

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO**

**Diversidade e ecomorfologia de girinos (Anura) em  
fragmentos de mata na Ilha do Maranhão**

**GABRIEL COSTA SOARES**

**São Luís  
2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO**

**Diversidade de girinos (Anura) em fragmentos de mata  
no Maranhão.**

**GABRIEL COSTA SOARES**

**ORIENTADORA: Gilda Vasconcellos de Andrade**

**CO-ORIENTADORA: Denise de Cerqueira Rossa Feres**

**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  
2008**

Soares, Gabriel Costa

Diversidade de girinos (Anura) em fragmentos de mata no Maranhão./ Gabriel Costa Soares. – São Luís, 2008.

Número de páginas: 77.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, 2008. Dissertação orientada por Gilda Vasconcellos de Andrade e Denise de Cerqueira Rossa Feres.

1. Ecomorfologia
2. Distribuição
3. Comunidades
4. Amphibia
5. Anura
6. Fragmentação
7. Heterogeneidade ambiental
8. Ilha
9. Maranhão
10. Brasil

CDU

**DATA DA DEFESA : 14/01/2008**

**BANCA EXAMINADORA:**

**TITULARES:**

**Profa. Dra. Gilda Vasconcellos de Andrade**

**(Orientadora)**

**Prof. Dr. Antonio Carlos Leal de Castro**

**Prof. Dr. Marcelo Felgueiras Napoli**

**(Convidado)**

**SUPLENTE:**

**Prof. Dr. Nivaldo de Figueiredo**

**Prof. Dra. Francisca Muniz**

## **Agradecimentos**

A Prof. Dra. Gilda Vasconcellos de Andrade e a Prof. Dra. Denise de Cerqueira Rossa Feres, por todos os ensinamentos, conselhos, paciência, mas principalmente amizade durante esse período de minha vida.

Ao Consorcio de Alumínio do Maranhão, ALUMAR, através do Dr. David B. Fernandes, engenheiro de controle ambiental, pelo acesso as áreas de estudo. A MERCK em São Luis, através do Dr. Jorge Lamego, pelo apoio logístico no Sitio Aguahy. A Secretaria Estadual do Meio Ambiente, pela autorização aos trabalhos nas Unidades de Conservação. Ao Batalhão Florestal, pelo apoio ao trabalho nas Unidades de Conservação. A Prefeitura e a Garagem da UFMA, pela liberação de veiculo e motorista para as coletas. Ao IBAMA, pela licença concedida (processo número 02012.000761/2006-51).

A CAPES e a UFMA por todo apoio material e financeiro para realizar todo o projeto.

A todos os meus companheiros de Pós-Graduação na Ilha do Maranhão, Orleans, Ronaldo, Alexandre, Paulo (Lula Molusco), Luciana, Adriana, Antonio Eduardo, Cláudio, Roberta e principalmente Daisy, que aturaram minha piadinhas, meu sotaque, minhas coletas, e até a convivência diária como parasita.

Aos funcionários da UFMA, Ana Lúcia Reis (minha mãe) e as meninas da secretaria por todo carinho e auxílio, ao seu Zé da limpeza por toda a amizade e pelo trato no laboratório, aos motoristas que me conduziram até o campo e por muitas vezes tiveram que me ajudar com os materiais, e a todos os professores

que me ajudaram durante o projeto, Prof. Dr. Nivaldo Figueiredo, Prof. Dr. José Manuel Macário Rebelo e Prof. Dr. Miguel Petrere Junior.

Um agradecimento especial ao Prof. Dr. Luciano Mendes Castanho, que me incentivou desde calouro a trabalhar com anfíbios, e me ensinou a respeitar e amar esse grupo tão fantástico de animais, além de eu ser grato por me ensinar tanto e me auxiliar sempre que preciso, um grande abraço a esse grande amigo.

Aos colegas de laboratório e também grandes amigos, Cledinaldo, Adriano, Patrícia, Gildevan e Anderson, pela amizade e companheirismo nos extensos dias de trabalho no laboratório da UFMA.

Aos amigos do laboratório da UNESP São José do Rio Preto, Tiago Telatín, Tiago Motta, Tiago Gomes, Luciana Ortega, Carolina Panin, Vitor Hugo e Diogo, aos moradores e amigos da Toca do Largato (Mario Scatena, Gabriel Queiroz, Rodrigo Zieri, Luiz Fernando Gelin, Luiz Gustavo Gorgato e Fernando Rodrigues) pela recepção, pelo companheirismo e solidariedade de me receber em vosso lar, mas principalmente pela amizade., serei eternamente grato.

Aos demais amigos de São José do Rio Preto: Guilherme Laraia (Bituca) Daia, Crasso Paulo Beviglieri, Rodrigo (Galo), Murilo Rodrigues, e especialmente para o pessoal da República “Adoro” (Daniel Carneiro (Pica Pau), Fausto Nomura e Luiz Gustavo (Nicolau “Ferinha”) pelo convívio, auxílio na minha pesquisa e grande amizade.

Aos meus pais, Antonio Carlos Vieira Soares e Sandra Ap. Costa Vieira Soares, aos meus irmãos Mateus Costa Soares e Davi Costa Soares, e aos meus avós Lúcia de Oliveira Munhoz Faria e Antonio Faria, Antonio Carlos Soares e Lizeica Vieira Soares, por todo amor, carinho, apoio e confiança em meu trabalho.

A todos meus outros familiares que me apoiaram durante todo o projeto e incentivaram a continuidade de minha pesquisa.

A todos que me acolheram, principalmente a Alessandra Valverde e seu filho Pedro que me aturaram por muitos meses, Daisy e Eduardo Brito Fialho, Paulo Anaximandro e Daniel por toda a amizade.

Aos meus grandes e velhos amigos de Sorocaba – SP, Leandro Lopes, Daniel e Bruno Tardelli, Lauren, Guilherme Romero “Xinxila”, Marcelo Cosso, Alisson José, Bruno Giron, Gustavo “Bode”, Danilo “Bozo”, Vinícius “Vina”, Maycon, Ayo Miranda e Kátia, ao Eduardo (Du) e Cassiane, e outros amigos do futebol e bares da vida.

Ao meu amigo Victor Goyannes Dill Orrico pela ajuda e a todas as pessoas que me ajudaram, mas minha memória não se recordou nesse momento, minhas sinceras desculpas e eterna gratidão.

Um agradecimento especial a uma pessoa maravilhosa e tão especial em minha vida, que por anos conhecia, mas somente durante o mestrado me aproximei de verdade e no mesmo momento me apaixonei, Liliane Martins Pazini, você é o meu grande amor, minha grande paixão, obrigado por permanecer ao meu lado nos momentos mais difíceis e ser responsável pelos momentos mais felizes.

## SUMÁRIO

Apresentação.....	10
<b>Capítulo1: Efeitos locais e regionais na diversidade de girinos (ANURA) em fragmentos de mata na ilha do Maranhão, nordeste do Brasil</b>	
Resumo.....	13
Introdução.....	14
Área de estudo.....	16
Material e Métodos.....	17
Resultados.....	19
Discussão.....	21
Referências Bibliográfica.....	26
<b>Apêndices</b>	
Tabelas.....	37
Figuras.....	43
<b>Capítulo 2: RELAÇÃO DA MORFOLOGIA DE LARVAS DE ANFÍBIOS ANUROS E A HETEROGENEIDADE AMBIENTAL NA ILHA DO MARANHÃO, BRASIL.</b>	



Resumo.....	47
Introdução.....	48
Área de estudo.....	50
Material e Métodos.....	50
Resultados.....	55
Discussão.....	57
Referências Bibliográfica.....	59
<b>Apêndices</b>	
Tabelas.....	68
Figuras.....	74
Normas para publicação.....	78

## **Apresentação**

Devido à grande necessidade de se conhecer melhor a anurofauna da região de São Luís do Maranhão e entender como as espécies se distribuem dentro da ilha para poder conservá-las, desenvolvemos a presente dissertação visando à obtenção do título de mestre em Biodiversidade e Conservação, no Programa de pós-graduação da Universidade Federal do Maranhão - UFMA.

Foram elaborados dois capítulos que abordam, no primeiro deles, a relação entre a diversidade e a composição de espécies de anfíbios anuros na fase larval com as características e distribuição dos fragmentos de mata remanescentes na ilha e dos corpos d'água ocupados pelas larvas.

