaram de $J'=0,65$ a $J'=0,78$ (Tabela 1). Entre os ambientes, os corpos d'água de área aberta mostraram grande variação nos índices de diversidade e equitabilidade, desde corpos d'água com diversidade zero ou muito baixa (ex. APU5 com $H'=0,325$) a outros com alta diversidade (ex. AA1 com $H'=1,818$), e corpos com baixa equitabilidade (ex. APU4 com $J'=0,201$) e outros com alta ($J'=0,973$). Os corpos d'água de borda externa de mata seguiram um padrão parecido, mas com uma variação menor entre si. Nos corpos d'água do interior da mata que apresentaram girinos, todos apresentaram uma alta diversidade e equitabilidade relativamente alta (ex. MPMK1 com $H'=1,806$ e $J'=0,784$).

A análise de agrupamento, realizada com as características dos corpos d'água (Fig.3), revelou dois grupos de baixa similaridade ($<0,1$), formados principalmente pelos corpos de área aberta do campus da UFMA e pelos de borda externa de mata e de interior da mata, que se separaram com (100%) de probabilidade de ocorrência. Os corpos do campus da UFMA se agruparam com o AAA2 (42% de probabilidade de ocorrência e similaridade $>0,8$), que então se agruparam com APMK2 (65% de probabilidade de ocorrência e similaridade $>0,7$). A maior parte dos agrupamentos não apresentou consistência na sua formação.

Segundo a Análise de Correlação Canônica (CCA) a porcentagem de variação explicada pelas variáveis ambientais foi 51,12%, no qual 31,6% de sua variação está representada no Eixo 1 e 21,9% no Eixo 2. As variáveis que explicaram significativamente a variação na composição e na abundância de girinos nos corpos

d'água estudados foram a distância da mata, a porcentagem de vegetação sobre o corpo d'água, a média de altura da vegetação na borda e a profundidade do corpo d'água (Tabela 2). Na CCA realizada com estas variáveis a porcentagem de variação explicada pelas variáveis ambientais foi 34,41% na qual 44,0% de sua variação está representada no Eixo 1 e 26,3% no Eixo 2.

Através da análise gráfica da CCA realizada apenas com as variáveis significativas da CCA manual (Fig. 4), alguns agrupamentos de espécies puderam ser observados. *P. cuvieri* e *P. hypocondrialis* estiveram mais presentes em poças com vegetação relativamente alta no borda, mais próximas da mata, mais rasas e com menos vegetação no interior da poça. *Leptodactylus fuscus*, *L. macrosternum*, *L. labyrinthicus* e *Pseudopaludicola* sp. ocorreram em corpos d'água mais abertos, mais distantes da mata, rasos e com menos vegetação. Um grande agrupamento formado por *H. albopunctatus*, *Dendropsophus* sp., *O. taurinus*, *S. nebulosus*, *S. eurydice*, *R. schneideri*, *S. x-signatus*, *D. branneri*, *D. minutus*, *D. nanus*, *D. soaresi*, *H. multifasciatus*, *T. venulosus* e *E. ovalis*, ocorreu principalmente em poças mais profundas, com mais vegetação no interior e altura de vegetação na borda e distância para a mata intermediárias. Importante notar que houve de modo geral uma separação de famílias, onde temos um grande agrupamento formado principalmente por hílideos, outro por leptodactilídeos e um leiuperídeo, e outro com as espécies *P. cuvieri* e *P. hypocondrialis*.

DISCUSSÃO

A maior presença de indivíduos da família Hylidae seguida de Leptodactylidae corrobora com outros trabalhos realizados no Brasil, pois ambas as famílias possuem o maior número de espécies e são as mais abundantes (Britto-Pereira *et al.*, 1988; Carvalho-

e-Silva *et al.*, 2000; Sluys *et al.*, 2004, Abrunhosa *et al.*, 2006 & Juncá, 2006).. A presença das espécies mais abundantes, ocorridas em conjunto, poderia estar sendo possibilitada pelas diferenças ecológicas, pois *P. hypocondrialis* é um filtrador nectônico enquanto *P. cuvieri* é um raspador bentônico (Alford, 1999). Estudando dois girinos que se alimentam de detritos, *Mantidactylus bicalcaratus* e *M. punctatus*, Lehtinen, (2004) observou competição entre eles, onde ocorreu um rápido crescimento de *M. bicalcaratus* que poderia ser um mecanismo para facilitar a coexistência dessas duas espécies. Monello *et al.* (2006) também estudando competição, observou que girinos de *Pseudacris regilla* exibem um rápido crescimento quando na presença de *Rana catesbiana*, um competidor exótico. Algumas espécies apresentaram a maior parte de sua abundância concentrada em uma poça, como por exemplo *L. macrosternum* e *T. venulosus*. Isso se deve ao fato destes possuírem o hábito de nadar em cardumes, como observado em campo, o que acarreta na coleta de um número grande de indivíduos.

A alta abundância de *L. fuscus* e *P. cuvieri* pode indicar que as áreas estudadas estão sujeitas a alguma ação antrópica, pois ambas as espécies são espécies generalistas de áreas abertas e apresentam ampla distribuição geográfica (Frost, 2002). A presença de girinos destas e de outras espécies típicas de área aberta em todos os ambientes estudados, inclusive nas matas, pode ser um indício de que eles estejam se estabelecendo ou utilizando momentaneamente estes fragmentos. Soares (2008) também encontrou girinos de espécies de área aberta em ambientes de mata na Ilha de São Luís, porém *L. fuscus*, por exemplo, não foi encontrado em nenhum corpo d'água em seu estudo. Estudando o uso de fragmentos florestais por anuros de área aberta, Silva e Rossa-Feres (2007) encontraram que fragmentos florestais da região estudada podem ser utilizados por anuros de três maneiras não excludentes: como áreas de refúgio durante a estação seca, como abrigos diurnos durante a estação reprodutiva e como área de forrageio. Portanto,

fragmentos florestais seriam tão importantes para a conservação de populações de anuros de área aberta quanto as poças onde se reproduzem. Neste estudo mostramos a possibilidade de um quarto uso, a reprodução com desenvolvimento larvário nesses corpos d'água, pois girinos em diferentes estágios foram encontrados. Alguns anuros que estão principalmente associados à matriz, podem ocasionalmente invadir fragmentos de mata (Gascon et al, 1999; Silva e Rossa-Feres, 2007), como pode ter ocorrido com as duas espécies mais abundantes neste estudo, pois elas se mostraram presentes nas bordas externas e no interior dos fragmentos. Porém faltam informações sobre as consequências dessas invasões para as espécies que dependem primariamente da mata.

Os corpos d'água que apresentaram os maiores índices de diversidade foram aqueles os localizados no interior da mata, ou de área aberta localizados em áreas protegidas. Em ambos há uma maior presença de vegetação no corpo d'água, ou próximo a ele, o que possivelmente foi um fator relevante para aumentar o número de espécies que utilizam essas poças, como também constatado por Pombal Jr (1997). Corpos d'água que apresentaram um baixo índice de diversidade, como algumas poças presentes no campus da UFMA, estão em áreas antropizadas e muito distantes de fragmentos de mata. O motivo da baixa diversidade poderia ser o impacto que essas áreas sofrem com a atividade humana. Poças situadas em áreas urbanas tendem a suportar menor diversidade de anuros que poças em áreas rurais (GAGNÉ, S.A. & FAHRIG, L. 2007). A poça MPMK1, que foi a poça com maior abundância de girinos além de diversidade alta comparada com as demais, apresentou ampla vegetação na borda, pois está inserida num fragmento de mata. Eterovick e Barata (2006) observaram que a cobertura vegetal da margem foi um dos fatores importantes na determinação da composição de espécies de girinos.

Os corpos d'água presentes na mata apresentaram poucos representantes típicos de mata e grande abundância de espécies de área aberta. A falta de espécies típicas de

mata pode indicar uma antropização dessa área. Pode ocorrer que estes corpos d'água na verdade sejam similares aos de área aberta, não sendo naturais e na verdade decorrentes de degradação. De fato a maior parte das poças de mata que apresentaram girinos ficam em clareiras que são inundadas no período chuvoso. É provável que tenham sido resultado de alguma atividade humana, como uma plantação abandonada. Os corpos d'água que apresentaram nenhuma ou baixa abundância, ou são poças de área aberta em áreas antropizadas ou são poças permanentes, em sua maioria. Mas alguns corpos d'água, como MAMN, BPI, MPMK2, que não possuem nenhuma dessas características, também apresentaram pouco ou nenhum girino. Assim ambientes que aparentemente deveriam conter certos organismos não os apresentaram. Alguns eventos localizados podem ter acarretado o desaparecimento de girinos, como por exemplo, a poça BPI que se encontra numa área que costuma alagar durante fortes chuvas, fazendo com que a água da poça extravase. Esse acontecimento pode desencadear, por exemplo, a dispersão dos girinos, pode levá-los a locais que venham a secar rapidamente ou trazer predadores. Outra possibilidade para a não existência de girinos nessas poças é alguma característica não amostrada, como oxigênio dissolvido ou temperatura. Enfim, os girinos das diferentes espécies possuem particularidades morfológicas, fisiológicas e filogenéticas que vão constituir uma importante e primeira restrição aos tipos e formas possíveis de ocupar cada determinado ambiente aquático. Sendo assim, nem todas as larvas possuem capacidade para se desenvolver nos vários tipos de sistemas aquáticos disponíveis no ambiente (Fatorelli e Rocha, 2008).

Neste estudo, entre seis corpos d'água permanentes apenas um apresentou girinos e indica que as espécies estudadas têm preferência por ambientes temporários e de água lântica. Notavelmente, grande parte das larvas de anuros ocupa habitats temporários, que variam desde depressões em troncos de árvores caídas em florestas tropicais até pequenas

poças (Fatorelli e Rocha, 2008). Ambientes temporários possuem mudanças que impossibilitam o estabelecimento de comunidades estáveis, facilitando a invasão por organismos transitórios, como as larvas de anuros (Alford 1999). A reprodução em corpos de água permanentes diminui o risco de dessecação antes do completo desenvolvimento, porém geralmente aumenta a diversidade de competidores e predadores e diminui a disponibilidade de alimento ao longo do tempo (Alford 1999). Em alguns corpos d'água permanentes estudados, foi observada a presença de peixes, que poderiam estar predando os girinos e impossibilitando seu desenvolvimento. Gregoire e Gunzberger (2008) observaram que a presença de peixes, até mesmo pequenos, podem ter um significativo efeito negativo para os girinos de certos anuros.

Variações na composição das diversas poças estudadas devem se dar pelas características que a poça apresenta, como vegetação, tamanho, incidência solar, profundidade, presença de predadores e/ou competidores. Importante notar que das quatro variáveis que responderam por uma grande parte da variação de abundância de girinos, três estão relacionadas com vegetação. A cobertura vegetal seria um dos fatores importantes na determinação da distribuição espacial dos girinos ao longo do contínuo de tipos de ambientes aquáticos (Werner e Glennemeier, 1999; Gascon, 1991). De fato, a vegetação aumenta a heterogeneidade, o que acarreta uma maior possibilidade de nichos que por si aumenta a quantidade de organismos que podem utilizar um ambiente. Segundo Cardoso et al. (1989) a heterogeneidade espacial é um fator importante na determinação do número de espécies que podem explorar um dado ambiente. A profundidade se mostrou também importante, e foi notável durante as coletas que em locais mais profundos a tendência das coletas era uma menor quantidade de girinos. Gascon (1991) observou que fatores ambientais tais como o tamanho e a profundidade dos corpos d'água, a cobertura vegetal e o oxigênio dissolvido na água constituem importantes determinantes

da e adistribuição espacial dos girinos ao longo do contínuo de tipos de ambientes aquáticos.

O presente trabalho não detectou uma relação significativa entre a riqueza de espécies e abundância de girinos e riqueza ou diversidade de predadores de girinos, o que também foi obtido por outros autores (Eterovick e Fernandes, 2002; Eterovick, 2003). Porém outros estudos demonstram a importância deste fator para as larvas de anuros (Magnusson e Hero, 1991; Eterovick e Barata, 2006). Estudando girinos de *Pseudacris triseriata*, Bridges (2002) observou que estes diminuem significativamente sua atividade e aumentam o uso de refúgios quando predadores estão presentes. Girinos podem inclusive apresentar mudanças de forma e cor quando na presença de predadores (McCollum e Leimberger, 1997).

A Ordenação de espécies realizada pela CCA, parece refletir preferências associadas às características de famílias e de espécies. Os hilídeos preferiram poças perto da mata e com vegetação. De fato estes possuem discos adesivos que permitem o empoleiramento sobre a vegetação acima da poça, possibilitando um local de uso que não pode ser usado por algumas outras espécies. Segundo Prado e Pombal Jr. (2005), a altura da vegetação emergente é um fator fundamental para a partilha de microambientes nos estratos vegetais entre os hilídeos, proporcionando inclusive isolamento reprodutivo de algumas espécies. *Phyllomedusa hypocondrialis* ocupou corpos d'água com maior altura da vegetação na borda da poça e é comum seu empoleiramento na vegetação de borda da lagoa. Esta espécie costuma colocar sua desova fechada em folhas (Matos *et al.*, 2000), dessa forma uma vegetação alta na borda possibilitaria essa atividade longe de possíveis predadores.

As espécies *L. macrosternum*, *L. labyrinthicus* e *Pseudopaludicola* sp. ocuparam corpos d'água mais relacionados com áreas abertas, provavelmente porque essas três

espécies são terrestres e geralmente utilizam ambientes mais abertos, e os corpos d'água distantes das matas geralmente tem pouca vegetação. *Leptodactylus fuscus* também se assemelha a este grupo e preferiu poças com menor vegetação na borda. Esta espécie costuma colocar sua desova em tocas na terra, e os girinos são levados depois para a poça através da água de chuva (Martins, 1988), dessa forma a presença de vegetação na borda poderia dificultar este processo.

Diante da composição das espécies de anuros nas lagoas, podemos concluir que as características ambientais dos corpos d'água se mostraram importantes para determinar a presença ou não de girinos. Por isso a necessidade de se manter a heterogeneidade do ambiente, para proporcionar um amplo leque de possibilidades para as espécies que pretendam utilizar aquele local, permitindo assim não só a presença de espécies generalistas, mas também de espécies que possuam preferências mais específicas. Dessa forma, a preservação dos fragmentos pode ser crucial para muitas populações animais. Além disso, a presença de espécies de áreas abertas nos fragmentos estudados pode indicar que as matas estão degradadas, dando lugar principalmente a espécies generalistas, e que as espécies de mata não estão conseguindo se reproduzir eficazmente nesses locais. Porém, estudos mais aprofundados e em longo prazo ainda são necessários.

REFERÊNCIAS

Abrunhosa, P.A.; Wogel, H. e Pombal Jr, J.P. 2006. Anuran temporal occupancy in a temporary pond from the atlantic rain forest, south-eastern Brazil. *Herpetological Journal* 16: 115-122.

Alford, R.A. e Richards, S.J. 1999. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30:133-165.

Alford, R.A. 1999. Ecology. Pp. 240-278. *In*: R.W. McDiarmid & R. Altig (eds.). *Tadpoles: The biology of anuran larvae*. The University of Chicago Press, Chicago. 444p.

Babbitt, K.J. e Meshaka JR, W.E. 2000. Benefits of Eating Conspecifics: Effects of Background Diet on Survival and Metamorphosis in the Cuban Treefrog (*Osteopilus septentrionalis*). *Copeia* 469–474.

Becker, C.G.; Fonseca, C.R.; Haddad, C.F.B.; Batista, R.F. & Prado, P.I. 2007. Habitat split and the global decline of amphibians. *Science* 318: 1775-1777.

Bell, K.E. & Donnelly, M.A. 2006. Influence of forest fragmentation on community structure of frogs and lizards in northeastern Costa Rica. *Conservation Biology* 20 (6): 1750–1760.

Braak, C. J. F. E Šmilauer, 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.

Bridges, C.M. 2002. Tadpoles Balance Foraging and Predator Avoidance: Effects of Predation, Pond Drying, and Hunger. *Journal of Herpetology*, Vol. 36, No. 4, pp. 627–634.

Brito-Pereira, M. C., Cerqueira, R., SILVA, H. R. e Caramaschi, U., 1988. Anfíbios anuros da restinga de Maricá - RJ: levantamento e observações sobre a atividade reprodutiva das espécies registradas. *In: Anais do VI Seminário Regional de Ecologia*, São Carlos, SP, pp. 295-306.

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

Cardoso, A.J. e Sazima, I. 1997. Batracofagia na fase adulta e larvária da rã pimenta, *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) – Anura, Leptodactylidae. *Ciência e cultura* 29 (10): 1130-1132.

Carvalho-E-Silva, S.P.C.; Izecksoh, E. e Silva, A.M.T.C. 2000. Diversidade e ecologia de anfíbios em restingas do sudeste brasileiro, pp. 88-97. In: Esteves, F.A. e Lacerda, L.D.(eds.) *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*. NUPEM/UFRJ. Macaé, Rio de Janeiro, Brasil.

Dalton, R. 2000. WWW project aims to address worldwide decline in amphibians. *Nature* 403 (6769): 471-472.

Duré, M.I.; Kher, A.I. e Schaefer, E.F. 2009. Niche overlap and resource partitioning among five sympatric bufonids (Anura, Bufonidae) from northeastern Argentina. *Phyllomedusa* 8 (1): 27-39.

Eigenbrod, F.; Hecnar, S.J. & Fahrig, L. 2008. The relative effects of road traffic and forest cover on anuran Populations. *Biological Conservation* 141: 35–46

Eterovick, P. C., e G. W. Fernandes. 2002. Why do breeding frogs colonize some puddles more than others? *Phyllomedusa* 1:31–40.

Eterovick, P.C. & Barata, I.M. 2006. Distribution of tadpoles within and among brazilian streams: the influence of predators, habitat size and heterogeneity.

Herpetologica 62(4), 2006, 365–377

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

Fatorelli, P. e Rocha, C.F.D. 2008. O que molda a distribuição das guildas de girinos tropicais? Quarenta anos de busca por padrões. *Oecol. Bras.*, 12 (4): 733-742.

Frost, D. R. 2002. [Amphibian Species of the World: An Online Reference](#). New York: American Museum of Natural History. Version 2.21 (15 July 2010)

Gregoire, D. R. e Gunzburger, M. S. Effects of Predatory Fish on Survival and Behavior of Larval Gopher Frogs (*Rana capito*) and Southern Leopard Frogs (*Rana sphenoccephala*). *Journal of Herpetology*, Vol. 42, No. 1, pp. 97–103, 2008.

Gagné, S.A. & Fahrig, L. 2007. Effect of landscape context on anuran communities in breeding ponds in the National Capital Region, Canada. *Landscape Ecol* (22): 205–215.

Gascon, C. 1991. Population and community level analyses of species occurrences of Central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology*, 72(5): 1731-1746.

Gascon, C., Lovejoy, T. E., Bierregaard, R. O., Malcolm, J.R., Stouffer, P.C., Vasconcellos, P., Laurance, W. F., Zimmermam, B., Tocher, M., e Borges, S. 1999. Matrix habitat and species persistence in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91: 223-229.

Gibbs, J.P., 1998. Distribution of woodland amphibians along a forest fragmentation gradient. *Landscape Ecology* 13, 263–268.

Hammer, D; Harper, D.A.T. e Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontol Electron* 4(1):1-9

Hanski, I. 1998. Metapopulation dynamics. *Nature* 396: 41-49.

Knutson, M.G., Sauer, J.R., Olsen, D.A., Mossman, M.J., Hemesath, L.M. e Lannoo, M.J. 1999. Effects of landscape composition and wetland fragmentation on frog and toad abundance and species richness in Iowa and Wisconsin, U.S.A. *Conserv. Biol.* 13(6): 1437-1446.

Juncá, F.A. 2006. Diversidade e uso de hábitat por anfíbios anuros em duas localidades de Mata Atlântica, no norte do estado da Bahia. *Biota Neotrop.* 6 (2):

Krebs, J. C. 1989. *Ecological Methodology*. New York: Harper & Row, 652pp

Laan, R. e Verboom, B. 1990. Effects of pool size and isolation on amphibian communities. *Biol. Conserv.* 54: 251-262.

Lehtinen, R.M. 2004. Tests for competition, cannibalism, and priority effects in two phytotelm-dwelling tadpoles From madagascar. *Herpetologica*, 60(1): 1-13

Leps, J. & Smilauer, P. 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO* Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Lips, K.R. e Savage, J.M., 1996. Key to the known tadpoles (amphibian: anura) of Costa Rica. *Stud. Neotrop. Fauna & Environm*, v.31: 17-26.

Lodge, D.M. 1993. Biological invasions: lessons for Ecology. *Trends Ecol. Evol.* 8, 133-137.

Lord, J.M. e Norton, D.A. 1990. Scale and the Spatial Concept of Fragmentation. *Conservation Biology* 4(2): 197-201.

Magnusson, W.E. e Hero, J.M. 1991. Predation and the evolution of complex oviposition behaviour in Amazon rainforest frogs. *Oecologia* 86 (3): 310-318.

Martins, M.. 1988. Biologia reprodutiva de *Leptodactylus fuscus* em Boa Vista, Roraima (Amphibia: Anura). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 969-977.

Matos, R. H. R. ; Andrade, G. V. ; [Hass, A.](#) 2000. Reproductive Biology and Territoriality of *Phyllomedusa hypocondrialis* in Northeastern Brazil.. *Herpetological Review*, Saint Louis, Missouri, v. 31, p. 84-86.

McCollum, S.A. e Leimberger, J.D. 1997. Predator-induced morphological changes in an amphibian: predation by dragonflies affects tadpole shape and color. *Oecologia* 109 (4): 615-621.

Monello, R.J.; DENNEHY, J.J.; MURRAY, D.L. & AARON J. WIRSING, A.J. 2006. Growth and Behavioral Responses of Tadpoles of Two Native Frogs to an Exotic Competitor, *Rana catesbeiana*. *Journal of Herpetology*, (40) 403–407.

Mccune, B e Grace, J.B., 2002. Analysis of ecological communities. Oregon: Gleneden Beach. 300p.

Mittermeier, R.A.; Werner, T.; Ayres, J.M. e Fonseca, G.A.B. 1992. O país da megadiversidade. *Ciência Hoje* 14(81): 20-27.

- Neckel-Oliveira, S. 2004. Effects of landscape change on clutches of *Phyllomedusa tarsius*, a neotropical treefrog. *Biological Conservation* 118 (1): 109-116.
- Oliveira, D.B. 2006. Atividade de vocalização de anuros em duas áreas de restinga na Ilha de São Luís, Maranhão. Monografia. Universidade Federal do Maranhão.
- Pombal Jr., J.P. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em um poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. *Rev Bra Biol*, Rio de Janeiro, 57:583-594
- Prado, G.M.E. e Pombal Jr., J.P., 2005. Distribuição espacial e temporal dos anuros em um brejo da reserva biológica de duas bocas, sudeste do brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro 63, 685-705
- Relyea, R.A. 2005. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications*, v.15, p. 618-627.
- Saunders, D.A.; Hobbs, R.J. e Margules, C.R. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology* 5(1): 18-32.
- Silva, F.R. e Rossa-Feres, D.C. 2007. Uso de fragmentos florestais por anuros Amphibia) de área aberta na região noroeste do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, v7(2), p. 141-148.
- Sluys, M.V.; Rocha, C.F.D; Hatano, F.H.; Bonquipani-Freitas, L. & Marra, R.V. 2004. Anfíbios da restinga de Jurubatiba: composição e história natural. pg. 165-178. In: Rocha, C.F.D.; Esteves, F.A. & Scarano, F.R. (org.). *Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. São Carlos: RIMA.

Soares, G.C. 2008. Diversidade e ecomorfologia de girinos (Anura) em fragmentos de mata na Ilha do Matanhão. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Maranhão.

Tocher, M. 1998. Diferenças na composição de espécies de sapos entre três tipos de floresta e campo de pastagem na Amazônia Central. In.: GASCON, C. & MOUTINHO, P. (eds.) Floresta Amazônica: Dinâmica, regeneração e manejo. INPA. pp. 219-232.

Vasudevan, K.; Kumar, A.; Noon, B.R. e Chellam, R.. 2008. Density and diversity of forest floor anurans in the rain forests of southern western Ghats, India. *Herpetologica*, 64(2): 207–215.

Werner, E.E. e Glennemeier, K. 1999. Influence of Forest Canopy Cover on the Breeding Pond Distributions of Several Amphibian Species. *Copeia*, 1999 (1).pp. 1-12.

Weyrauch, S.L. e Grubb JR. 2004. Patch and landscape characteristics associated with the distribution of woodland amphibians in a agricultural fragmented landscape: an information-theoretic approach. *Biol. Conserv.* 115: 443-450.

Figuras

Figura 1. Mapa esquemático da Ilha de São Luís, MA, Brasil, em seu contexto de estado e país. Os nomes em amarelo representam as áreas onde se realizaram coletas de girinos em corpos d'água, nos anos de 2008 e 2009.

Figura 2. Agrupamento das espécies de anuros com base na abundância dos girinos coletados na Ilha de São Luis, Maranhão, Brasil, nos anos de 2008 e 2009. Coeficiente de correlação cofenético ($r = 0,8177$). Os valores de probabilidade de ocorrência foram obtidos por bootstrap (1000 randomizações). Legendas das espécies: RSH= *R. schneideri*, DBR= *D. branneri*, DMI= *D. minutus*, DNA= *D. nanus*, DSO= *D. soaresi*, DSP= *Dendropsophus* sp; HAL= *H. albopunctatus*, HMU= *H. multifasciatus*, OTA= *O. taurinus*, PHY= *P. hypochondrialis*, SEU= *S. eurydice*, SNE= *S. nebulosus*, SXS= *S. x-sygnatus*, TVE= *T. venulosus*, PCU= *P. cuvieri*, PSP= *P. mystacalis*, LFU= *L. fuscus*, LLA= *L. labyrinthicus*, LMA= *L. macrosternum* e EOVS= *Elachistocleis ovalis*.

Figura 3. Agrupamento das poças segundo a composição da anurofauna de girinos coletados na Ilha de São Luis, Maranhão, Brasil, nos anos de 2008 e 2009. Coeficiente correlação cofenético ($r = 0,9691$). Os valores de probabilidade de ocorrência foram obtidos por bootstrap (1000 randomizações).

Figura 4. Correlações entre as variáveis ambientais significativas segundo uma CCA manual e a composição de espécies de girinos amostradas na Ilha de São Luis, Maranhão, Brasil, nos anos de 2008 e 2009. Legendas: VEG= porcentagem de vegetação na poça, PROF= profundidade da poça, ALTBORD= altura da vegetação na borda da poça, DIST= distância para o fragmento mais próximo, RSH= *R. schneideri*, DBR= *D. branneri*, DMI= *D. minutus*, DNA= *D. nanus*, DSO= *D. soaresi*, DSP= *Dendropsophus* sp; HAL= *H. albopunctatus*, HMU= *H. multifasciatus*, OTA= *O. taurinus*, PHY= *P. hypochondrialis*, SEU= *S. eurydice*, SNE= *S. nebulosus*, SXS= *S. x-sygnatus*, TVE= *T. venulosus*, PCU= *P. cuvieri*, PSP= *P. mystacalis*, LFU= *L. fuscus*, LLA= *L. labyrinthicus*, LMA= *L. macrosternum* e EOV= *Elachistocleis ovalis*.