No segundo capítulo, a morfologia dos girinos foi analisada visando entender como os girinos se distribuem espacialmente nos corpos d'água da região e quais características dos corpos d'água são importantes para a conservação das espécies de anfíbios.

Estudos como este que visam entender melhor a ecologia de fragmentos florestais são de imensa importância atualmente, pois o desmatamento é crescente com a conseqüente fragmentação, separando pequenas porções de mata e isolando populações animais e vegetais de outras áreas preservadas. Além disso, estudos que visam conhecer as relações entre a morfologia animal e as características dos seus habitats nos mostram como essas espécies se distribuem dentro do mesmo habitat e entre os habitats. Assim, geram informações fundamentais para o manejo e conservação das espécies.

As coletas de dados foram efetuadas nas épocas chuvosas (de fevereiro a junho) dos anos de 2006 e 2007. Girinos de 25 corpos d'água, distribuídos em 15 fragmentos foram coletados, identificados e medidos. Foram coletados girinos de 17 espécies, das quais 13 apresentaram girinos em número mínimo (10) e no estágio adequado para serem analisados morfológicamente.

**Efeitos locais e regionais na diversidade de girinos (ANURA) em fragmentos de mata na ilha do Maranhão, nordeste do Brasil**

## RESUMO

Grandes pressões ambientais afetam comunidades de anfíbios, não se sabe com exatidão a relação das espécies de anuros com as características dos ecossistemas. Este estudo amostrou larvas de anfíbios anuros em 25 corpos d'água em 15 fragmentos florestais e relacionou a abundância de espécies com as características locais (corpos d'água) e regionais (fragmentos de mata) dos ambientes. Observamos 17 espécies, com correlação positiva de *Osteocephalus taurinus*, espécie de mata, com grandes corpos d'água, riachos e ambientes permanentes, e correlação negativa com 3 outras espécies de áreas abertas. *Hypsiboas multifasciatus*, *Dendropsophus soaresi* e *Rhinella margaritifera* correlacionaram-se a cobertura do corpo d'água pela vegetação, agrupamentos dessas vegetações, sua altura e tipos de margem.

Perímetro e área do fragmento estão positivamente correlacionadas com *Dendropsophus nanus* e negativamente com *Leptodactylus labyrinthicus*, *Trachycephalus venulosus* e *Elachistocleis ovalis*. As características de forma e tamanho do fragmento, relacionaram-se positivamente com *Scinax x-signatus* e *Scinax eurydice* e foram negativamente relacionadas com as espécies de mata (*Osteocephalus taurinus* e *Rhinella margaritifera*). Corpos d'água distantes menos de 4 km apresentaram variação na similaridade, mas acima dessa distância foram pouco similares. A conservação dos anfíbios na Ilha exige a manutenção de diversos tipos de corpos d'água de áreas rurais e urbanas.

## INTRODUÇÃO

Ao longo das duas últimas décadas foram encontrados indícios substanciais do declínio de anfíbios, atribuído a várias causas, incluindo principalmente distúrbios de habitats (Houlahan *et al.*, 2000).

Estudando a fase adulta, Machado *et al.* (1999) encontraram em fragmentos de mata, no Sul do Brasil, um maior número de espécies de anfíbios em áreas com cobertura vegetal primária do que em áreas alteradas e a maioria das espécies comuns a elas são típicas de áreas abertas. O fato das espécies de anfíbios serem encontradas no interior dos fragmentos de mata, em regiões de borda de mata e áreas abertas, é reflexo das inúmeras combinações possíveis de componentes bióticos e abióticos de cada região (Schlaepfer & Gavin, 2001).

Os anfíbios geralmente utilizam os ambientes aquáticos durante a fase larvária e, quando adultos, para a reprodução, utilizando então a mata para se refugiar, forragear e trafegar entre corpos d'água ou entre fragmentos (Weyrauch & Grubb Jr, 2004; Knutson *et al.*, 1999; Guerry & Hunter Jr., 2002). Anfíbios adultos passam geralmente a maior parte de suas vidas longe de seus locais de reprodução (Trenham & Shaffer, 2005). Portanto, anuros necessitam de um complexo de habitats, pois sua diversidade está relacionada à diversidade de fragmentos de mata e de corpos d'água (Knutson *et al.*, 1999).

A destruição e a fragmentação desses ambientes terrestres essenciais para a manutenção de populações de anfíbios, somados a fatores como alterações climáticas, predação, doenças, espécies introduzidas, alterações nos regimes hidrológicos e aumento no número de vias pavimentadas, ameaçam as

populações de anfíbios em todo o mundo (Eterovick & Sazima, 2004; Elmberg, 1993; Blaustein *et al.*, 1994; Pounds & Crump, 1994).

Essas alterações no meio ambiente são responsáveis por 77% do declínio do número de espécies e populações de anfíbios (Bastos *et al.*, 2003; Boone & James, 2003). Findlay & Houlihan (1997) observaram que com a perda de 50% da área florestada há o desaparecimento de 10% a 60% das espécies de qualquer grupo taxonômico. Anfíbios são afetados com a fragmentação de seu habitat a 2 km de distância dos corpos d'água que eles utilizam para reprodução. Devido à maior mortalidade dos juvenis que expostos ao sol acabam morrendo por dessecação ou predação (Rothermel & Semlitsch, 2002).

Apesar da grande degradação ambiental no Brasil (Ranta *et al.*, 1998), a diversidade de anfíbios anuros brasileiros é a maior do mundo, com 814 espécies descritas (SBH, 2007). Encontros científicos e outros eventos auxiliam no esforço de compilação de informações sobre a diversidade e as condições das populações em cada ambiente e demonstram a quantidade de informações perdidas em coleções sem identificação e de importantes localidades, que não apresentam estudos sobre a composição, geografia e demografia da fauna de anuros (Lewinsohn & Prado, 2002; Silvano & Segalla, 2005).

Somente o aumento no esforço em estudar e conhecer como os efeitos antropogênicos impactam os sistemas naturais e qual é a situação atual das comunidades de anuros poderão auxiliar na maneira como devemos preservá-los e assim, analisar a qualidade de um determinado ambiente a partir dos dados de diversidade de anfíbios (Silvano & Segalla, 2005; Relyea, 2005; Barinaga, 1990).

No presente estudo relacionamos a abundância relativa das espécies DE larvas encontradas com as características dos fragmentos (variáveis regionais) e dos corpos d'água utilizados (variáveis locais), para entendermos melhor como essas características influenciam na distribuição das espécies na Ilha do Maranhão.

### **ÁREA DE ESTUDO**

A ilha do Maranhão (Figura 1) que compreende os municípios de São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar, está localizada no estado do Maranhão, na região Nordeste do Brasil, entre os paralelos 2°23'583" e 2°49'006" de latitude sul e entre os meridianos 44°01'073" e 44°25'4953" de longitude oeste. A estação chuvosa iniciou-se no mês de fevereiro e se estendeu até o mês de junho, nos anos de 2006 e 2007.

Quinze diferentes fragmentos de mata na Ilha do Maranhão foram amostrados durante o estudo, um no Parque Estadual do Bacanga, um na Área de Proteção Ambiental do Itapiracó, um na Área de Proteção Ambiental do Maracanã, um na Estação Ecológica do Rangedor, dois fragmentos na empresa Merck, um no Parque Ambiental da Alumar, seis fragmentos de mata na fazenda da empresa Alumar, um na Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e um no povoado do Taim, totalizando 25 corpos d'água, incluindo lagoas e poças permanentes e temporárias, açudes temporários, alagados de riachos e riachos.



## MATERIAL E MÉTODOS

Os 25 corpos d'água estudados receberam siglas para melhor denominá-los (Tabela 1), foram amostrados na estação chuvosa (fevereiro a junho) duas vezes em 2006 (fevereiro, março, abril e maio) e três vezes em 2007 (fevereiro, março, abril, maio e junho). As coletas em cada estação foram espaçadas por 20 dias, com tempo padronizado por sítio de coleta de uma hora a cada dia de amostragem (Heyer *et al.*, 1994), totalizando 5 horas de coleta para cada corpo d'água. Para a captura dos girinos foi utilizada uma peneira de malha fina (1mm<sup>2</sup>) e os girinos foram fixados em formaldeído 10% (Processo Ibama: 02012.000761/2006-51).

As características dos fragmentos como área, perímetro, forma, distância entre eles, bem como a distância entre os corpos d'água, foram obtidas através do programa FRAGSTATS, versão 2.0. (McGarigal *et al.*, 2002), com base na imagem Landsat 5 ETM+ (24/11/06) Zona 23M e GPS Garmin Map 76.