Figura 1



ILHA DE SÃO LUÍS

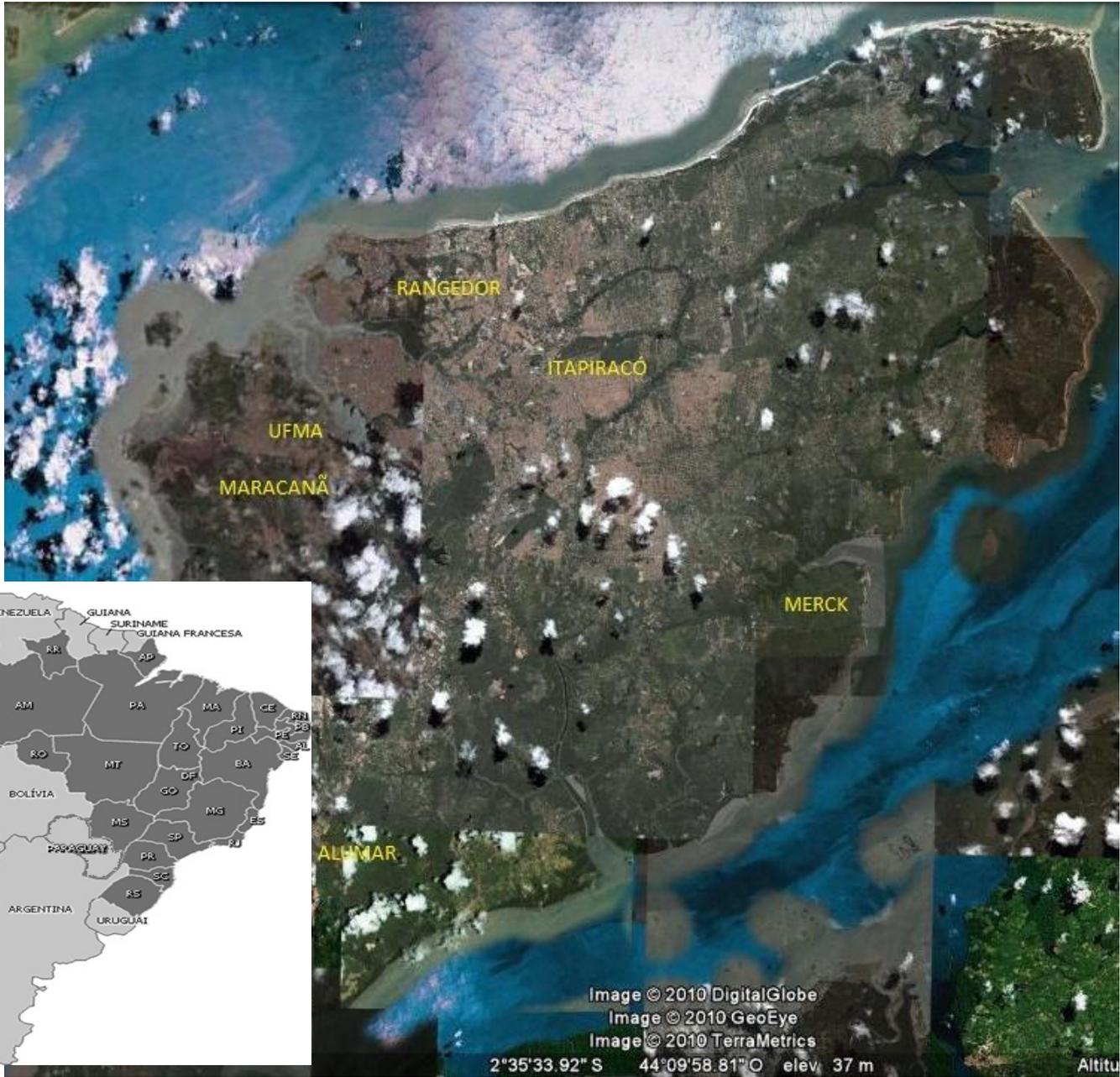


Figura 2

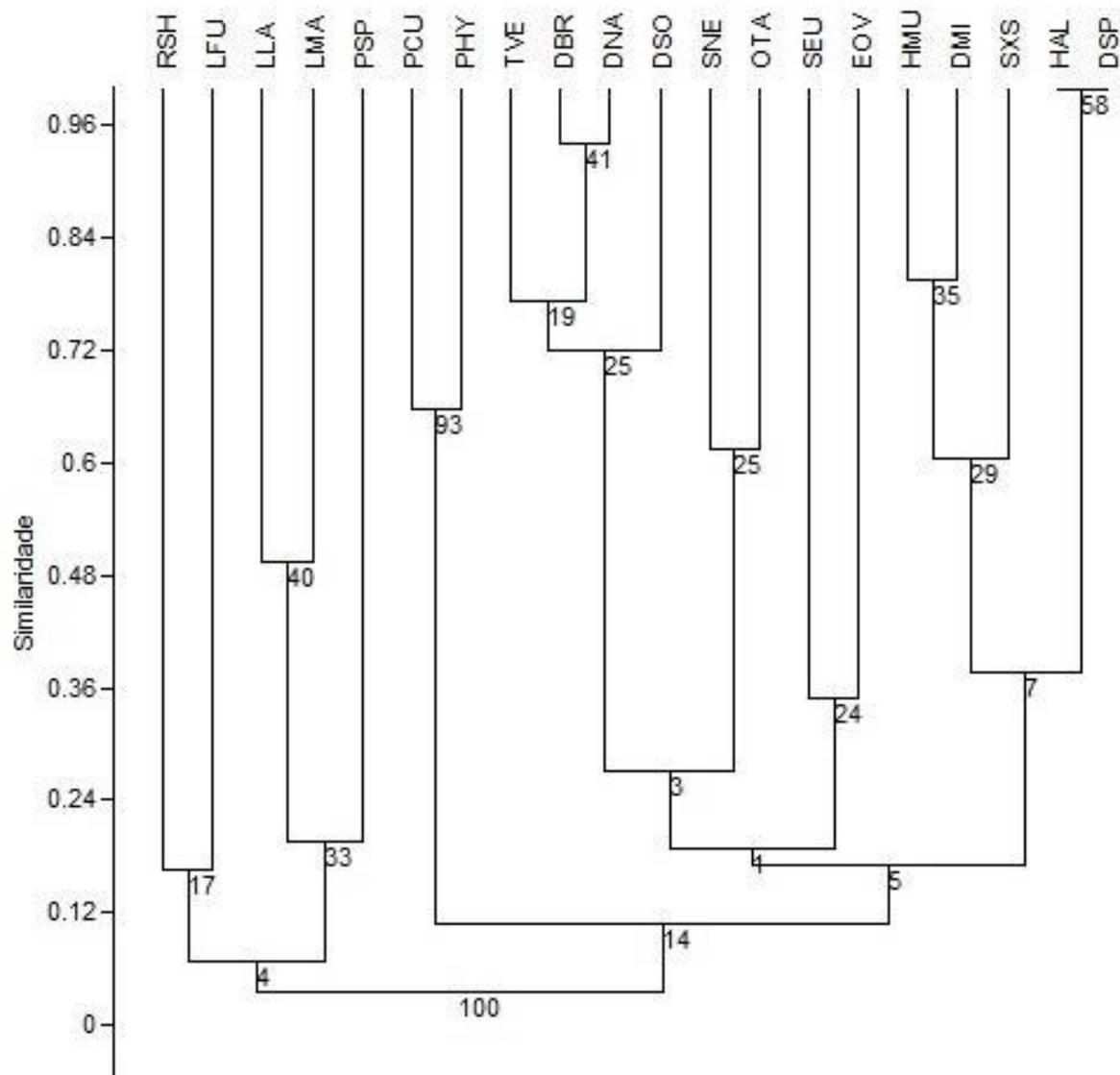
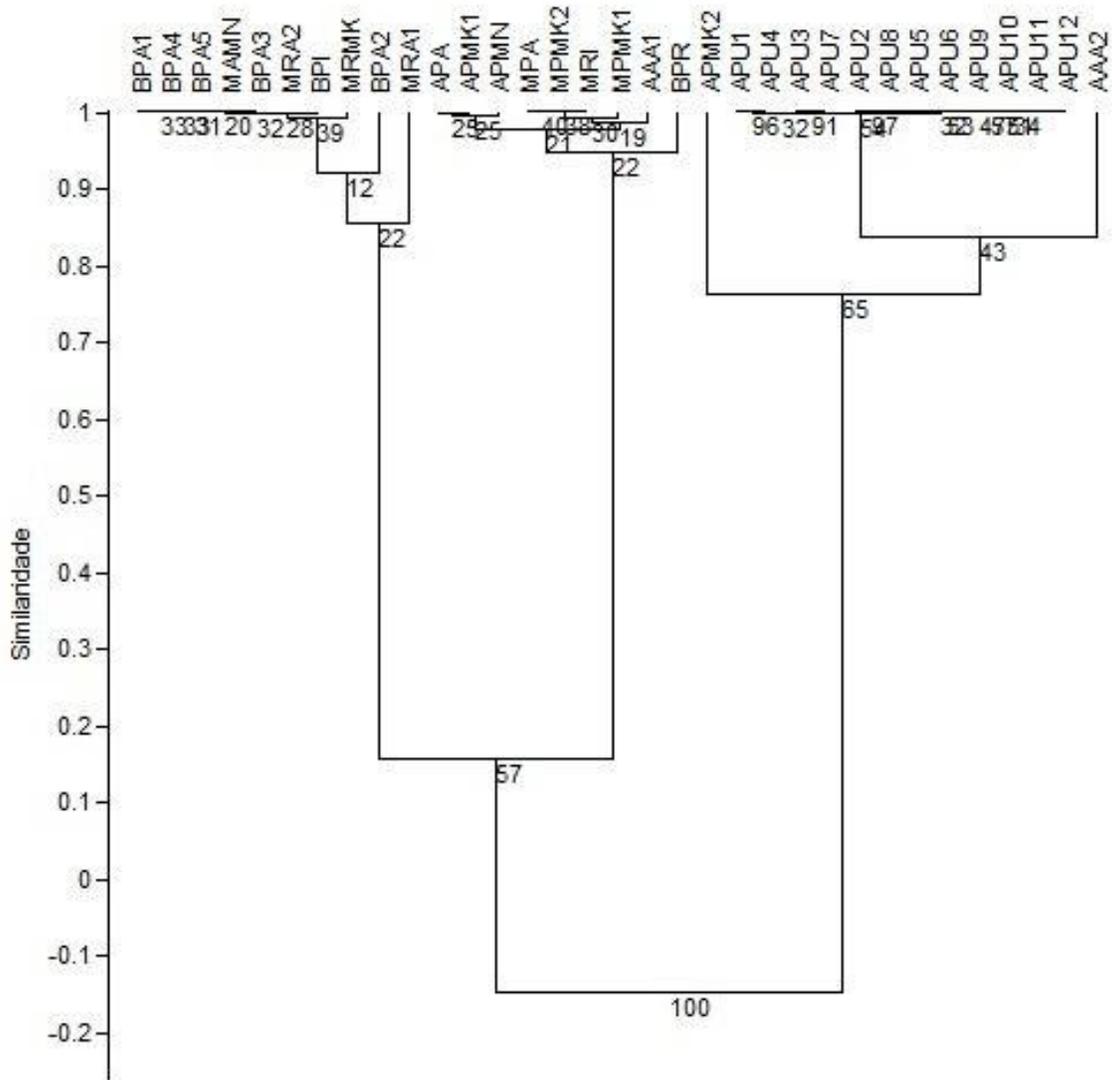


Figura 3



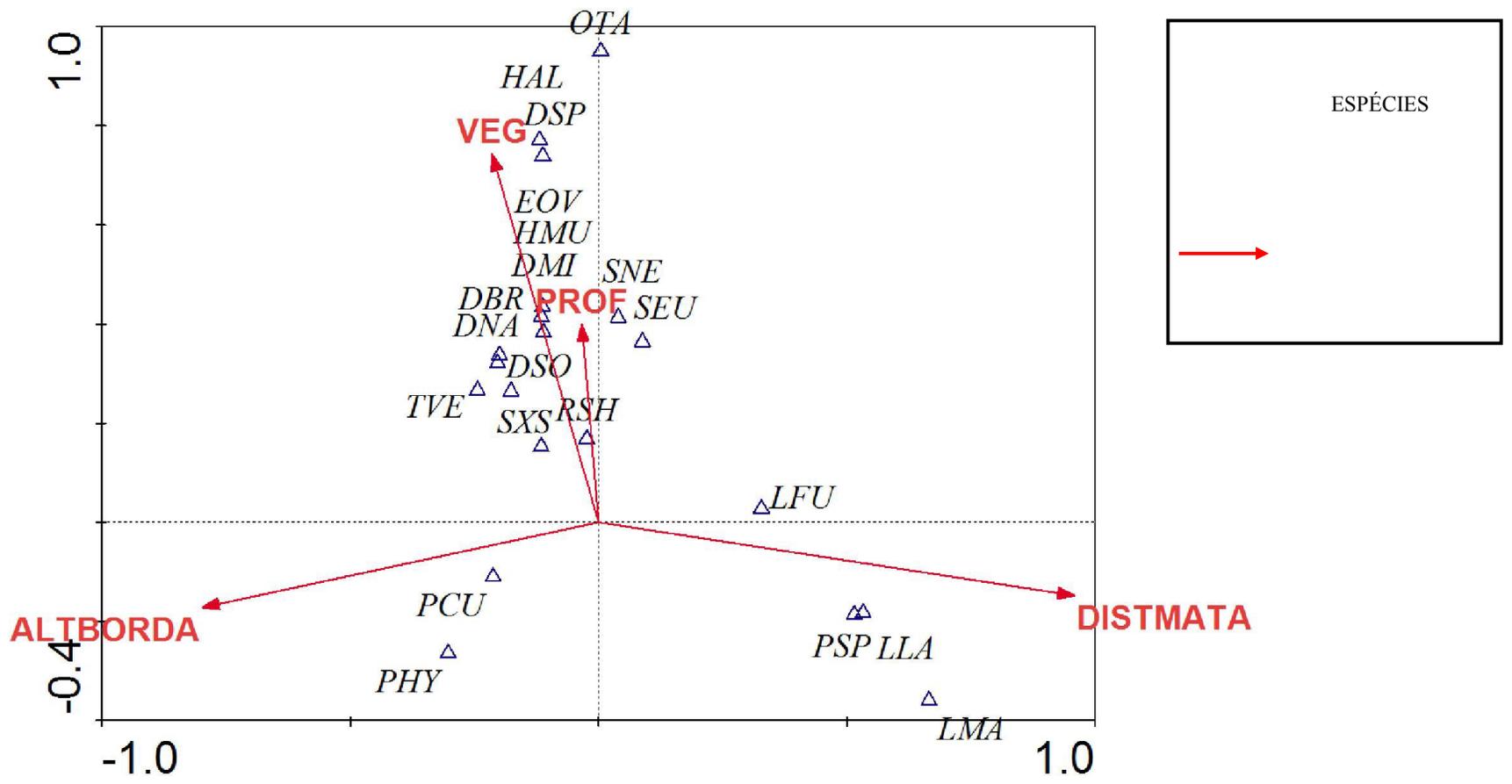


Figura 4

Tabelas

Tabela 1. Abundância das espécies de girinos encontradas na Ilha de São Luís nas poças estudadas. Riqueza de espécies (S'), Diversidade (H') e Equitabilidade (J'). Legendas RSH= *R. schneideri*, DBR= *D. branneri*, DMI= *D. minutus*, DNA= *D. nanus*, DSO= *D. soaresi*, DSP= *Dendropsophus* sp; HAL= *H. albopunctatus*, HMU= *H. multifasciatus*, OTA= *O. taurinus*, PHY= *P. hypochondrialis*, SEU= *S. eurydice*, SNE= *S. nebulosus*, SXS= *S. x-sygnatus*, TVE= *T. venulosus*, PCU= *P. cuvieri*, PSP= *P. mystacalis*, LFU= *L. fuscus*, LLA= *L. labyrinthicus*, LMA= *L. macrosternum* e EOV= *Elachistocleis ovalis*.

Tabela 2. Variáveis ambientais que afetaram a composição de espécies de girinos de anuros em na Ilha de São Luís, Maranhão. Os valores de F e p foram obtidos por meio de 9999 permutações de Monte Carlo e indicam a correlação entre as variáveis ambientais e a fauna de anuros. λ_1 = Variação explicada por cada variável (efeitos marginais); λ_2 = Variação explicada por cada variável em conjunto com as demais (efeitos condicionais); § Variáveis ambientais correlacionadas significativamente com a fauna de anuros (considerando $p < 0,05$) (Leps & Smilauer 2003).

Tabela 1

Poça	LFU	LLA	LMA	PSP	PCU	PHY	TVE	HMU	HAL	DSP	DBR	DMI	DNA	DSO	SEU	SNE	SXS	OTA	RSH	EOV	Total	S	H'	J'
AAA1	12	5	0	0	22	62	0	19	1	22	8	125	0	201	27	15	0	0	0	0	519	12	1.818	0.7314
AAA2	119	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	18	22	20	0	0	174	0	360	7	1.283	0.6594
APA	21	0	0	0	20	22	0	22	0	0	1	95	0	10	0	5	44	0	0	2	242	10	1.805	0.784
APMK1	0	0	0	0	17	0	35	0	0	0	0	6	0	12	50	218	0	11	0	0	349	7	1.245	0.6397
APMK2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APMN	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	19	0	0	0	0	0	27	4	0.9158	0.6606
APU1	9	1	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	4	0	0	0	0	60	5	1.177	0.7314
APU2	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	0	0
APU3	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	2	0.2237	0.3228
APU4	350	8	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	374	5	0.325	0.2019
APU5	40	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	2	0.3872	0.5586
APU6	35	27	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	3	1.069	0.973
APU7	23	38	442	3	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	563	6	0.8298	0.4631
APU8	274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	1	0	0
APU9	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1	0	0
APU10	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0
APU11	29	0	0	13	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	3	1.032	0.9396
APU12	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	1	0	0
BPA1	0	0	0	0	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	2	0.2103	0.3034
BPA2	0	0	0	0	67	103	0	0	0	0	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0	185	4	0.9536	0.6879
BPA3	0	0	0	0	19	80	0	0	0	0	0	1	0	21	0	0	0	0	0	0	121	4	0.9078	0.6549
BPA4	1	0	0	0	102	54	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	158	4	0.7135	0.5147
BPA5	0	0	0	0	43	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	2	0.6419	0.926
BPI	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0
BPR	0	0	0	0	96	3	0	0	0	0	15	3	9	0	72	0	6	0	0	6	210	8	1.373	0.6602
MAMN	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0
MPA	60	0	0	0	91	17	0	0	0	1	3	18	1	91	2	1	2	0	0	0	287	11	1.573	0.6559
MPMK1	195	0	0	0	466	46	349	0	0	0	32	38	11	441	0	139	19	0	0	0	1736	10	1.806	0.7845
MPMK2	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1	0	0
MRA1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MRA2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MRI	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0
MRMK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1354	87	443	59	1144	475	384	47	1	23	59	287	21	806	233	444	71	11	174	8	6131			

Tabela 2

Efeitos Independentes		Efeitos Dependentes			
Variável	λ_1	Variável	λ_2	F	<i>p</i>
Distância da Mata (m)	0.648	Distância da Mata (m)	0.648	4.538	0.0001 [§]
% Vegetação sobre a poça	0.351	% Vegetação sobre a poça	0.326	2.399	0.0094 [§]
Média de altura da vegetação na borda (cm)	0.524	Média de altura da vegetação na borda (cm)	0.310	2.408	0.0113 [§]
Profundidade da poça (cm)	0.290	Profundidade da poça (cm)	0.267	2.169	0.0398 [§]
Duração da poça (meses)	0.291	Duração da poça (meses)	0.243	2.065	0.0637
Área da poça (m ²)	0.283	Área da poça (m ²)	0.198	1.731	0.0882
Média de altura da vegetação na poça (cm)	0.296	Média de altura da vegetação na poça (cm)	0.174	1.564	0.1703
Predadores	0.255	Predadores	0.137	1.243	0.2677

Capítulo 2

O sucesso de desenvolvimento larvário de anuros de áreas abertas em corpos d'água associados a fragmentos de mata na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil.

Resumo

O processo de urbanização costuma causar fragmentação, e como já observado em outros estudos pode ocorrer a presença de espécies típicas de áreas abertas em poças de áreas de mata, inclusive para realizar atividade reprodutiva. Assim este estudo buscou avaliar se espécies de área aberta tem sucesso em completar seu desenvolvimento em poças localizadas na mata. Para isso coletamos girinos em 24 corpos d'água de características variadas, distribuídos em 3 tipos de ambiente (área aberta, borda externa de mata e interior de mata), associados a fragmentos florestais na Ilha de São Luís, estado do Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. Os estágios de desenvolvimento destes girinos foram identificados para avaliar o sucesso de desenvolvimento baseado na proporção de girinos nos últimos estágios. As diferenças observadas entre os estágios de desenvolvimento não foram ocasionadas pelo tipo de ambientes ou pelas poças, o que poderia indicar que as espécies de área aberta estão conseguindo se desenvolver na mata do mesmo modo que na área aberta. Além disso, algumas espécies típicas de mata apresentaram um sucesso no desenvolvimento igual ou menor na mata do que em áreas abertas. Tudo isso pode indicar que as áreas de mata estão degradadas e ambientalmente similares às áreas abertas, ou que as espécies típicas de área aberta apresentam uma grande plasticidade e se reproduzem e desenvolvem normalmente em áreas de mata.

Palavras-chave: girinos, sucesso de desenvolvimento, degradação ambiental, florestas tropicais.

Abstract

The success of larval development of open area anurans in water bodies associated to forest fragments in Sao Luis Island, Maranhao, Brazil - The process of urbanization tends to cause fragmentation, and as already observed in other studies may occur the presence of species typical of open areas in pools of forested areas, even to perform reproductive activity. Thus this study sought to evaluate if species of open area are achieving complete development on pools located in the woods. For this we collected tadpoles in 24 pools with varied characteristics, divided into three types of environment (open area, forest outer edge, and forest interior) in forest fragments on the island of São Luís, Maranhão State, Brazil, during the year 2009. The developmental stages of these tadpoles were identified to assess the development success based on the proportion of tadpoles in the latter stages. The differences observed among the stages of development were not caused by the type of environment or water bodies, which could indicate that species of open area are managing to grow in the woods just as in the open area. Moreover, some species typical of forest showed a success in developing equal or worst in the forest than in open areas. All this may indicate that the forest areas are degraded and environmentally similar to the open area, or that typical species of open area present a high plasticity and reproduce normally in forested areas.

Keywords: tadpoles, development success, environment degradation, tropical forest.

INTRODUÇÃO

De modo geral anfíbios anuros apresentam um modo de vida complexo, onde este se inicia na água por meio de suas larvas. A simples escolha do local de desova pode ser determinante no sucesso de sua prole. Geralmente as escolhas das fêmeas refletem os principais riscos à sobrevivência e desenvolvimento dos ovos e girinos, e promovem um aumento potencial do sucesso reprodutivo. No entanto, as escolhas apresentam eficiência relativa e não são raros os eventos de perda parcial ou total de desovas e girinos (Silva e Giaretta, 2008). Além disso, as estratégias de oviposição podem ser muito flexíveis, permitindo às espécies se ajustarem a diferentes contextos ecológicos. Essa variação nas estratégias de oviposição pode ter fortes efeitos sobre a distribuição espacial de ovos e larvas em ambientes fragmentados (Marsh e Borrell, 2001).

A presença de um macho cantor em um corpo d'água não significa seu sucesso reprodutivo. Para tal, é necessário a sobrevivência das suas larvas e a mortalidade é alta em girinos, principalmente nos primeiros estágios de desenvolvimento (Leite *et al*, 2008). Fatores que podem afetar o desenvolvimento larvário já foram observados. Schiesari *et al*. (2006) constatou que girinos de espécies de rápido crescimento, como *Rana pipiens*, apresentaram uma taxa de mortalidade maior que espécies de crescimento lento, como *Rana sylvatica*. Loman (2003) observou que girinos de diferentes populações apresentaram variação na velocidade de desenvolvimento, onde girinos em altas densidades desenvolviam mais rápido que girinos em baixas densidades. Essas diferenças entre o desempenho de girinos em poças possivelmente teriam um componente genético ou materno, como o tamanho dos ovos. Além disso, Neckel-Oliveira (2004) observou que o sucesso reprodutivo de girinos foi maior em áreas mais arborizadas.

A diminuição do número de girinos numa população pode ser causada por morte, metamorfose ou emigração (Leite et al, 2008). Diversos fatores podem alterar a composição dos girinos em um corpo d'água como temperatura (Loman 2002), carga de sedimentos (Gillespiea, 2002), densidade de girinos (Loman 2002; Gillespiea, 2002), cobertura vegetal (Werner e Glennemeier, 1999; Gascon 1991), subprodutos de decomposição de folhas de plantas invasoras (Maerz et al. 2005), mudanças estruturais ou climáticas que alteram as propriedades das margens de córrego, (Leite et al, 2008) e secagem da poça (Loman, 2003; Bridges, 2002 e Loman, 2002). Segundo Loman (2002) existem muitos trabalhos de laboratório que demonstram essas relações, mas há poucos estudos realizados no campo que abordam alterações na metamorfose dos anuros.

A Ilha de São Luís, localizada no Estado do Maranhão, nordeste do Brasil, possui diversas áreas florestais fragmentadas, algumas localizadas em áreas protegidas pelo poder público ou particular, e outras em áreas de acesso livre. Alguns estudos como os realizados por Soares (2008) e Oliveira (2006; capítulo 1 da presente dissertação) encontraram a presença de espécies de área aberta em ambientes de mata, o que indica que estas, mesmo que momentaneamente, estão utilizando os corpos d'água inseridos na mata na Ilha de São Luís. Assim, considerando essa presença, a importância de entender os processos envolvidos nessa ocupação e os possíveis prejuízos que ela pode acarretar, objetivamos neste estudo, nosso objetivo foi comparar o sucesso de desenvolvimento de espécies típicas de área aberta, em corpos d'água situados em ambientes associados a fragmentos de mata. Nossa hipótese é que as espécies de áreas abertas apresentam menor sucesso de desenvolvimento na mata, devido à características como menor luminosidade, que induz a temperaturas mais baixas do que nos corpos d'água de áreas abertas.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi a Ilha de São Luís (2°23'583'' a 2°49'006'' S e 44°01'073'' a 44°25'4953'') (Fig.1), Maranhão, nordeste do Brasil, onde abrangeu as seguintes áreas com fragmentos de mata situados em reservas ambientais estaduais ou particulares: Áreas de Proteção Ambiental do Itapiracó (I) e do Maracanã (MN), Estação Ecológica do Rangedor (R), áreas pertencentes à empresa ALUMAR (A) e sítio Aguahy, de propriedade da empresa Merck (MK), atualmente da empresa Quercegen. Também foram incluídas áreas abertas não protegidas do Campus do Bacanga, Universidade Federal do Maranhão (UFMA) (U) (Fig.2).

Na estação chuvosa de 2009 (fevereiro a julho), amostramos aproximadamente a cada 20 dias, 24 corpos d'água associados aos fragmentos de mata nas áreas protegidas e situados em áreas abertas no Campus da UFMA. Estes corpos variam de poças de tamanho variado, alagados ou riachos, encontrados em áreas abertas, bordas de fragmentos de mata e interior desses fragmentos. Os corpos d'água foram nomeados de acordo com suas características e localização. A primeira letra refere-se à associação com os fragmentos de mata (A= aberta, B= borda de mata, M= interior da mata). A segunda refere-se ao tipo do corpo (P= poça, R= riacho, A= alagado). A terceira letra em diante refere-se ao local em que se encontra o corpo d'água (veja siglas acima).

Os girinos e os predadores invertebrados foram coletados com um puçá de tela fina, padronizando a amostragem pelo tempo máximo de 1h, percorrendo sempre que possível todo o corpo d'água com velocidade constante e sem haver repetição de percurso. Foi registrado o tempo de coleta quando esta ocorria em tempo menor que 1h, devido ao tamanho da lagoa.

O estágio de desenvolvimento de cada girino foi classificado de acordo com GOSNER (1960). Estes estágios foram agrupados em 5 classes: 1 (estágio 25), 2 (estágios 26 a 29), 3 (estágios 30 a 36), 4 (estágios 37 a 41) e 5 (estágios 42 a 46). Para padronização dos dados, a abundância de girinos por corpo d'água foi dividida pelo tempo de coleta, e em seguida pelo número de coletas. Com esse valor padronizado foi calculada a proporção de cada estágio de desenvolvimento para cada espécie em cada corpo d'água.

Para verificar diferenças nas proporções de girinos em cada estágio de desenvolvimento nos diferentes ambientes estudados, utilizamos uma Análise de Variância (ANOVA) fatorial, para as espécies mais abundantes e mais bem distribuídas entre as poças. As variáveis independentes foram a fase de desenvolvimento (classes 1 a 5, definidas acima) e ambiente (mata, borda externa da mata e área aberta), sendo os corpos d'água utilizados como repetições. No caso de significância de um dos fatores ou da interação entre eles, em nível de 0,05, utilizamos um Teste de Tukey *a posteriori*. As proporções já padronizadas foram transformadas em arcseno da raiz quadrada para as análises. Para estas análises utilizamos o programa Systat 12.

RESULTADOS

Um total de 4596 girinos, distribuídos em 19 espécies pertencentes a 5 famílias, foram coletados:

Família Leptodactylidae: *Leptodactylus fuscus* (Schneider, 1799);

Leptodactylus labyrinthicus (Spix, 1824);

Leptodactylus macrosternum (Miranda-Ribeiro, 1926);

Família Leiuperidae: *Physalaemus cuvieri* (Fitzinger, 1826);

- Família Hylidae:** *Dendropsophus branneri* (Cochran, 1948);
Dendropsophus minutus (Peters, 1872);1933);
Dendropsophus nanus (Boulenger, 1889);
Dendropsophus soaresi (Caramaschi & Jim, 1983);
Dendropsophus sp.
Phyllomedusa hypochondrialis (Daudin, 1800);
Hypsiboas albopunctatus (Spix, 1824);
Hypsiboas multifasciatus (Günther, 1859);
Osteocephalus taurinus (Steindachner, 1862);
Scinax eurydice (Bokermann, 1968);
Scinax nebulosus (Spix, 1824);
Scinax x-sygnatus (Spix, 1824);
Trachycephalus venulosus (Laurenti, 1768);
- Família Bufonidae:** *Rhinella schneideri* (Werner, 1894);
- Família Microhylidae:** *Elachistocleis ovalis* (Schneider, 1799).

Proporções dos estágios de desenvolvimento

L. fuscus

O resultado da ANOVA para esta espécie apresentou uma diferença significativa apenas entre os estágios de desenvolvimento dos girinos ($F= 8,147$; $p= 0,000$). Para os tipos de ambiente estudados e para a interação ambiente-estágio a diferença não foi significativa (Tabela 1). Segundo o Teste de Tukey, os estágios de desenvolvimento que foram significativamente diferentes entre si foram os pares de estágios 1-2 e os pares 2-3, 2-4 e 2-5 (Tabela 2).

Graficamente (Fig. 2), pode-se observar que a grande maioria dos indivíduos nas poças estudadas apresentou-se no estágio 2 de desenvolvimento. As exceções foram as poças AAA1, com maioria no estágio 4, a poça BPI, com maioria no primeiro estágio, e a poça MPMK1, com maioria no estágio 3 de desenvolvimento. AAA2 E MPMK1 apresentaram girinos na última classe. A análise gráfica dos ambientes (área aberta, borda externa de mata e mata) revela que houve uma predominância de indivíduos no segundo estágio nas áreas abertas, de primeiro estágio na borda e de terceiro na mata (Fig. 2).

P. cuvieri

Nesta espécie, a ANOVA também apresentou uma diferença significativa apenas entre os estágios de desenvolvimento dos girinos ($F= 20,105$; $p= 0,000$). Para os tipos de ambiente estudados e para a interação ambiente-estágio a diferença não foi significativa (Tabela 1). Pelo Teste de Tukey, os estágios de desenvolvimento que foram significativamente diferentes entre si foram os pares 1-2 e 1-5; os pares 2-3, 2-4 e 2-5 e os pares 3-4 e 3-5 (Tabela 2).

A análise gráfica das poças estudadas revelou que houve uma predominância de girinos nas três classes iniciais nas poças de áreas abertas, geralmente com maior presença na segunda classe. Algumas poças de borda (BPA1, BPA2 e BPA4) e as poças de mata apresentaram o mesmo padrão, porém com maior predominância na quarta classe. Enquanto outras (BPA3, BPA5 e BPR) uma maior proporção na terceira classe (Fig. 3). A poça APMK1 apresentou a maior proporção de girinos na última classe (quinta). APMK1, BPA4 E MPA, PMK1 também apresentaram girinos na última classe. A análise gráfica dos ambientes mostra um padrão encontrado nos 3 tipos (área aberta, borda externa de mata e mata), onde há pouca proporção de girinos no primeiro estágio de

desenvolvimento, que aumenta muito no segundo estágio e vai diminuindo nos estágios subsequentes (Fig. 3).