A heterogeneidade ambiental foi observada para os 25 corpos d'água durante as coletas. Os descritores ambientais foram criados a partir das mais importantes características dos corpos d'água (Tabela 2):

- “Tam” - Tamanho da superfície do corpo d'água: 1= pequeno (até 300 m<sup>2</sup>), 2 = médio (301 a 600 m<sup>2</sup>), 3= grande (acima de 600 m<sup>2</sup>) e 4 = riacho.
- “Pma” - Perfil de margem:  
1= plana, 2= inclinada, 3= barranco.

- “Nma” - Número de tipos de margem (seca com vegetação, seca sem vegetação, alagado com vegetação, alagado sem vegetação) :  
1= apenas um tipo de margem, 2= dois tipos de margem, 3= três tipos de margem, 4= quatro tipos de margem.
- “Avg” - Altura predominante da vegetação no interior do corpo d’água:  
1= 0 a 30cm, 2= 31 a 60cm, 3= 61 a 90cm, 4= 91 a 120cm e 5= árvores.
- “Nag” - Número de agrupamentos de plantas no interior do corpo d’água:  
1= nenhum agrupamento, 2= agrupamento homogêneo por todo o corpo d’água, 3= 2 a 4 agrupamentos e 4= 5 a 7 agrupamentos.
- “Dur” - Duração:  
1= permanente e 2= temporário.

Para as análises estatísticas foi utilizado o software Past - Palaeontological statistics ver. 1.73 (Hammer *et al.*, 2001), onde foram feitas as análises de diversidade alfa (local, medida através da medida de diversidade de Shannon), beta (variação na composição de espécies entre as localidades amostradas, medida através da medida de Morisita-Horn) e a equitabilidade (Pielou e Levins padronizado para a amplitude de nicho) por Krebs (1989). Também foi realizada a Análise dos Componentes Principais (PCA), com a utilização de uma matriz de correlação para os descritores dos corpos d’água (variáveis locais) e outra para as características dos fragmentos (variáveis regionais), com o intuito de se utilizar os dois principais componentes de cada análise para se realizar uma Análise de

Correspondência Canônica (CCA), relacionando essas características e a abundância relativa de cada espécie.

## RESULTADOS

Foram encontradas 17 espécies de anuros (Tabela 3), pertencentes a 10 gêneros de 5 famílias: Bufonidae (2), Hylidae (11), Leiuperidae (1), Leptodactylidae (2) e Microhylidae (1). Dessas espécies, três foram mais abundantes [*Scinax x-signatus* (Spix, 1824), *Trachycephalus venulosus* (Spix, 1824) e *Leptodactylus macrosternum* (Miranda-Reibeiro, 1926)] e representaram 57,8% do total de 5500 girinos coletados. Três fragmentos, sendo eles a APA do Itapiracó, a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e o povoado do Taim, não apresentaram nenhuma espécie nos corpos d'água amostrados.

As maiores riquezas de espécie (7 a 9) foram encontradas em 5 corpos d'água (LPM1, PTA1, PTA2, LPB4 e ATB1), mas somente PTA2 apresentou uma riqueza mais alta que a dos outros corpos, devido à equitabilidade relativamente alta (Tabela 3). Contrariamente, PTA1, por sua baixa equitabilidade, apresentou baixa diversidade.

Os valores estimados para o índice de Morisita-Horn (Tabela 4) que foram menores que 0,50, indicam baixa similaridade na abundância relativa entre espécies e os superiores a 0,75 indicam alta similaridade (Matthews, 1986). Apenas 8 (5,88%) das 136 combinações de pares de corpos d'água tiveram alta similaridade, sendo elas: LPB3 e LPB2, LPB3 e ARB1, LPB3 e REM1, LPB3 e LPM2, LPM2 e REM 1, LPM2 e ARB1, PTA3 e LPB1, e ATB1 e LPB4. O primeiro par, com 0,95 de similaridade, representa dois corpos d'água grandes,

temporários e distantes um do outro, LPB3 e LPB2 são ambientes de mesmas características, o que indica que os girinos podem apresentar uma tendência a se distribuir de acordo com as características dos ambientes independentemente da distância entre os corpos d'água.

Para entendermos melhor a relação entre a similaridade, a utilização de corpos d'água e o efeito da distância entre os habitats, avaliamos a diversidade beta (Morisita – Horn) em função da distância entre os corpos d'água (Figura 3). A similaridade é maior nos corpos d'água mais próximos (até 4km), porém altamente variável. Acima dessa distância a similaridade é muito baixa, com poucas exceções.

A distribuição espacial mostrou baixa segregação no uso do ambiente, indicando que a maioria dos corpos d'água apresentam espécies com baixa largura devido (Tabela 3) a somente *Hypsiboas multifasciatus* (ALRM2) ocorrer sozinha em um corpo d'água, *Rhinella margaritifera* ocorrer sozinha em uma localidade (ALRM1), mas partilhar espaço em outra (RBE2). Sete espécies apresentaram distribuição abrangente na Ilha, ocorrendo nas localidades urbanizadas mais ao norte, e nas rurais ao sul (Tabela 3). Dezesesseis espécies ocorreram na região rural e apenas oito na urbana, indicando uma perda de 50% das espécies nas áreas mais antropizadas.

A análise do uso do ambiente apresentou amplitudes de nicho extremamente baixas para todas as espécies (Tabela 3).

A análise de Correspondência Canônica – CCA (Tabela 5 e Figura 2), demonstra uma forte correlação positiva dos girinos de *Osteocephalus taurinus* com o tamanho do corpo d'água e sua duração (Cor2) e uma correlação negativa

dos girinos de *Physalaemus cuvieri*, *Dendropsophus minutus* e *Rhinella* sp. a essas características. *Hypsiboas multifasciatus*, *Dendropsophus soaresi* e *Rhinella margaritifera* aparecem correlacionadas com a porcentagem da cobertura do corpo d'água pela vegetação, número de agrupamentos de plantas no corpo d'água, número de tipos de margem e altura predominante da vegetação (Cor 1) , ambas que exercem uma correlação negativa com *Leptodactylus macrosternum*. A variável Frag1, correspondente às características de perímetro e o isolamento do fragmento, está positivamente correlacionada com *Dendropsophus nanus* e negativamente com *Leptodactylus labyrinthicus*, *Trachycephalus venulosus* e *Elachistocleis ovalis*. A quarta variável, Frag2, que corresponde às características de forma e isolamento do fragmento, está relacionada positivamente com *Scinax x-signatus* e *Scinax eurydice* e *Leptodactylus macrosternum*, porém já apresenta uma força bem menor do que as outras variáveis. A análise do CCA apresentou 76% de variância acumulada nos dois primeiros eixos, o que mostra que a distribuição das espécies através das diferentes características estudadas foi muito forte.

## DISCUSSÃO

Observamos no nosso estudo que as três espécies mais abundantes, *Leptodactylus macrosternum*, *Trachycephalus venulosus* e *Scinax x-signatus*, tem seu alto número de indivíduos coletados explicado pelo fato das duas primeiras espécies serem girinos de cardumes. Porém *Scinax x-signatus* não é de cardume e a explicação para sua alta abundância é sua reprodução explosiva em ambientes temporários, onde não há predadores especializados a seu grande

porte (*S. x-signatus* é o girino de maior tamanho dentre os coletados) e provavelmente seja predado por peixes ou animais maiores.

Os fragmentos que não apresentaram nenhuma espécie podem ter sofrido algum tipo de impacto. A ausência de anfíbios em uma localidade, mesmo por vários anos, pode ser resultado de extinção ou de uma não detecção de animais presentes. As falsas ausências são comuns nesses estudos, porque os anfíbios são inconspícuos e sabe-se que não se reproduzem todos os anos. A falsa ausência já vem sendo demonstrada por vários autores (Mackenzie *et al.*, 2002; Van Buskirk 2005).