P. hypocondrialis

Assim como nas outras duas espécies estudadas, a ANOVA apresentou uma diferença significativa apenas entre os estágios de desenvolvimento dos girinos ($F=11,749$; $p=0,000$). Para os tipos de ambiente estudados e para a interação ambiente-estágio a diferença não foi significativa (Tabela 1). Pelo Teste de Tukey, os estágios de desenvolvimento que foram significativamente diferentes entre si foram os pares 1-3, 1-4 e 1-5; e os pares 2-3, 2-4 e 2-5 (Tabela 2).

Através da análise gráfica das poças estudadas, houve uma maior proporção de girinos nas duas primeiras classes. O corpo d'água que apresentou uma maior proporção de girinos em classes mais avançadas de desenvolvimento foi AAA1 seguido de BPA3. (Fig. 4). A análise gráfica nos mostra que nos 3 tipos de ambientes, para esta espécie, as poças de área aberta apresentaram a maior proporção de girinos em quarta classe, a mais avançada encontrada nesta espécie e nas poças de mata há uma maior predominância de girinos na primeira classe (Fig. 4).

S. nebulosus

Segundo a ANOVA realizada com as proporções desta espécie houve uma diferença significativa apenas entre os estágios de desenvolvimento dos girinos ($F=5,532$; $p=0,004$). Para os tipos de ambiente estudados e para a interação ambiente-estágio

a diferença não foi significativa (Tabela 1). Nas poças de área aberta predominou a classe dois, e nestas poças ocorreu a maior parte de indivíduos em classes mais avançadas, porém apenas em AAA2 houve presença de indivíduos no último estágio. Na única poça de mata que esta espécie ocorreu (MPMK1) houve predominância de girinos de primeira e segunda classe. Nos dois ambientes (área aberta e mata) houve um declínio de girinos à medida que se avança nas classes (Fig.5).

D. minutus

Nesta espécie, a ANOVA apresentou diferença significativa na interação ambiente-estágio somente ($F= 3,094$; $p= 0,014$), diferindo das anteriores. Para os tipos de ambiente e estágios a diferença não foi significativa (Tabela 1).

A análise gráfica das poças estudadas mostra que as poças de área aberta e as de mata não apresentaram diferença entre si, tendo principalmente girinos nas primeiras classes. Nos três tipos de ambiente esse padrão se repete, além da maior presença de girinos de última classe nas bordas. As poças AA1, APA e MPMK1 apresentaram girinos na última classe. Em duas poças da borda (BPA3 e BPA4) houve predominância total de girinos na última classe (Fig. 6).

D. soaresi

A ANOVA, para esta espécie, não apresentou nenhuma diferença significativa. Apesar disso, pela análise gráfica as poças de área aberta apresentaram maior proporção na primeira e segunda classe de desenvolvimento, exceto APA que apresentou girinos nas

duas últimas classes. A poça MPMK1 apresentou girinos principalmente da primeira classe. Esses padrões se repetiram nos ambientes (Fig. 7).

Algumas espécies pouco abundantes, que não entraram na análise da ANOVA apresentaram girinos em estágio final de desenvolvimento. Girinos de *R. schneideri* apresentaram indivíduos principalmente das primeiras classes de desenvolvimento (Fig. 8). Girinos de *D. branneri* (Fig. 9) em estágio final foram encontrados nas poças AAA1, BPR e MPMK1. Os de *D. nanus* ocorreram apenas em duas poças de mata e uma de borda, e apresentou girinos na última fase apenas em uma das poças de mata (Fig. 10). Como *R. schneideri*, *O. taurinus* e *E. ovalis* apresentaram indivíduos principalmente das primeiras classes de desenvolvimento (Figs. 11 e 12). O único girino de *H. albopunctatus* estava em estágio intermediário e em uma poça de área aberta (Fig. 13). *H. multifasciatus* ocorrem em uma proporção maior de estágios mais avançados na mata (Fig. 14). Tanto *L. labyrinthicus* como *L. macrosternum* estavam em estágios intermediários (Figs. 15 e 16). Girinos de *S. eurydice* em estágio final ocorreu apenas na poça AAA1 (Fig. 17). *Scinax x-signatus* apresentou girinos do último estágio (Fig. 18) em todas as poças que ocorreu (APA, BPR, MPA e MPMK1). Girinos de *T. venulosus* apresentaram um sucesso relativamente parecido nas poças de áreas abertas (APMK1) e de mata (MPMK1) em que ocorreram, havendo na área aberta uma maior predominância no terceiro estágio, enquanto na mata no segundo (Fig. 19).

DISCUSSÃO

Como a maior parte das espécies apresentou diferença significativa apenas para os estágios de desenvolvimento, as diferenças nas proporções dos estágios dos girinos estudados não é o fator predominante. Dessa forma, para cinco, das seis espécies

estudadas, o possível sucesso no desenvolvimento de seus girinos não está relacionado ao tipo de ambiente. Isso talvez se deva ao fato que estas espécies são generalistas de ampla distribuição geográfica, e como tal poderiam ter uma plasticidade que lhes permite que seus girinos se desenvolvam em poças com variadas características ambientais.

Diversos fatores já foram documentados como importantes para determinar diferenças no desenvolvimento dos girinos, como observado neste estudo. Loman (2002) constatou para *Rana arvalis* e *R. temporária*, que a maior parte da variação no tempo de metamorfose é explicada por efeitos da temperatura. Nas lagoas, a metamorfose foi mais lenta em verões frios que em quentes. Já o tamanho dos metamorfos foi influenciado negativamente pela densidade de girinos. Gillespiea (2002) também observou que a densidade de girinos afeta o crescimento e o desenvolvimento dos mesmos, que também foram significativamente reduzidos pelo aumento da carga de sedimentos. Maerz et al. (2005) estudando compostos naturais lixiviados de folhas em decomposição de *L. salicaria*, uma planta invasora, mostrou que o desempenho dos girinos de *Bufo* mostraram rápida e alta mortalidade quando expostos ao extratos dessa planta invasora em comparação com indivíduos da mesma espécie expostos aos extratos de *T. latifolia*, uma planta nativa.

Em *L. fuscus*, uma das espécies mais abundantes, a maioria dos girinos estavam no estágio 2 de desenvolvimento, o que pode significar que nestas poças há uma grande entrada de indivíduos (girinos), e de fato esta é uma espécie que possui uma temporada de reprodução longa, como observado por Conte e Machado (2005). A baixa ocorrência de indivíduos em estágios posteriores pode significar que há também uma alta mortalidade dos mesmos, e que o sucesso de desenvolvimento dos girinos (chance de chegar a metamorfose e sair da água), seja baixo. Algumas poças foram exceções, como a AAA1 onde foram observados muitos girinos no estágio 4 de desenvolvimento. Nesta

poça, aparentemente, o sucesso desta espécie é maior, e isso pode se dar pelo fato de que a mesma é uma poça de área aberta e *L. fuscus* é uma espécie típica de áreas abertas, onde costuma colocar sua desova em tocas na terra, e os girinos são levados depois para a poça através da água de chuva (Martins, 1988). A poça BPI parece ter o menor sucesso, com girinos apenas no primeiro estágio. Esta poça apresentou poucos indivíduos (n=12) e somente desta espécie. É uma poça que se encontra numa área que costuma alagar durante fortes chuvas, fazendo com que a água da poça extravase. Esse acontecimento pode desencadear, por exemplo, a dispersão dos girinos, pode levá-los a locais que venham a secar rapidamente ou trazer predadores.

O padrão encontrado em *P. cuvieri* para a maior parte das poças é refletido nos tipos de ambiente, onde há uma maior presença de classes de estágios intermediários, indicando uma mortalidade maior nos primeiros e que talvez seja refletida nos últimos estágios de desenvolvimento. As taxas de mortalidade tendem a aumentar com o avanço dos estágios dos girinos, assim estágios mais recentes tendem a ter maior mortalidade (Leite et al, 2008). Nesta espécie a poça que apresentou girinos em estágios mais avançados (APMK1), é uma poça de área aberta com diversos pontos alagados nas suas proximidades. Tal característica pode ocasionar uma maior atividade reprodutiva, pois *P. cuvieri* poderia estar utilizando estes alagados para oviposição.

A maior proporção de girinos nos primeiros estágios de desenvolvimento em *P. hypocondrialis* na maioria das poças nos mostra que provavelmente esta espécie apresenta um menor sucesso de desenvolvimento que as outras espécies. Importante lembrar que esta espécie coloca sua desova em folhas (Matos et al., 2000), em numero bem menor que *L. fuscus* e *P. cuvieri* por exemplo. Mas sua abundancia nesse estudo (n=475) foi similar à de *L. fuscus* (n= 482), indicando um alto investimento reprodutivo.

Nas poças de interior da mata a maior parte dos girinos são de estágio inicial, o que pode indicar que apesar da entrada de indivíduos nesses ambientes, estes não estão se desenvolvendo bem, havendo grande mortalidade nas fases intermediárias.

As espécies que apresentaram um baixo sucesso de desenvolvimento (*D. soaresi*, *R. schneideri* e *E. ovalis*), com indivíduos principalmente nas primeiras classes, podem ter sido fracamente amostradas. Estudos comparando seu sucesso em ambientes com maior presença destas, podem mostrar se realmente elas apresentam um baixo sucesso nos ambientes estudados neste trabalho. Em contrapartida a estas espécies, *S. x-signatus* apresentou aparentemente o maior sucesso de desenvolvimento neste estudo, apresentando estágios finais em todas as poças que ocorreu e *D. branneri* também apresentou um grande sucesso, com indivíduos na última classe em todos os tipos de ambientes. Essas espécies são muito abundantes na fase adulta nas áreas abertas de São Luis. Dessa forma as espécies encontradas neste estudo parecem responder de forma diferente às características de cada poça, apresentando diferenças no sucesso de desenvolvimento larvário.

Algumas espécies típicas de mata não apresentaram os padrões esperados, de sucesso de desenvolvimento maior nas matas. Embora seja uma diferença pequena, os girinos de *S. nebulosus* e *T. venulosus*, tiveram sucesso menor em poças inseridas na mata do que nas poças de área aberta, e *H. multifasciatus* foi a única espécie de mata que apresentou um sucesso de desenvolvimento relativamente maior nas poças de mata, embora pequena a diferença. Isto pode ter ocorrido porque os ambientes em que estas espécies ocorrem podem não ser naturais, e serem decorrentes de degradação, ou estão alterados se tornando similares aos de área aberta. De fato as poças de interior de mata em que estas espécies ocorreram são situadas em clareiras, que são inundadas no período

chuvoso. É provável que tenham sido resultado de alguma atividade humana, como uma plantação abandonada por exemplo.

As poças que apresentaram maior número de espécies com girinos em estágio final de desenvolvimento (MPMK1, AAA1 e APA) são localizadas em áreas particulares protegidas (Alumar e Merck), possuindo assim um menor contato com atividades humanas. Isso pode ter possibilitado um número maior de espécies reproduzindo na poça, o que refletiu numa maior quantidade de espécies obtendo sucesso no desenvolvimento. Poças situadas em áreas urbanas tendem a suportar menor diversidade de anuros que poças em áreas rurais (Gagné e Fahrig, 2007). Neckel-Oliveira (2004) observou que o sucesso reprodutivo de anuros foi maior em fragmentos florestais, floresta contínua e plantações de *Cecropia*, comparado à pastagens e plantações de *Vismia*. O menor sucesso reprodutivo em ambientes perturbados provavelmente estaria relacionado à condição do habitat. Algumas atividades humanas podem interferir nas larvas de anuros. Impactos em bacias hidrográficas que carregam sedimentos aos rios afetam adversamente o crescimento e o desenvolvimento dos girinos de *L. spenceri*, por exemplo. O aumento de sedimentos depositados alteram a estrutura da comunidade de macroinvertebrados, resultando em aumento da predação sobre girinos (Gillespiea, 2002). Perdas de desovas em habitats mais perturbados podem ser causados principalmente por fatores abióticos, sendo os fatores bióticos mais importantes em ambientes menos perturbados, onde a predação tem grande importância (Neckel-Oliveira, 2004).

Duas dessas três poças que apresentaram maior número de espécies com girinos em estágio final de desenvolvimento estavam localizadas em áreas abertas. Estas poças apresentam algumas características que podem ser interessantes para muitas espécies de anuros, como pouco sombreamento e conseqüentemente maior temperatura. Segundo Lauck et al. (2005) o aumento de sombreamento em lagoas permanentes resultou em

sobrevivência reduzida dos girinos. Nas lagoas efêmeras, o aumento de sombreamento resultou na diminuição do ritmo de desenvolvimento e um maior coeficiente de variação de tamanho na metamorfose. Além disso estas poças são geralmente temporárias o que diminui a competição ou até mesmo predação por organismos já estabelecidos há muito tempo no local, como nas poças permanentes. Apesar do risco de dessecação que as poças temporárias apresentam, girinos podem responder plasticamente à secagem das mesmas, aumentando a taxa de desenvolvimento (Loman, 2003; Bridges, 2002 e Loman, 2002). Um experimento realizado por Schiesari (2006) demonstrou que a cobertura do dossel apresentou efeitos negativos sobre os girinos estudados. Lagoas de mata mais fechada apresentaram menor temperatura, oxigênio dissolvido e qualidade nutricional dos alimentos. Mesmo assim, anuros colonizariam lagoas de mata fechada, apesar da redução da aptidão, porque a concorrência interespecífica e a predação dos ovos pelos outros girinos são mais baixos nesses ambientes. Além disso, o risco de predação por larvas de libélula também seria menor.

Como visto, apesar das variações apresentadas por muitas espécies nas classes consideradas neste estudo, refletindo sucessos de desenvolvimento aparentemente diferentes, as espécies não apresentaram diferenças significativas dos estágios com relação a algumas poças e nos três ambientes estudados, o que pode indicar que estas espécies generalistas poderiam estar se reproduzindo eficazmente mesmo em ambiente de mata ou associados a mata. Seria interessante descobrir se essa utilização desses ambientes é algo momentâneo ou permanente para as diferentes espécies. Estudos mais aprofundados também seriam necessários para testar se a presença das espécies generalistas estão alterando a abundância ou distribuição das espécies típicas da mata, já prejudicadas pela falta de ambientes próprios.

REFERÊNCIAS

Alford, R.A. e Richards, S.J. 1999. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30:133-165.

Bridges, C.M. 2002. Tadpoles Balance Foraging and Predator Avoidance: Effects of Predation, Pond Drying, and Hunger. *Journal of Herpetology*, Vol. 36, No. 4, pp. 627–634.

Conte, C.E. & Machado, R.A. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidades de anuros (AMPHIBIA, ANURA) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 22(4): 940-948.

Dalton, R. 2000. WWW project aims to address worldwide decline in amphibians. *Nature* 403 (6769): 471-472.

Eigenbrod, F.; Hecnar, S.J. & Fahrig, L. 2008. The relative effects of road traffic and forest cover on anuran Populations. *Biological Conservation* 141: 35–46

Gagné, S.A. & Fahrig, L. 2007. Effect of landscape context on anuran communities in breeding ponds in the National Capital Region, Canada. *Landscape Ecol* (22): 205–215.

Gascon, C. 1991. Population and community level analyses of species occurrences of Central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology*, 72(5): 1731-1746.

Gillespiea, G.R. 2002. Impacts of sediment loads, tadpole density, and food type on the growth and development of tadpoles of the spotted tree frog *Litoria spenceri*: an in-stream experiment. *Biological Conservation* 106 (2002) 141–150

Gosner, K.L. 1960. A simplified table for stagian anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* (16): 183-190.

Hanski, I. 1998. Metapopulation dynamics. *Nature* 396: 41-49.

Lauck, B.; Swain, R. e Barmuta, L. 2005. Impacts of Shading on Larval Traits of the Frog *Litoria ewingii* in a Commercial Forest, Tasmania, Australia. *Journal of Herpetology*, Vol. 39, No. 3, pp. 478–486.

Leite, F. S. F., Pacheco, B. G. e Eterovick, P. C. 2008. Development and demography of *Phasmahyla jandaia* (Bokermann and Sazima, 1978) (Anura, Hylidae) tadpoles in an Atlantic Forest site, southeastern Brazil, *Journal of Natural History*, 42:43: 2777-2791

Loman, J. 2002. Temperature, genetic and hydroperiod effects on metamorphosis of brown frogs *Rana arvalis* and *R. temporaria* in the field. *J. Zool., Lond.* 258, 115-129

Loman, J. 2003. Growth and Development of Larval *Rana temporaria*: local variation and countergradient selection. *Journal of Herpetology*, Vol. 37, No. 3, pp. 595–602.

Luis Schiesari; Scott D. Peacor; Earl E. Werner. 2006. The growth–mortality tradeoff: evidence from anuran larvae and consequences for species distributions. *Oecologia* 149: 194–202.

Maerz, J. C.; Brown, C. J.; Chapin, C. T. e Blossey, B. 2005. Can secondary compounds of an invasive plant affect larval amphibians? *Functional Ecology* 19, 970–975

Marsh, D. M. e Borrell, B. J. 2001. Flexible oviposition strategies in tu'ngara frogs and their implications for tadpole spatial distributions. – *Oikos* 93: 101–109.

Martins, M.. 1988. Biologia reprodutiva de *Leptodactylus fuscus* em Boa Vista, Roraima (Amphibia: Anura). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 969-977.

Matos, R. H. R. ; Andrade, G. V. ; [Hass, A.](#) 2000. Reproductive Biology and Territoriality of *Phyllomedusa hypocondrialis* in Northeastern Brazil.. *Herpetological Review*, Saint Louis, Missouri, v. 31, p. 84-86.

Monello, R.J.; Dennehy, J.J.; Murray, D.L. Wirsing, A.J. 2006. Growth and Behavioral Responses of Tadpoles of Two Native Frogs to an Exotic Competitor, *Rana catesbeiana*. *Journal of Herpetology*, (40) 403–407.

Neckel-Oliveira, S. 2004. Effects of landscape change on clutches of *Phyllomedusa tarsius*, a neotropical treefrog. *Biological Conservation* 118 (1): 109-116.

Oliveira, D.B. 2006. Atividade de vocalização de anuros em duas áreas de restinga na Ilha de São Luís, Maranhão. Monografia. Universidade Federal do Maranhão.

Schiesari, L. 2006. Pond canopy cover: a resource gradient for anuran larvae. *Freshwater Biology* 51, 412–423

Silva, W.R. e Giaretta, A.A. Oviposition site selection in anurans: Lissamphibia). *Biota Neotropica*. 8(2): 243-248.

Silva, F.R. e Rossa-Feres, D.C. 2007. Uso de fragmentos florestais por anuros (Amphibia) de área aberta na região noroeste do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, v7(2), p. 141-148.

Soares, G.C. 2008. Diversidade e ecomorfologia de girinos (Anura) em fragmentos de mata na Ilha do Matanhão. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Maranhão.

Werner, E.E. e Glennemeier, K. 1999. Influence of Forest Canopy Cover on the Breeding Pond Distributions of Several Amphibian Species. *Copeia*, 1999 (1).pp. 1-12.

Figuras

Figura 1. Mapa esquemático da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, em seu contexto de estado e país. Os nomes em amarelo representam as áreas onde se realizaram coletas de girinos em corpos d'água, no ano 2009.

Figura 2. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *L. fuscus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 3. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *P. cuveri*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 4 Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *P. hypondrialis*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 5. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *S. nebulosus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 6. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *D. minutus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 7. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *D. soaresi*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 8. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *R. schneideri*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 9. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *D. branneri*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 10. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *D. nanus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 11. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *O. taurinus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 12. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *E. ovalis*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 13. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *H. albopunctatus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 14. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *H. multifasciatus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 15. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *L. labyrinthicus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 16. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *L. macrosternum*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 17. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *S. eurydice*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 18. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *S. x-signatus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 19. Proporção dos estágios de desenvolvimento dos girinos de *T. venulosus*, nos corpos d'água e tipos de ambiente estudados na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, durante o ano de 2009. O eixo x representa os estágios de desenvolvimento e o y a porcentagem de cada um desses estágios.