A distribuição entre corpos d'água e seus padrões temporais de ocorrência resultam da distribuição espacial e temporal do esforço reprodutivo dos anfíbios adultos, os quais podem responder a vários fatores (Gascon, 1992; Werner & Glennemeier, 1999). No presente estudo, a cobertura vegetal do corpo d'água e o tamanho do fragmento foram importantes para a presença de algumas espécies. Hermann *et al.* (2005), sugerem que poças cercadas por mais de 60% de florestas e com pelo menos 1km de raio, podem suportar a riqueza de espécies de uma localidade e poças com menos de 40% de cobertura vegetal com 1km de raio comportam baixa riqueza de girinos. Isso pode ser explicado pelo fato de os anfíbios percorrem 2,5 a 15,1 km/ano (Marsh & Trenham, 2001). Outros autores também encontraram uma relação positiva da riqueza de espécies e o tamanho do fragmento ao redor dos corpos d'água (Hazell *et al.*, 2001 ; Guerry & Hunter Jr., 2002).

Espécies com abundância local baixa tenderam a ter sua distribuição restrita, no entanto aquelas com abundância local alta ocorrem mais amplamente.

Várias hipóteses foram propostas para explicar esses padrões, mas essas tentativas de se entender os mecanismos básicos não tiveram o sucesso esperado (Gaston *et al.*, 1997 e 2000). Nesse estudo observamos que *Trachycephalus venulosus* não apresentou esse padrão. É uma espécie que ocorreu com uma alta abundância, porém só ocorre em uma lagoa. Por outro lado, *Dendropsophus minutus* parece ser um ótimo exemplo de uma espécie que confirma esse padrão encontrado em outros trabalhos, e as outras espécies encontradas não seguem esse padrão.

A similaridade nesse estudo foi alta em pouquíssimos corpos d'água, o que nos leva a crer que a maioria dos corpos d'água estudados, apesar de apresentarem várias características semelhantes, apresentaram espécies diferentes uns dos outros e abundâncias relativas distintas, o que pode ser reflexo de extinções em algumas localidades.

Populações isoladas têm uma grande chance de extinção sem o acréscimo genético de imigrantes e tem uma pequena chance de se recolonizar depois de uma extinção (Lande, 1988; Sjögren-Gulve, 1994). Isso pode estar ocorrendo principalmente com fragmentos como a Estação Ecológica do Rangedor (LPB4) e a Área Proteção Ambiental do Maracanã, que apresentam várias espécies, porém estão isoladas dos outros fragmentos por áreas urbanizadas. Para minimizar esse problema de isolamento, Lima & Gascon (1999) observaram que corredores funcionam muito bem para anfíbios se locomoverem entre fragmentos ou corpos d'água, o que seria ideal como medida para a conservação das espécies da Ilha do Maranhão. Outro fator que pode influenciar essa similaridade baixa é o fato de haverem espécies especialistas, como *Rhinella margaritifera* que segundo Menin

*et al.* (2006), somente utilizam alagados de riacho temporários e riachos, ambos em áreas de mata.

A distribuição espacial de girinos entre corpos d'água e seus padrões temporais de ocorrência resultam da distribuição espacial e temporal do esforço reprodutivo pelos anuros adultos, os quais respondem a vários fatores além das necessidades de suas larvas (Gascon *et al.*, 1991 e 1992, Werner & Glennemeier, 1999).

A forte correlação de *Osteocephalus taurinus* e Cor2 (tamanho do corpo d'água e sua longa duração) tem sentido, pois é uma espécie de mata e que se reproduz em riachos que formam alagados e lagoas permanentes (Duellman & Lescure, 1973). A correlação negativa de *Physalaemus cuvieri*, *Dendropsophus minutus* e *Rhinella* sp., para essa característica é explicada pelo fato de serem espécies que ocorrem em corpos d'água temporários, o que também foi encontrado por Santos *et al.* (2007).

As duas espécies de mata, *Osteocephalus taurinus* e *Rhinella margaritifera*, se isolaram das outras espécies, apresentando correlação positiva com o Componente 1, e portanto positivamente influenciadas pelas variáveis locais (grande tamanho, duração permanente, cobertura vegetal grande e número elevado de tipos de margem) e negativamente pela forma (fragmentos com forma de "c" ou com as bordas muito recortadas), áreas de mata pequenas e alto de grau de isolamento do fragmento.

Das 17 espécies encontradas, 7 apresentaram distribuição abrangente na Ilha, ocorrendo em ambientes rurais e urbanos. No entanto, 8 não ocorreram na região urbana, e dessas, 5 são comumente encontradas em áreas abertas



antropizadas (*Rhinella sp.*, *Dendropsophus soaresi*, *Leptodactylus labyrinthicus*, *Leptodactylus macrosternum* e *Elachistocleis ovalis*). Essas podem não ter ocupado os ambientes amostrados, não terem se reproduzido durante o estudo, ou terem se reproduzido pouco, gerando ausência de girinos na amostragem. E o estudo apresenta uma preocupação com as espécies de mata (*Rhinella margaritifera* e *Osteocephalus taurinus*), que podem realmente ter desaparecido de regiões antes ocupadas.

A relação entre a similaridade e a distância dos corpos d'água nos mostra que há um efeito regional, pela proximidade das poças importante. Poças até 4km variaram entre baixa e altas similaridades, o que mostra também que a questão não se resume somente a proximidade entre corpos d'água. A semelhança ambiental entre os corpos também pode ser descartada como variável que explica a distribuição das espécies, o que reforça o resultado encontrado pela análise de CCA. Podemos considerar que fragmentos de mata de grande porte e com uma diversidade de corpos d'água grande devem ser conservados, principalmente se o espaçamento entre os corpos d'água for próximo a 4km.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARINAGA, M. 1990. Where have all the froggies gone? **Science**, v.247, p.1033-1034.

BASTOS, R.P.; OLIVEIRA, M.; LIMA, L.P.; GUIMARÃES, L. DALL'ARA. 2003. **Anfíbios da Floresta de Silvânia, Estado de Goiás**, p.82.

BLAUSTEIN, A.R.; Wake, D.B.; Sousa, W.P. 1994. Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. **Conservation Biology**, v.8, p.60-71.

BOONE, M.D.; JAMES, S.M. 2003. Interactions of an insecticide, herbicide, and natural stressors in amphibian community mesocosms. **Ecological Applications**, v.13, n.3, p. 829-841.

DUELLMAN, W.E. & LESCURE, J. 1973. Life history and ecology of the hylid frog *Osteocephalus Taurinus*, with observations on larval behavior. **Occasional Papers of the Museum of Natural History**, Lawrence, n.13, p.1-12.

ELMBERG, J. 1993. Threats to boreal frogs. **Ambio**, v.22, p.254-255.

ETEROVICK, P.C. & SAZIMA, I. 2004. **Anfíbios da Serra do Cipó**. Belo Horizonte: PUC Minas, p.152.

FINDLAY, C.S. & HOULAHAN, J. 1997. Anthropogenic correlates of species richness in southeastern Ontario wetlands. **Conservation Biology**, v.11, n.4, p.1000-1009.

GASCON, C. 1991. Population and community-level analyses of species occurrences of Central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology*, v.17, p.1731-1746.

GASCON, C. 1992. The effects of reproductive phenology on larval performance traits in a three-species assemblage of central Amazonian tadpoles. **Oikos**, v.65, p.307-313.

GASTON, K.J.; BLACKBURN, T.M.; GREENWOOD, J.J.D.; GREGORY, R.D.; QUINN, R.M.; LAWTON, J.H. 2000. Interspecific relationships. **Journal of Applied Ecology**, v.37, p. 39-59.

GASTON, K.J.; BLACKBURN, T.M.; LAWTON, J.H. 1997. Interspecific abundance-range size relationships: an appraisal of mechanisms. **Journal of Animal Ecology**, v.66, p. 579-601.

GUERRY, A.D. & HUNTER Jr., M.L. 2002. Amphibian distributions in landscape of forest and agriculture: an examination of landscape composition and configuration. **Conservation Biology**, v.16, n.3, p.745-754.

HAMMER, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: **Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n.1, p.9 [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

HAZELL, D.; CUNNINGHAM, R.; LINDENMAYER, D.; MACKAY, B.; OSBORNE, W. 2001. Use of farm dams as frog habitat in an Australian agricultural landscape: factors affecting species richness and distribution. **Biological Conservation**, v.102, p. 155-169.

HERRMANN, H.L.; BABBIT, K.J.; BABER, M.J.; CONGALTON, R.G. 2005. Effects of landscape characteristics on amphibian distribution in a forest-dominated landscape. **Biological Conservation**, v.123, p.139-149.

HEYER, W.R., DONNELLY, M.A., McDIARMID, R.W., HAYEK, L-A.C., FOSTER, M.S. 1994. **Measuring and monitoring biological diversity**. Smithsonian Inst. Press, p.364.