Figura 1

AMÉRICA DO SUL, BRASIL



Figura 2

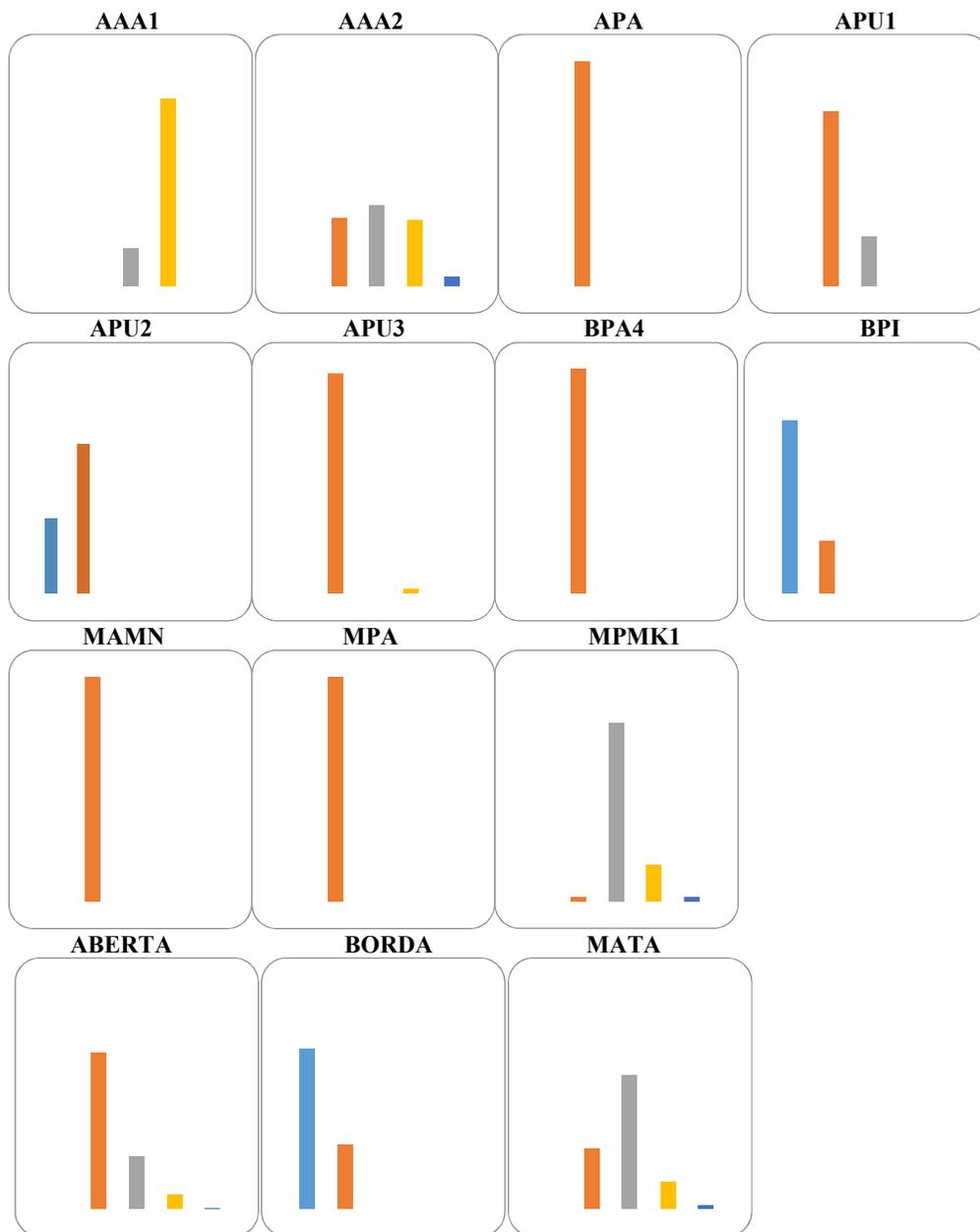


Figura 3

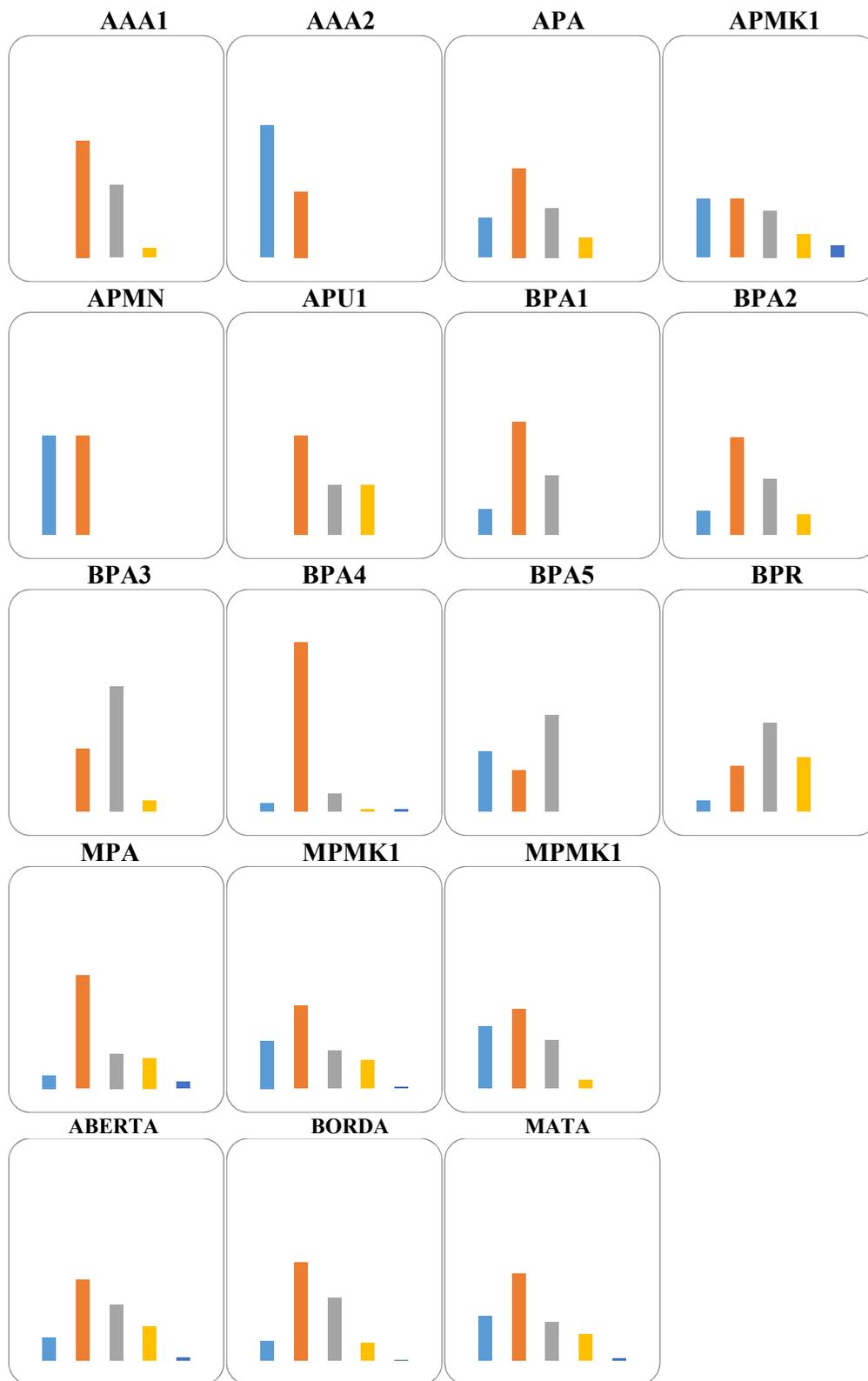


Figura 4

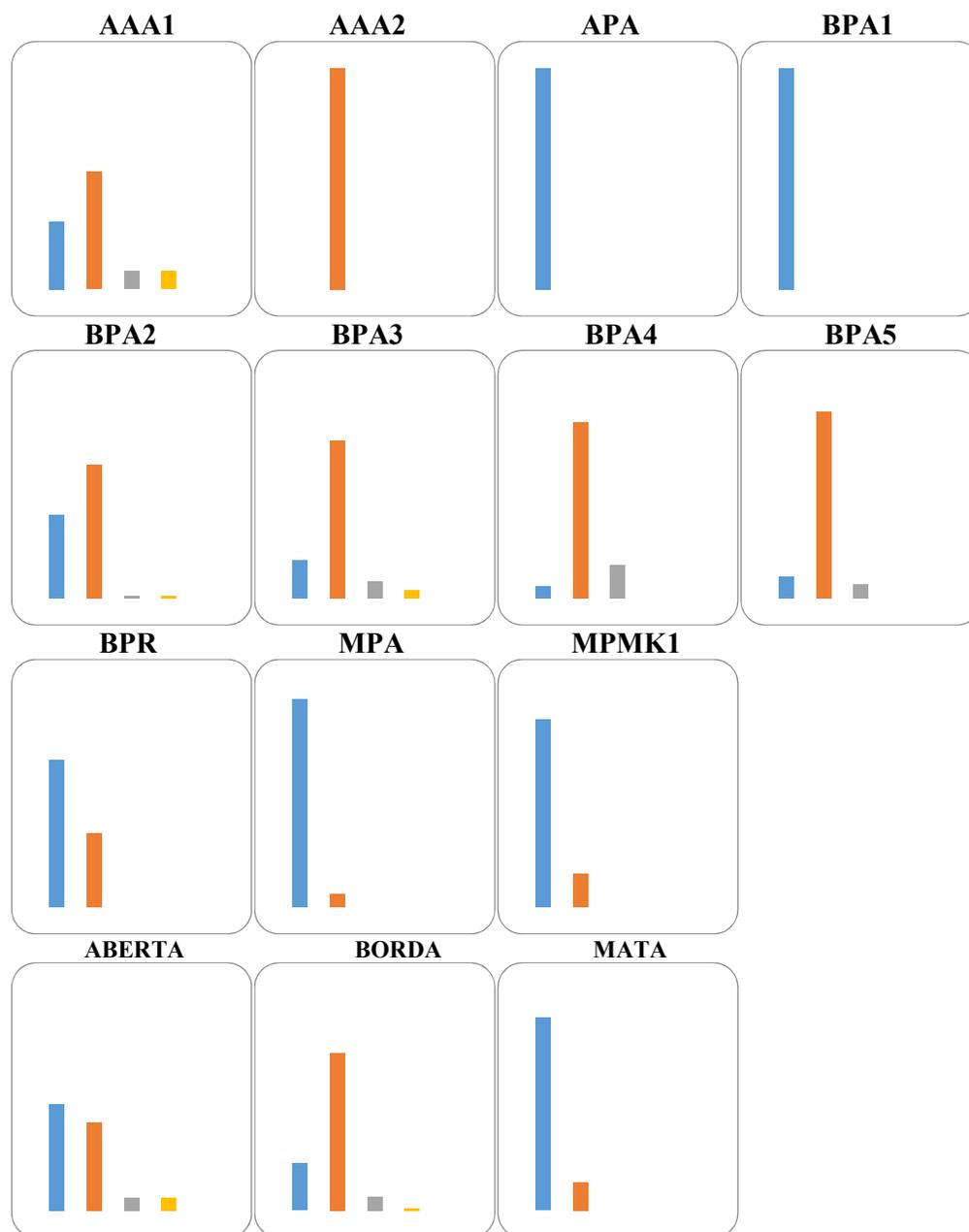


Figura 5

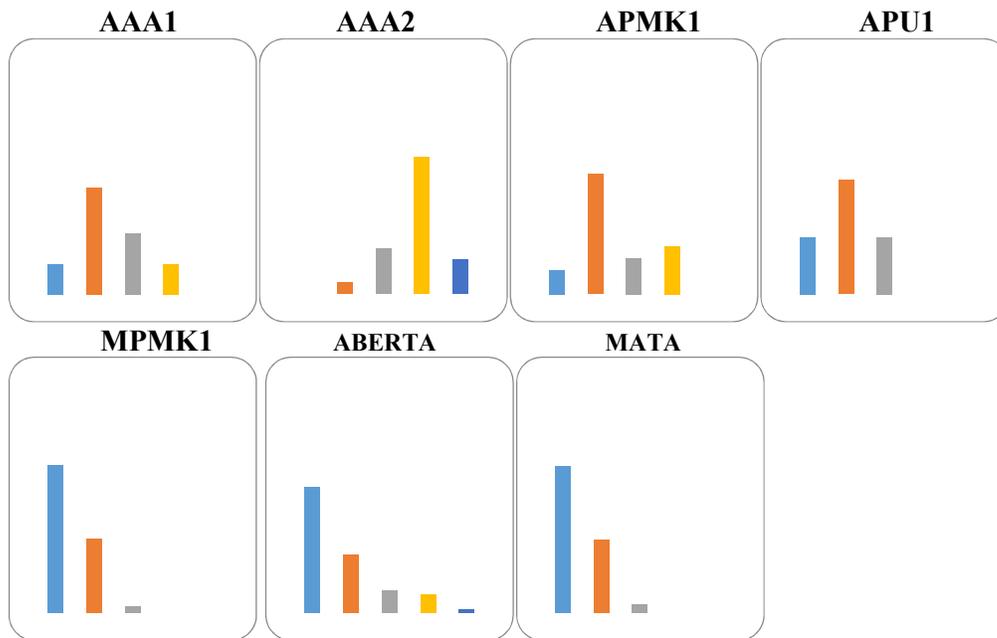


Figura 6

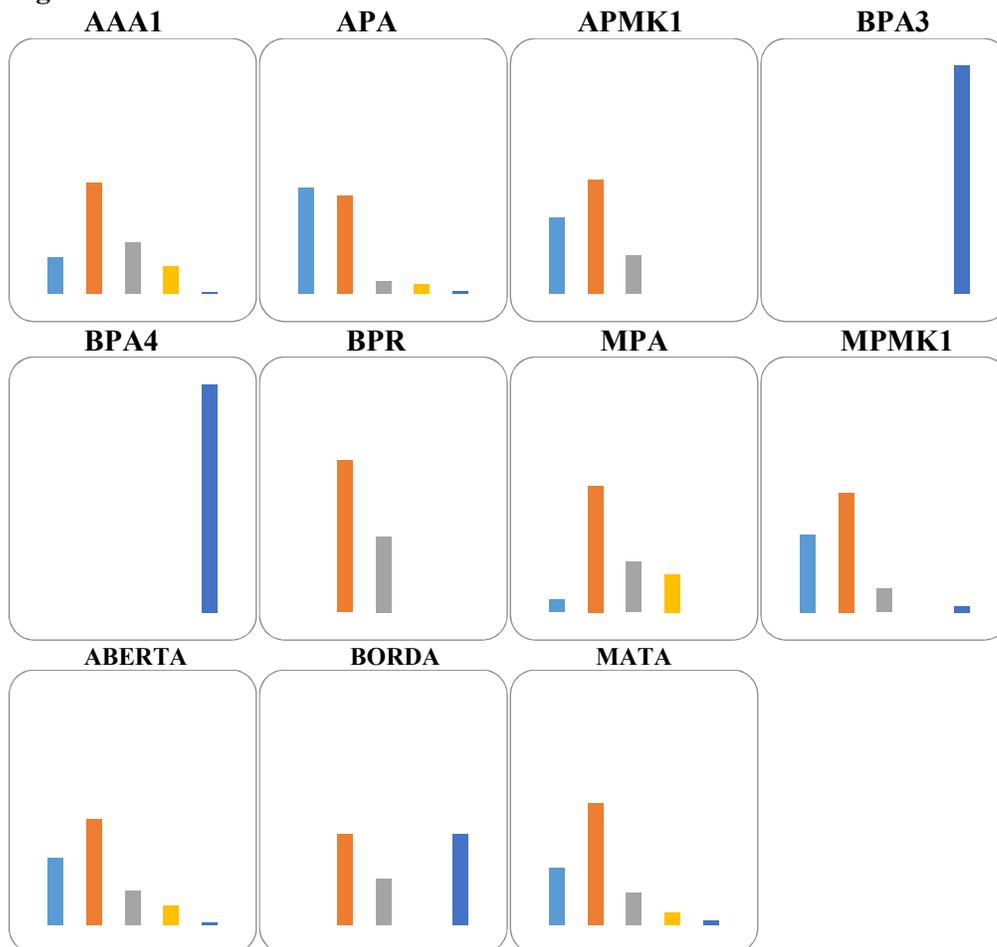


Figura 7

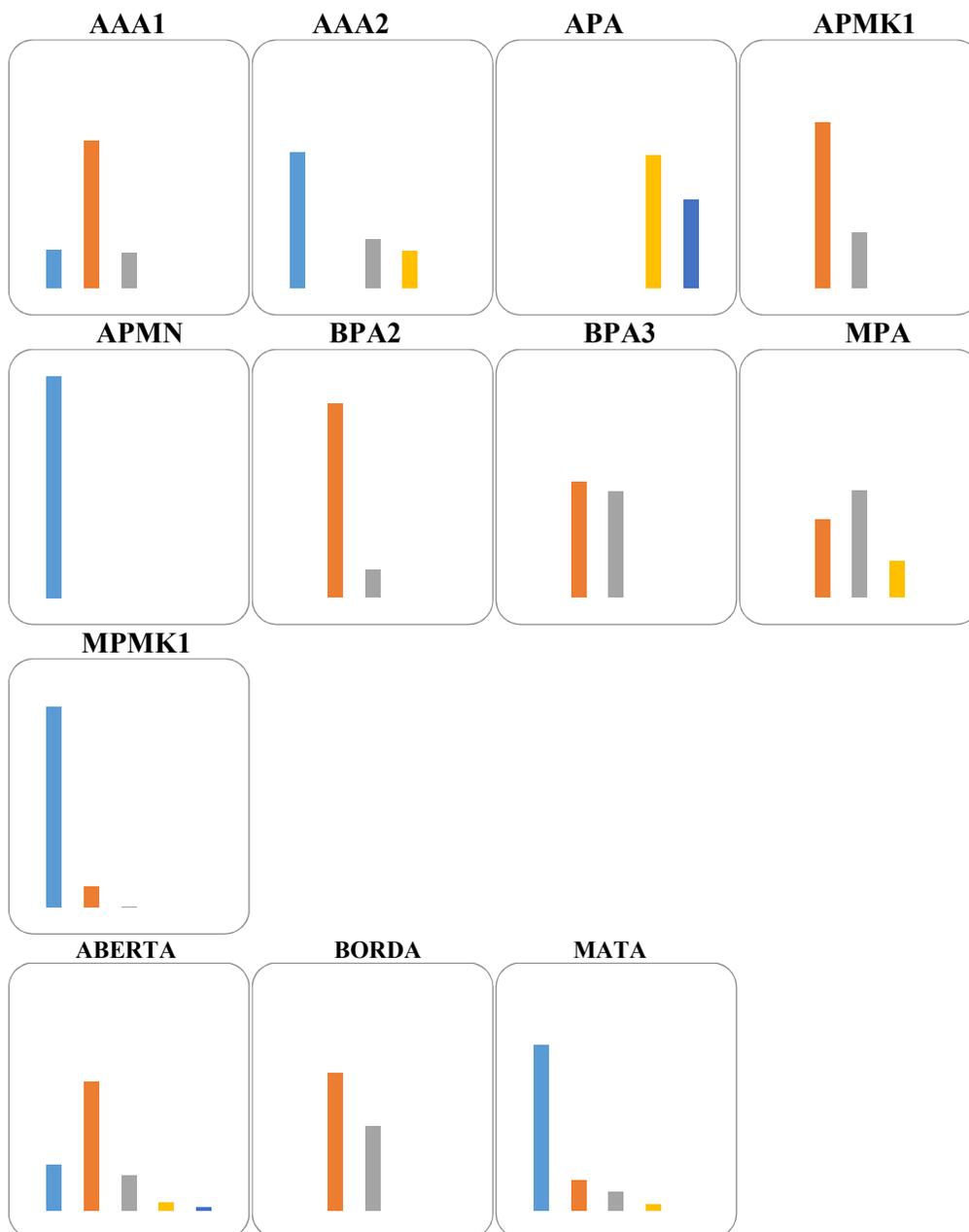


Figura 8

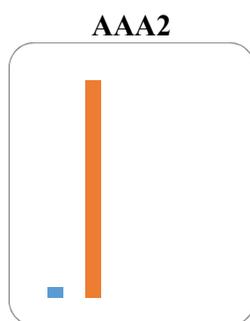


Figura 9

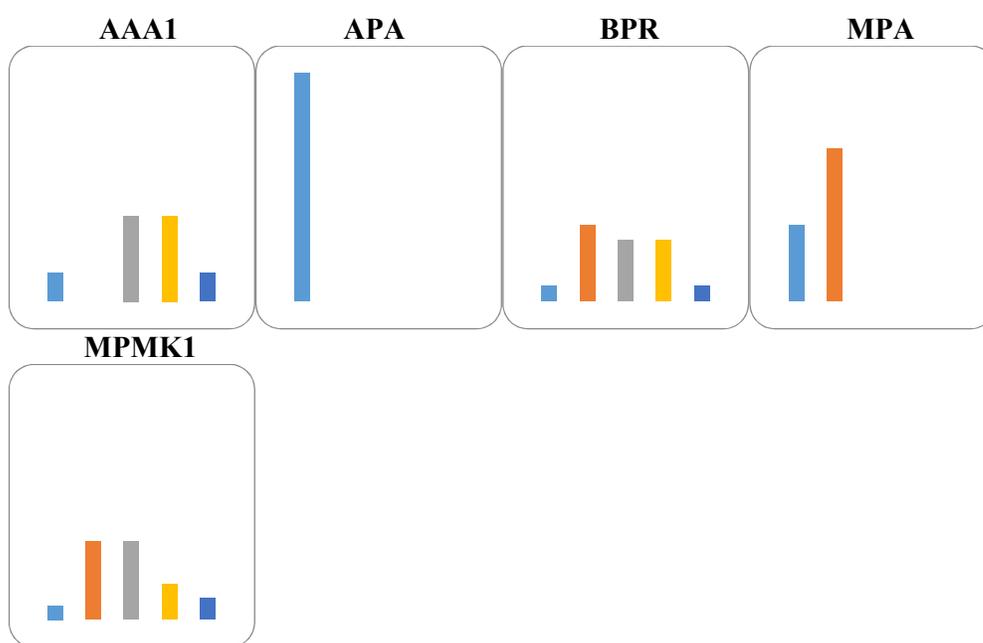


Figura 10

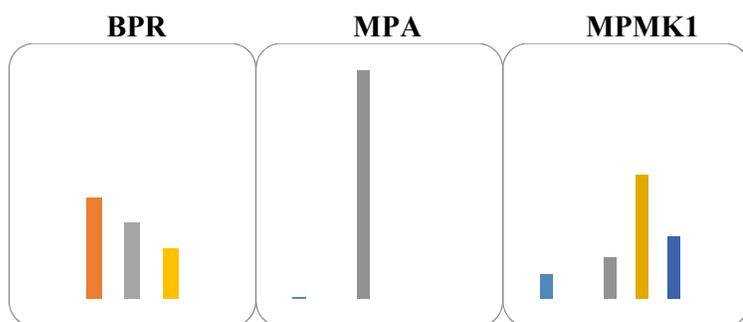


Figura 11

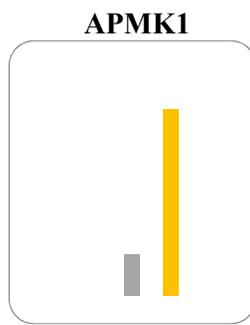


Figura 12

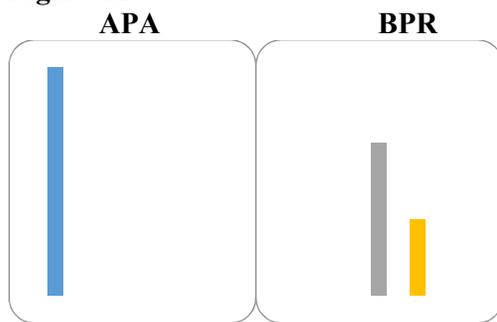


Figura 13

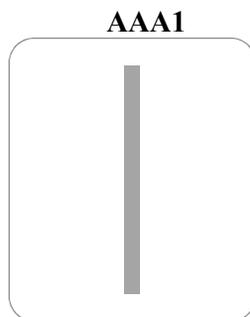


Figura 14

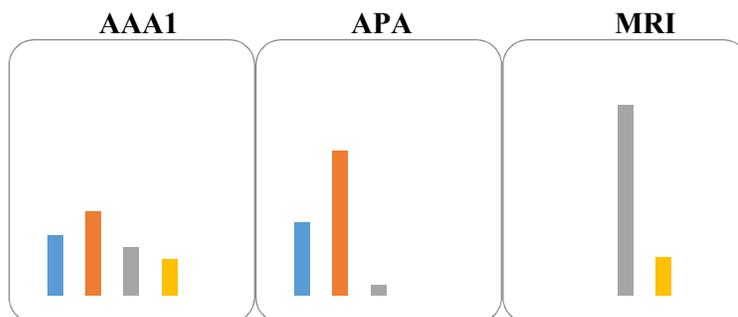


Figura 15

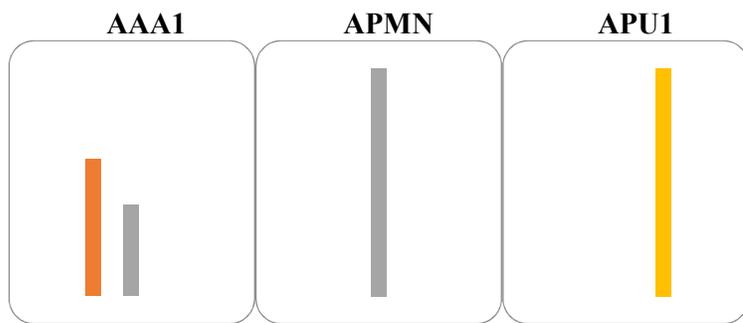


Figura 16

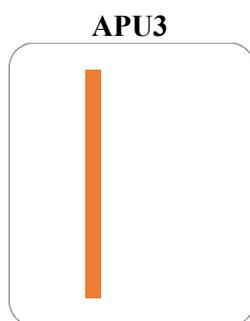


Figura 17

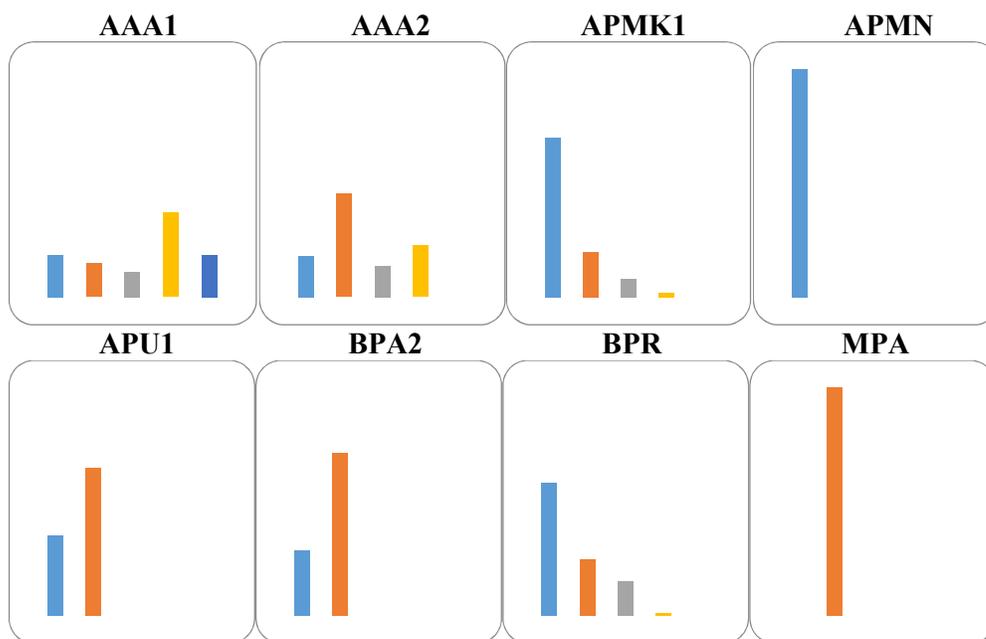


Figura 18

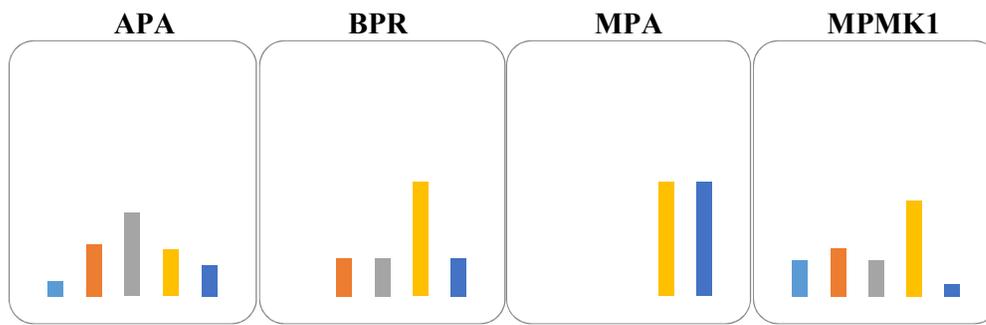
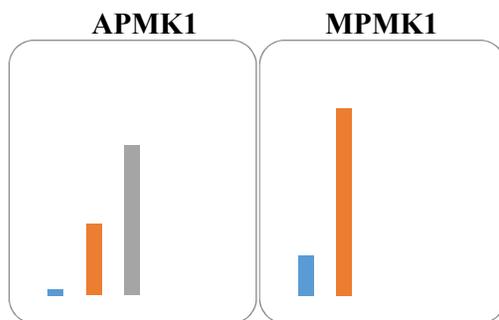


Figura 19



Tabelas

Tabela 1. Resultados da ANOVA fatorial sobre efeito do ambiente e estágio de desenvolvimento das seis espécies de girinos mais abundantes e mais bem distribuídas na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. Legendas: AMB= tipo de ambiente (mata, borda externa da mata e área aberta), EST= cinco classes de estágio de desenvolvimento larvário.

Tabela 2. Valores obtidos com o Teste de Tukey, realizado com as proporções de classes de estágios de desenvolvimento das cinco espécies de girinos mais abundantes e mais bem distribuídas na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil, agrupadas em cinco classes, que mostraram efeito significativo na ANOVA fatorial.

Tabela 1

Espécie	Fatores	GL	F	p
L. fuscus	AMB	2	0.005	0,995
	EST	4	8.147	0
	AMB*EST	8	0.548	0,813
	Erro	40		
P. cuvieri	AMB	2	0.311	0,734
	EST	4	20.105	0
	AMB*EST	8	1.014	0,435
	Erro	60		
P. hypocondrialis	AMB	2	0.025	0,975
	EST	4	11.749	0
	AMB*EST	8	0.904	0,523
	Erro	40		
S. nebulosus	AMB	1	0.314	0,581
	EST	4	5.532	0004
	AMB*EST	4	2.042	0.127
	Erro	20		
D. minutus	AMB	2	0.267	0,768
	EST	4	2.18	0,101
	AMB*EST	8	3.094	0,014
	Erro	25		
D. soaresi	AMB	2	0.012	0,988
	EST	4	2.135	0,101
	AMB*EST	8	0.899	0,53
	Erro	30		

Tabela 2

Espécie	Estágio	1	2	3	4	5
L. fuscus	1	1				
	2	0,002	1			
	3	1	0,002	1		
	4	0,998	0,001	0,998	1	
	5	0,879	0	0,887	0,97	1
P. cuvieri	1	1				
	2	0,001	1			
	3	0,799	0,031	1		
	4	0,385	0	0,039	1	
	5	0	0	0	0,09	1
P. hypocondrials	1	1				
	2	0,572	1			
	3	0	0,017	1		
	4	0	0,009	0,999	1	
	5	0	0,004	0,983	0,998	1
S. nebulosus	1	1				
	2	0,111	1			
	3	0,98	0,037	1		
	4	0,886	0,017	0,996	1	
	5	0,388	0,002	0,711	0,892	1
D. minutus	1	1				
	2	1	1			
	3	1	0,984	1		
	4	0,97	0,741	1	1	
	5	0,827	0,465	0,997	1	1

Journal of Herpetology Instructions to Authors

The following provides guidelines for authors who wish to submit articles or manuscripts for consideration. [SSAR's Ethics Statement](#) should also be consulted prior to submitting manuscripts.

Instructions to Authors

Suitable Topics

The Journal of Herpetology accepts manuscripts on all aspects of the biology of amphibians and reptiles, with emphasis on behavior, biochemistry, conservation, ecology, evolution, morphology, physiology, and systematics. Papers on captive breeding, new techniques or sampling methods, limited natural history observations (i.e., anecdotal or isolated observations), geographic range extensions, and essays generally are not suitable. Consult the Editor prior to submitting a paper if you have doubts as to its suitability.

Where to Submit

All submissions to the Journal of Herpetology must be made using our web-based [submission site](#) site. Questions about submission using this site should be addressed to the Co-Editors, Gad Perry (gad.perry@ttu.edu) and Erin Muths (muthse@usgs.gov).

Note that registration is required to access this site; however, you do not need to be a member of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles (SSAR) to access the site or to submit a manuscript. We encourage all authors to consider [joining SSAR](#)).

Do not submit papers to the Managing Editor or to any of the Associate Editors.

What to Submit

Details about how to submit your manuscript can be found on the [submission site](#). However, please note that figures will be uploaded separately from the text and should not be incorporated into the document containing the text and tables.

Membership

Membership in SSAR is not required for publishing in the Journal of Herpetology. However, authors of submitted papers are strongly encouraged to join SSAR ([ZenScientist](#)). Along with the benefits of becoming an SSAR member, it is important to note that production of the Journal of Herpetology is primarily supported by membership dues.

Page Charges

There are no mandatory page charges for publishing in the Journal of Herpetology. However, authors who have access to grant or institutional funds to pay page charges are expected to do so. In addition authors who are not members are strongly encouraged to contribute to the cost of publishing their

paper because publication of the Journal of Herpetology depends heavily on membership dues.

Style and Formatting

Submitting a manuscript in the correct format for the Journal is essential in minimizing turnaround time and reducing costs to the Society. Manuscripts not in the correct style may be returned to the author before being sent for peer review. Thus, please be sure to follow the instructions below very carefully, especially the [Checklist for Style and Formatting](#). Consult a recent issue of the Journal for additional style guidance.

The Journal of Herpetology publishes full papers and shorter communications. Placement of manuscripts in these categories will be determined after acceptance. Note that both full papers and shorter communications are formatted for submission in exactly the same way.

Line Numbers - To facilitate and speed electronic review, please use line numbers for your manuscript.

Title Page -- [Sample Title Page](#) appears at the close of these instructions. Please follow the format precisely. DO NOT abbreviate states, postal codes, etc. Authors may indicate present addresses using footnotes. An Email address for the corresponding author is required, and e-mail addresses for other authors may be included.

Abstract -- An abstract is required for all papers (including Shorter Communications). It should represent a concise statement of the objectives and results of the paper. Statistical results are not needed.

Main Body -- All manuscripts (including Shorter Communications) should consist of the following sections: Introduction (no heading), Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, Literature Cited, Tables (each on a separate page), Figure Legends (grouped together), and Appendices (if appropriate).