HOULAHAN, J.E.; FINDLAY, C.S.; SCHMIDT, B.R.; MEYER, A.H.; KUZMIN, S.L. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. **Nature**, v.404, n.6779, p.752-755.

KNUTSON, M.G.; SAUER, J.R.; OLSEN, D.A.; MOSSMAN, M.J.; HEMESATH, L.M.; LANOO, 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. **Conservation Biology**, v.13, n.6, p.1437-1446.

KREBS, C.J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper & Row Publ., New York, 654pp.

LANDE R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. **Science**, v.241,p.1455-1460.

LEWINSOHN, T.M. & P.I. PRADO. 2002. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. Ed. Contexto, São Paulo.

LIMA, M.G. & GASCON, C. 1999. The conservation value of linear Forest remnants in central Amazônia. **Biological Conservation**, v. 91, p. 241-247.

MACHADO, R.A.; BERNARDE, P.S.; MORATO, S.A.A.; ANJOS, L. 1999. Análise comparada da riqueza de anuros entre duas áreas com diferentes estados de conservação no município de Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia, Anura). **Revista brasileira de Zoologia**, v.16, n.4, p.997-1004.

MACKENZIE, D.I.; NICHOLS, J.D.; LACHMAN, G.B.; DROEGE, S.; ROYLE, J.A.; LANGTIMM, C.A. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. **Ecology**, v.83, p.2248-2255.

MARSH, D.M. & TRENHAM, P.C. 2001. Metapopulation dynamics and amphibian conservation. **Conservation Biology**, v.15, n.1, p.40-49.

MATTHEWS, W. J. 1986. Fish faunal structure in an Ozark stream: stability, persistence and a catastrophic flood. **Copeia**, v.2, p.388-397.

MCGARIGAL, K., S. A.; Cushman, M. C. Neel; Ene E. 2002. FRAGSTATS: **Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.**

Available at the following web site:

[www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html)

MENIN, M.; RODRIGUES, D.J.; LIMA, A.P. 2006. The tadpole of *Rhinella proboscidea* (Anura: Bufonidae) with notes on adult reproductive behavior. **Zootaxa**, v. 1258, p.47-56.

POUNDS, J.A. & CRUMP, M.L. 1994. Amphibian declines and climate disturbance: The case of the golden toad and the harlequin frog. **Conservation Biology**, v.8, p.72-85.

RANTA, P.; BLON, T.; NIEMELÄ, J.; JOENSUU, E.; SIITONEN, M. 1998. The fragmented Atlantic rain Forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p.385-403.

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.

ROTHERMEL, B.B. & SEMLITSCH, R.D. 2002. An experimental investigation of landscape resistance of forest versus old-field habitats to emigrating juvenile amphibians. **Conservation Biology**, v.16, n.5, p.1324-1332.

SANTOS, T.G.; ROSSA-FERES, D.C.; CASATTI, L. 2007. Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. **Iheringa**, v.97, n.1, p.37-49.

SBH. 2007. **Lista de Espécies de Anfíbios do Brasil. Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH).** Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm>, acessado em 29 de Novembro de 2007.

SCHLAEPFER, M.A. & GAVIN, T.A. 2001. Edge effects on lizards and frogs in tropical forest fragments. **Conservation Biology**, v.15, n.4, p.1079-1090.

SILVANO D.L., SEGALLA M. V., 2005. Conservação de anfíbios no Brasil. **MEGADIVERSIDADE**, v.1, n.1.

SJÖGREN-GULVE, P. 1994. Distribution and extinction patterns within a northern metapopulation of the pool frog, *Rana lessonae*. **Ecology**, v.75, p. 1357-1367.

TRENHAM, P.C. & SHAFFER, H.B. 2005. Amphibian upland habitat use and its consequences for population viability. **Ecological Applications**, v.15, n.4, p.1158-1168.

VAN BUSKIRK, J. 2005. Local and landscape influence on amphibian occurrence and abundance. **Ecology**, v.86, n.7, p.1936-1947.

WERNER, E.E. & GLENNEMEIER, K.S. 1999. Influence of forest canopy cover on the breeding pond distributions of several amphibian species. **Copeia**, n.1, p.1-12.

WEYRAUCH , S.L. & GRUBB Jr., T.C. 2004. Patch and landscape characteristics with the distribution of woodland amphibians in an agricultural fragmented landscape: an information-theoretic approach. **Biological Conservation**, v.115,p.443-450.



# APÊNDICES

## **Índice de Legendas:**

**Tabela 1:** Características dos corpos d'água e suas siglas nos fragmentos de mata estudados na Ilha do Maranhão, estado do Maranhão, Brasil, nos meses chuvosos (fevereiro a junho) dos anos de 2006 e 2007.

Tabela 1 continuação: Características dos corpos d'água e suas siglas nos fragmentos de mata estudados na Ilha do Maranhão, estado do Maranhão, Brasil, nos meses chuvosos (fevereiro a junho) dos anos de 2006 e 2007.

**Tabela 2:** Principais características dos corpos d'água estudados na Ilha do Maranhão, nos meses chuvosos (fevereiro a junho) dos anos de 2006 e 2007, onde Tam é o Tamanho do corpo d'água, Pma é o Perfil da margem, Nma é o número de tipos de margem, Avg é a altura predominantes da vegetação no corpo d'água, Nag é o número de agrupamentos de plantas no corpo d'água e Dur é a duração do corpo d'água. Números iguais dentro de cada característica indicam corpos d'água similares.

**Tabela 3:** Espécies de anuros encontradas e suas abundâncias relativas nos corpos d'água estudados na Ilha do Maranhão, nos meses chuvosos (fevereiro a junho) dos anos de 2006 e 2007.

**Tabela 4:** Índice de similaridade de Morisita - Horn entre 17 corpos d'água estudados na Ilha do Maranhão, nos meses chuvosos (fevereiro a junho) dos anos de 2006 e 2007. Em negrito as maiores similaridades registradas; em itálico o número de espécies em comum entre os corpos d'água.

Tabela 5 - Inércia acumulada (autovalores), proporção de explicação, proporção acumulada e valores de correlação, para os quatro primeiros Componentes Principais (Cpr), para as características dos fragmentos e descritores ambientais, onde as 17

espécies de anfíbios foram encontrados na Ilha do Maranhão. Em negrito, estão os valores de maior contribuição nos dois primeiros Componentes Principais (Rsp, *Rhinella sp.*; Rma, *Rhinella margaritifera*; Dbr, *Dendropsophus branneri*; Dmi, *Dendropsophus minutus*; Dna, *Dendropsophus nanus*; Dso, *Dendropsophus soaresi*; Hmu, *Hypsiboas multifasciatus*; Ota, *Osteocephalus taurinus*; Seu, *Scinax eurydice*; Sne, *Scinax nebulosus*; Sxs, *Scinax x-signatus*; Tve, *Trachycephalus "venulosus"*; Phy, *Phyllomedusa hypocondrialis*; Pcu, *Physalaemus cuvieri*; Lla, *Leptodactylus "labyrinthicus"*; Lma, *Leptodactylus macrosternum*; Eov, *Elachistocleis "ovalis"*).

**Figura 1:** Localização dos 15 fragmentos e os 25 corpos d'água onde os girinos foram amostrados na Ilha do Maranhão, Brazil.

**Figura 2:** Análise de Correspondência Canônica mostrando a correlação entre a abundância relativa das 17 espécies de anuros e as características dos

fragmentos e dos corpos d'água (Rsp, *Rhinella sp.*; Rma, *Rhinella margaritifera*;

Dbr, *Dendropsophus branneri*; Dmi, *Dendropsophus minutus*; Dna,

*Dendropsophus nanus*; Dso, *Dendropsophus soaresi*; Hmu, *Hypsiboas*

*multifasciatus*; Ota, *Osteocephalus taurinus*; Seu, *Scinax eurydice*; Sne, *Scinax*

*nebulosus*; Sxs, *Scinax x-signatus*; Tve, *Trachycephalus "venulosus"*; Phy,

*Phyllomedusa hypocondrialis*; Pcu, *Physalaemus cuvieri*; Lla, *Leptodactylus*

*"labyrinthicus"*; Lma, *Leptodactylus macrosternum*; Eov, *Elachistocleis "ovalis"*;

Frag1 – características de perímetro e área do fragmento; Frag2 – características

da forma e área do fragmento; Cor1 – porcentagem da cobertura vegetal do corpo

d'água, número de agrupamento de plantas no interior do corpo d'água, número

de tipos de margens do corpo d'água e altura predominante da vegetação do

interior do corpo d'água; Cor2 – tamanho do corpo d'água e duração do corpo d'água).

**Figura 3:** Correlação entre a similaridade e a distância entre os corpos d'água amostrados na Ilha do Maranhão, durante a estação chuvosa dos anos de 2006 e 2007.

Tabela 1

	Merck 1	Merck 2	Pq. Alumar	F. Alumar-1	F. Alumar-2	F. Alumar-3	F. Alumar-4	F. Alumar-5
LAGOA/PERMANENTE/MATA	LPM1							
LAGOA/PERMANENTE/BORDA DE MATA		LPB1		LPB2			LPB3	
RIACHO /LARGO/MATA		RLM1						
ALAGADO/RIACHO/MATA			ARM1					
RIACHO /ESTREITO/BORDA DE MATA						REB1		REB3
ALAGADO/RIACHO/BORDA DE MATA								
RIACHO /ESTREITO/MATA						REM1		
AÇUDE/TEMPORÁRIO/ÁREA ABERTA								ATA1
POÇA/TEMPORÁRIA/ÁREA ABERTA					PTA2 e PTA3			
AÇUDE/TEMPORÁRIO/BORDA DE MATA						PTA1		
n° de corpos d'água por fragmento	1	2	1	1	2	3	1	2

Tabela 1 continuação

	F. Alumar 6	Rangedor	Maracanã	Bacanga	Taim	CVRD	Itapiracó	n° de tipos de corpo d'água
LAGOA/PERMANENTE/MATA	LPM2							2
LAGOA/PERMANENTE/BORDA DE MATA		LPB4				LPB5		5
RIACHO /LARGO/MATA				RLM2				2
ALAGADO/RIACHO/MATA				ARM2	ARM3		ARM4	4
RIACHO /ESTREITO/BORDA DE MATA	REB2							3
ALAGADO/RIACHO/BORDA DE MATA	ARB1							1
RIACHO /ESTREITO/MATA						REM2 e REM3		3
AÇUDE/TEMPORÁRIO/ÁREA ABERTA								1
POÇA/TEMPORÁRIA/ÁREA ABERTA								3
AÇUDE/TEMPORÁRIO/BORDA DE MATA			ATB1					1
n° de corpos d'água por fragmento	3	1	1	2	1	3	1	25

Tabela 2

<b>Corpos d'água</b>	<b>Tam</b>	<b>Pma</b>	<b>Nma</b>	<b>Avg</b>	<b>Nag</b>	<b>Dur</b>
LPM1	3	2	2	4	2	2
LPB1	3	3	2	2	2	1
ARM1	2	1	1	1	1	2
REB1	4	1	1	1	1	1
REB2	4	1	1	1	1	1
ARB1	2	1	2	1	1	1
REM1	4	1	1	1	1	1
LPB2	3	3	2	2	3	1
LPB3	3	3	2	1	2	1
LPM2	3	2	2	2	3	1
ATA1	1	2	1	1	1	2
PTA1	1	1	1	2	1	2
PTA2	2	1	1	2	1	2
PTA3	3	1	2	2	2	2
LPB4	3	3	2	4	3	2
ATB1	3	2	3	4	2	2
ARM2	3	1	1	1	1	2

Tabela 3

	Região Rural														Região Urbana			Levins Ba
	Merck1	Merck2	Pq.Alumar	Alumar-1	Alumar-2	Alumar-3			Alumar-4	Alumar-5	Alumar-6		Maracanã	Rangedor	Bacanga			
	L PM1	LPB1	ARM1	LPB2	PTA2	PTA3	REB1	REM1	PTA1	LPB3	ATA1	REB2	ARB1	LPM2	ATB1	LPB4	ARM2	
<b>BUFONIDAE</b>																		
<i>Rhinella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	1	0	0	42	0	0	0,064
<i>Rhinella margaritifera</i> (Laurenti, 1768)	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0,0465
<b>HYLIDAE</b>																		
<i>Dendropsophus branneri</i> (Cochran, 1948)	22	0	0	11	25	0	0	0	6	11	37	4	0	0	2	33	0	0,00375
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	8	0	0	0	20	21	0	0	9	3	60	0	0	0	135	6	0	0,1251875
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	5	0	0,1019375
<i>Dendropsophus soaresi</i> (Caramaschi and Jim, 1983)	376	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01375
<i>Hypsiboas multifasciatus</i> (Günther, 1859)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0
<i>Osteocephalus taurinus</i> (Steindachner, 1862)	0	0	0	34	0	0	26	81	0	43	0	30	16	3	0	0	0	0,12634375
<i>Scinax eurydice</i> (Bokermann, 1968)	24	0	0	0	32	4	0	0	6	0	0	0	0	0	0	34	0	0,1600625
<i>Scinax nebulosus</i> (Spix, 1824)	0	7	0	21	9	105	3	0	55	0	16	0	0	0	12	14	0	0,168125
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	64	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	490	307	0	0,0825
<i>Trachycephalus "venulosus"</i> (Spix, 1824)	1510	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00019127
<i>Phyllomedusa hypocondrialis</i> (Daudin, 1800)	126	0	0	1	20	0	0	0	59	2	3	28	0	0	20	9	0	0,149875
<b>LEIUPERIDAE</b>																		
<i>Physalaemus cuvieri</i> (Fitzinger, 1826)	124	0	0	3	43	57	0	0	3	0	24	0	0	0	39	47	0	0,2288125
<b>LEPTODACTYLIDAE</b>																		
<i>Leptodactylus "labyrinthicus"</i> (Spix, 1824)	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,01175
<i>Leptodactylus macrosternum</i> (Miranda-Ribeiro, 1926 )	0	0	0	0	0	0	0	0	780	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>MICROHYLIDAE</b>																		
<i>Elachistocleis "ovalis"</i> (Schneider, 1799)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
<b>Riqueza de espécies</b>	9	1	1	5	7	4	4	1	8	5	5	5	1	2	9	8	1	
<b>Diversidade de Shannon - Wiener (H')</b>	1,145	0	0	1,198	1,865	1,014	0,874	0	0,743	0,9645	1,347	1,219	0	0,673	1,149	1,175	0	
<b>Equitabilidade de Pielou (e)</b>	0,3612	0	0	0,51595	0,664	0,507	0,437	0	0,248	0,41539	0,58012	0,525	0	0,673	0,362469	0,391667	0	



Tabela 4

Corpos D'água	LPM1	LPB1	ARM1	REB1	REB2	ARB1	REM1	LPB2	LPB3	LPM2	ATA1	PTA1	PTA2	PTA3	LPB4	ATB1	ARM2
LPM1	*	0	0	0,22294	0,03499	0	0	0,01123	0,007395	0	0,037835	0,006519	0,08629	0,038459	0,05715	0,049668	0
LPB1	0	*	0	0,05659	0	0	0	0,44357	0	0	0,17631	0,068797	0,08829	<b>0,79014</b>	0,04163	0,021814	0
ARM1	0	0	*	0	<b>0,66588</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REB1	2	1	1	*	0,23919	0,49044	0,49044	0,45536	0,50554	0,43656	0,012384	0,004177	0,00672	0,052347	0,0027	0,00142	0
REB2	2	0	1	0	*	0,39953	0,39953	0,40505	0,46836	0,37525	0,046896	0,031482	0,13511	0	0,0185	0,018107	0
ARB1	0	0	0	0	1	*	1	0,71817	<b>0,91364</b>	<b>0,78947</b>	0	0	0	0	0	0	0
REM1	0	0	0	0	1	1	*	0,71817	<b>0,91364</b>	<b>0,78947</b>	0	0	0	0	0	0	0
LPB2	3	1	1	1	3	1	1	*	<b>0,83872</b>	0,66791	0,25719	0,037455	0,19331	0,46908	0,06098	0,019124	0
LPB3	3	0	0	0	3	1	1	3	*	<b>0,83891</b>	0,16773	0,005967	0,10117	0,011568	0,02945	0,020402	0
LPM2	0	0	0	0	1	1	1	1	2	*	0	0	0	0	0,00881	0	0
ATA1	4	1	1	1	2	0	0	3	3	0	*	0,029054	0,59453	0,45856	0,11994	0,23389	0
PTA1	5	1	1	1	3	0	0	3	3	0	5	*	0,03303	0,062823	0,00756	0,011165	0
PTA2	6	1	1	1	2	0	0	3	3	0	5	6	*	0,4111	0,48177	0,42692	0
PTA3	3	1	1	1	0	0	0	1	1	0	3	4	4	*	0,11525	0,10153	0
LPB4	6	1	1	1	2	0	0	3	4	1	5	6	7	4	*	<b>0,95229</b>	0
ATB1	6	1	1	1	2	0	0	3	3	0	5	6	6	3	6	*	0
ARM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*