In-text References -- Cite references in the text in chronological order, using a semicolon to separate citations. Use "et al." for three or more authors (example; Smith, 1975; Jones and Jones, 1987; Brown et al., 1990). Papers accepted for publication should be cited as Smith (in press). Unpublished manuscripts (including manuscripts submitted for publication) should be cited as Smith (unpubl. data), and should not be placed in the Literature Cited.

Be very careful that all references cited in the text (including tables and figure legends) are included in the Literature Cited. Failure to check this properly may result in a significant publication delay.

Please limit citation strings to 3 or 4 of the most pertinent references.

In general, so-called "gray literature" references (e.g., meeting abstracts, unreviewed reports to government agencies) should NOT be listed in the Lit. Cit. If citations of such reports is deemed essential, sufficient information should be provided so that the readers can locate the reference independently. The Editor will act to remove citations deemed unwarranted. Citation of websites should be avoided whenever possible.

Literature Cited Format -- The Literature Cited is one the largest sources of errors. Note that it is now policy that all journal titles be spelled out in their entirety (i.e., no abbreviations). Please be sure that all entries in the Literature Cited also appear in the text (and vice-versa), and that the format instructions below are adhered to carefully:

Article in a Journal

Smith, A. T. 1992. Ecology of rattlesnakes in Florida. *Journal of Herpetology* 26:100-105.

Book

Smith, A. T., and J. Jones. 1995. *Physiology of Amphibians and Reptiles*. McGraw-Hill Inc., New York (page numbers not needed when entire book is the citation).

Be sure to include the state and country (unless U.S.A.) with each book entry unless it is given in the name of the publisher (e.g., Arizona Game and Fish, etc.). **Capitalize the first letter of each significant word in book titles.**

Chapter in a Book

Smith, A. T. 1994. Systematics of frogs and toads. In J. Black and M. Lee (eds.), *Systematics of Amphibians and Reptiles*, pp. 52-65. Univ. of Kansas Press, Lawrence.

Works "in press"

Cite these IN TEXT by following the author's name with "(in press)", and in the Literature Cited section as follows:

Smith, J. Q. (in press). Things my uncle never said about snakes. *Journal of Ethnography*.

Dissertation or Thesis

Smith, A. T. 1991. Behavioral Ecology of Turtles. Unpubl. Ph.D. Diss. (or

Thesis), Univ. of Kansas, Lawrence. (Use state name if not obvious from the university name, and include country if not U.S.A.).

Multiple Citations -- Multiple citations for the same author should be organized as follows: single citations first, two-author citations second (in alphabetical order), three or more authors third (in chronological order).

Tables

Tables should be double-spaced and each table should be numbered consecutively and placed on its own page. Do not use vertical lines. The legend of the table should be concise but sufficiently detailed so the table can be understood without reference to the text. The legend should appear on the same page as the table. Avoid footnotes whenever possible.

Figure Legends -- Figure headings should be placed on a single page and numbered in the order in which they are cited in the text.

Figures - Figures should be uploaded as separate files (one per figure) or included at the end of the manuscript file. The following formats are supported by our submission site: TIF, EPS, PDF, or JPG formats. Further details are available on the submission site.

Figures with multiple parts should have each part labeled with a capital letters (e.g., A,B,C, ...) and all parts of the figure should be submitted on a single page.

Abbreviations -- Common abbreviations are given below:			
sec	min	h	yr
km	L (for liter)	mL	g
df	N	SD	SE
	P	CV	

Spell out week, month, day, and mean.

Animal Care and Permits: The Society feels strongly that all animals used in research should be treated humanely and ethically. SSAR, ASIH, and HL have jointly compiled [Guidelines for Use of Live Amphibians and Reptiles in Field Research](#)," which outlines appropriate treatment of amphibians and reptiles used in field research, and all contributors to the Journal are expected to comply with these guidelines. In addition, the Journal requires a statement indicating that authors have complied with all applicable institutional animal care guidelines, and that all required state and federal permits have been obtained. For institutions that do not have animal care committees or

regulations, authors must affirm that the above guidelines have been followed.

Voucher Specimens The Journal of Herpetology requires that all submissions from researchers reporting results of phylogenetic reconstruction and taxonomic decision be supplemented by in-text (if a shorter communication) or appendix (if a major paper) reference to voucher specimens. Such reference must include an acceptable acronym (e.g. Copeia 1985:802-832; Copeia 1988:280-282) for the permanent collection(s) in which the voucher(s) resides and inclusive catalogue numbers for all specimens utilized. When tissue or DNA samples are utilized, reference to an identifiable carcass deposited in a permanent museum collection is required. Rationale for this decision appears in *Molecular Phylogenetics and Evolution* 17:129-132.

Checklist for Style and Formatting

- 1) Double check that you have followed all of the formatting guidelines provided above.
- 2) Follow Crother (2008; Herp. Circular 37, SSAR) for all standard English names ("common names") for species from North America, and Liner and Casas-Andreu (2008; Herp. Circular 38, SSAR) for species from Mexico. Standard names for species from outside North America and Mexico should use an appropriate regional reference if available.
- 3) Standard names of all reptiles and amphibians should be capitalized.
- 4) Double-space ALL parts of the ms (including the Title Page and Literature Cited) and number all pages of the manuscript.
- 5) Do not right-justify any portions of the text. Leave a 1.5" left margin and a 1" margin elsewhere.
- 6) Use italics for Latin names, addresses on title page, and subheadings only.
- 7) Do not boldface any portion of the text.
- 8) Do not use footnotes in the text.
- 9) Be sure all citations in the text are in the Literature Cited section and vice-versa.
- 10) Limit citation strings to 3 or 4 of the most pertinent papers.
- 11) Use line numbers (numbered continuously).

updated 04 January 2009