Tabela 5

	<b>Cpr1</b>	<b>Cpr2</b>	<b>Cpr3</b>	<b>Cpr4</b>
<b>Autovalores</b>	0,4	0,3277	0,2011	0,0662
<b>Proporção</b>	42	34	21,075	6,93
<b>Proporção acumulada</b>	42	76	87,075	94,01
<b>Valores de correlação:</b>				
Lma	-1,6445	1,00711	<b>3,97572</b>	-1,20755
Rsp	-0,451993	-0,198855	0,820833	-1,13104
Rma	<b>2,44794</b>	<b>-3,76476</b>	1,18353	-0,557599
Dbr	-0,0526344	0,569015	-0,0419219	1,60684
Dna	0,3224	2,38145	-1,69925	-0,855226
Tve	-0,130822	-1,05554	-1,30694	0,728941
Dso	0,692003	-0,470101	-0,436401	-1,3252
Dmi	-0,516001	-0,221113	0,205983	0,22651
Hmu	1,17295	-0,470246	1,85993	<b>3,85547</b>
Seu	-0,797753	-0,0132437	0,376952	-0,60267
Sne	-0,0186536	0,0412299	0,211672	-0,614787
Sxs	-0,936685	-0,129487	-1,15992	-1,02283
Ota	2,26023	1,45573	-0,0591991	-0,513493
Phy	-0,0838443	0,144596	0,116769	0,969904
Lla	-0,71926	-1,30371	-1,91987	0,618853
Pcu	-0,564219	-0,199558	-0,174722	0,390629
Eov	-0,880795	-1,1117	-2,07344	-1,82042
LPM1	-0,242238	-0,393497	-0,584076	0,148841
LPB1	-0,0186536	0,0412299	0,211672	-0,614787
ARM1	<b>2,44794</b>	<b>-3,76476</b>	1,18353	-0,557599
REB1	0,942442	0,152972	-0,319246	-0,647943
REB2	1,1406	-0,583246	0,415768	0,0708234
ARB1	2,26023	1,45573	-0,0591991	-0,513493
REM1	2,26023	1,45573	-0,0591991	-0,513493
LPB2	0,517179	0,520173	0,0138794	0,213317
LPB3	0,650657	0,948298	-0,250429	0,23617
LPM2	1,34038	1,89515	-0,8377	-0,675707
ATA1	-0,274833	0,0574312	0,0612479	0,510709
PTA1	-0,672941	0,288455	1,26736	-0,289365
PTA2	-0,446633	0,0225427	-0,0789005	0,150408
PTA3	-0,404349	-0,095585	0,123271	-0,132798
LPB4	-0,433825	0,207852	-0,333099	-0,0706722
ATB1	-0,53576	-0,225212	-0,394713	-0,2609
ARM2	1,17295	-0,470246	1,85993	<b>3,85547</b>
Cor1	2,30502	-1,40492	2,40288	0,479357
Cor2	<b>3,4524</b>	1,82297	-0,933165	-0,342815
Fra1	0,982218	3,17644	-0,0369881	0,348714
Fra2	-1,05633	-0,0926642	-0,097486	-0,751547

Figura 1

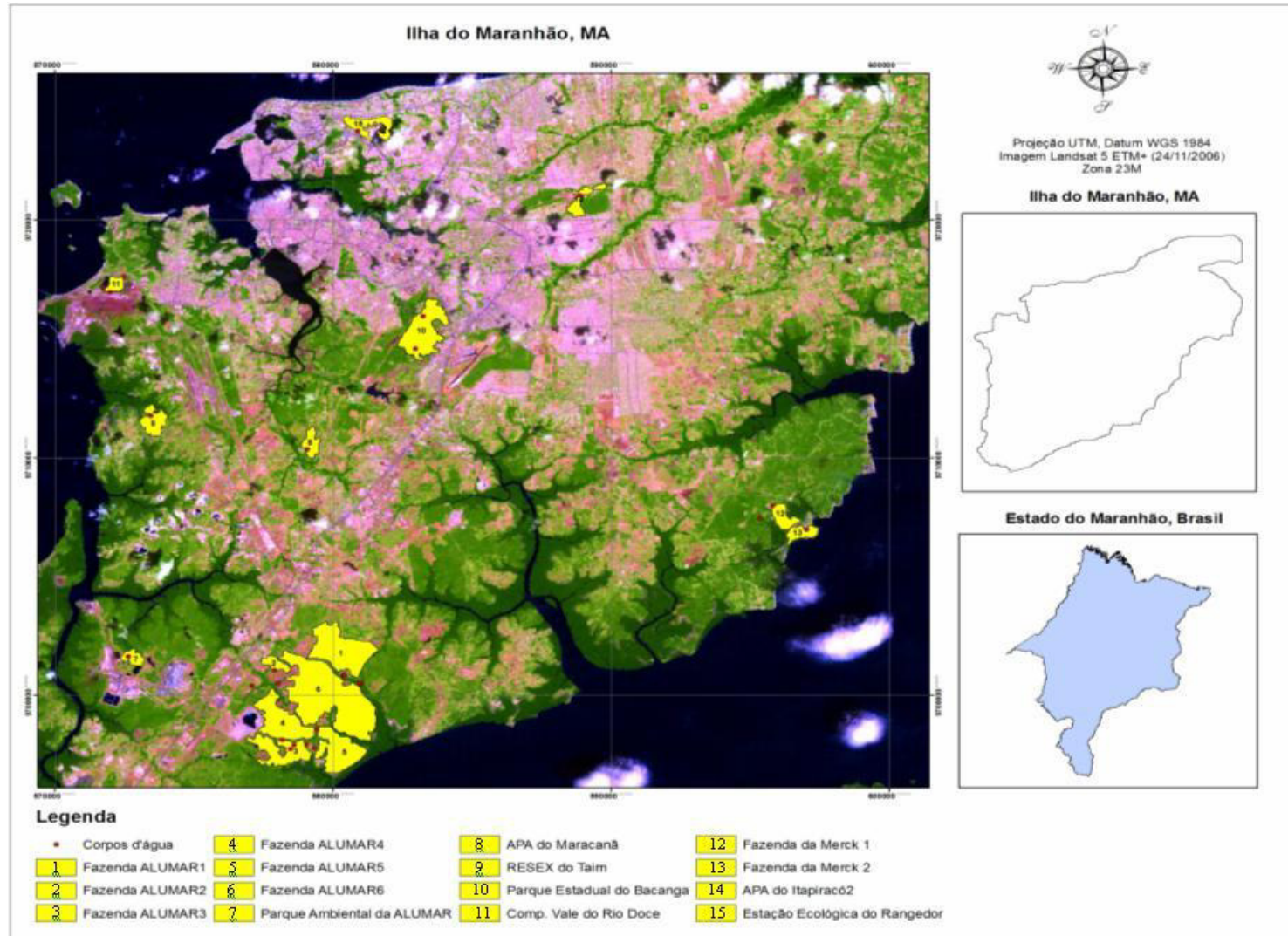


Figura 2

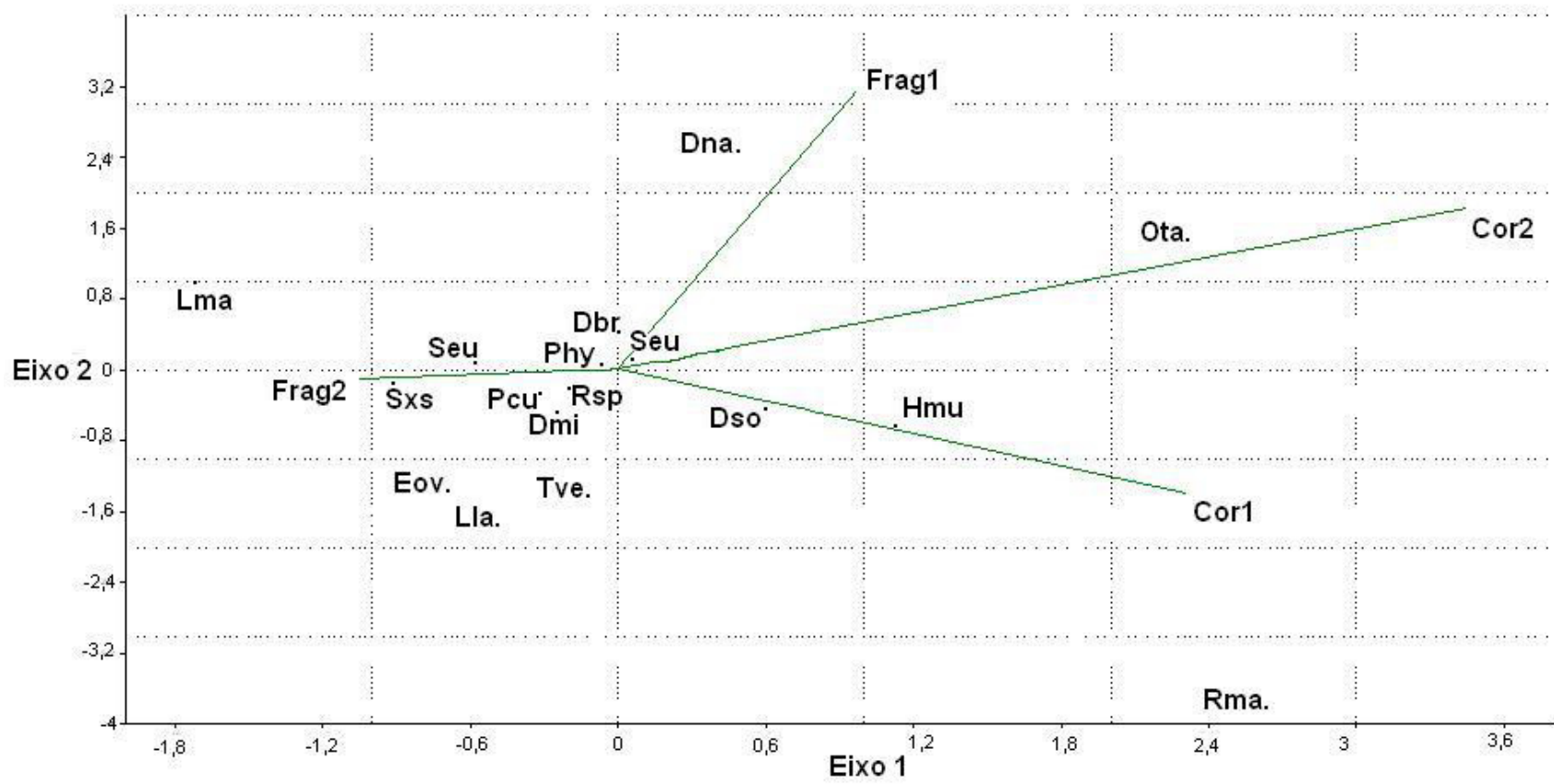
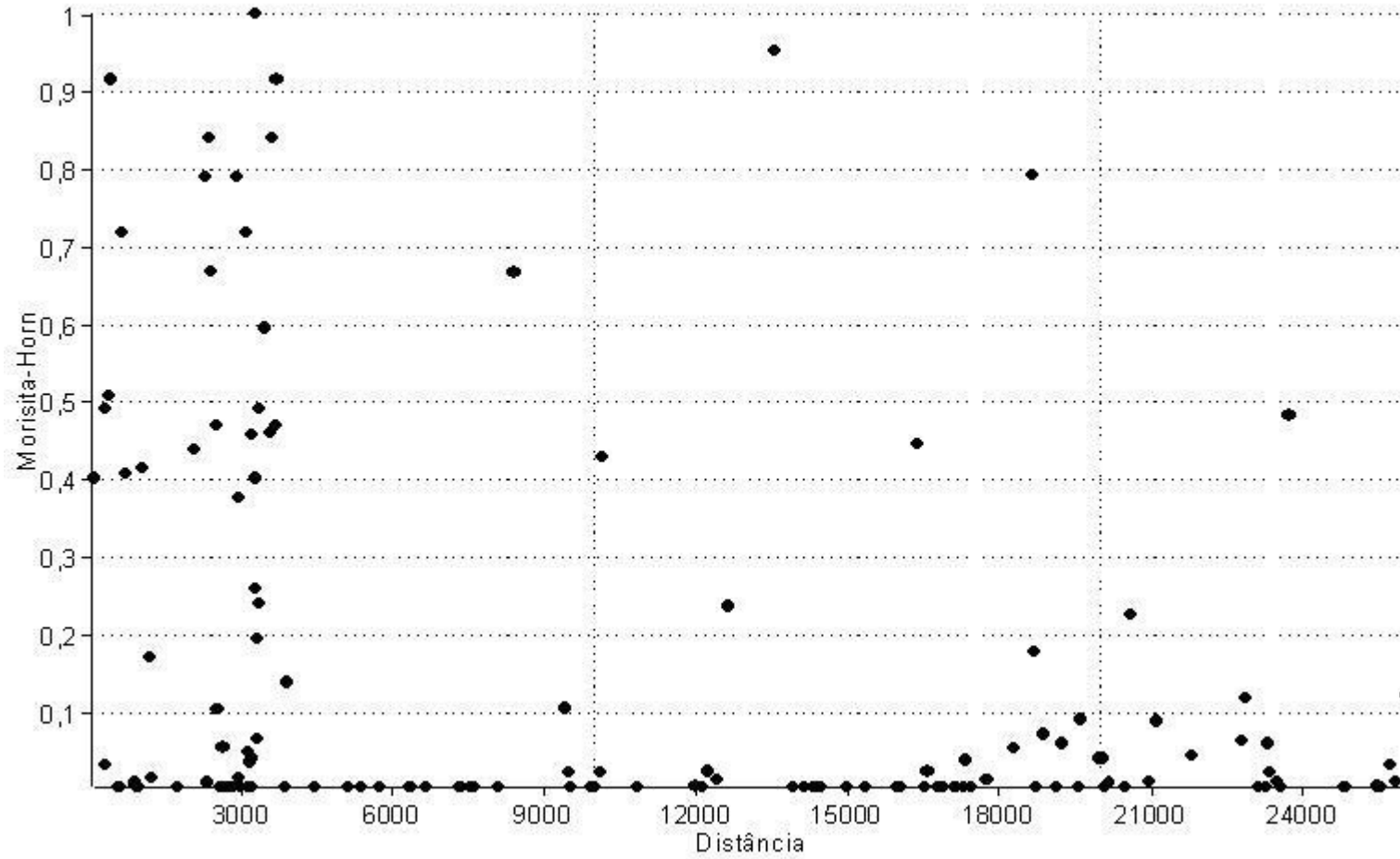


Figura 3



**RELAÇÃO DA MORFOLOGIA DE LARVAS DE ANFÍBIOS ANUROS  
E A HETEROGENEIDADE AMBIENTAL NA ILHA DO MARANHÃO,  
BRASIL.**

## RESUMO

A distribuição das espécies de anfíbios anuros é o resultado de diversos fatores bióticos e abióticos. Entender como as espécies se distribuem é uma importante ferramenta para a conservação dos anfíbios. A análise da morfologia colabora para entendermos melhor quais características tornam os animais mais aptos a colonizarem certos ambientes com características variadas. No presente estudo, analisamos as características de 13 espécies de larvas de anfíbios anuros e suas relações com as características ambientais de 25 corpos d'água encontrados em 15 fragmentos de mata da região. Morfologicamente foi possível diferenciar os grupos de animais bentônicos e nectônicos. A análise realizada com a CCA mostrou que o tamanho do corpo d'água e sua duração foram os descritores mais importantes dentre os estudados e três espécies (*Leptodactylus "labyrinthicus"*, *Trachycephalus "venulosus"*, *Dendropsophus soaresi*) apresentaram associação com o tamanho dos corpos d'água. Cinco espécies (*Dendropsophus minutus*, *Physalaemus cuvieri*, *Dendropsophus branneri*, *Rhinella margaritifera* e *Dendropsophus nanus*) apresentaram associação com a duração dos corpos d'água. As demais espécies não apresentaram associação significativa com nenhum descritor. Porém, a relação com os descritores ambientais utilizados nos mostra que múltiplos fatores influenciam a distribuição dos anfíbios e não somente as características locais.

## INTRODUÇÃO

A compreensão dos padrões de diversidade e abundância das espécies em comunidades e ecossistemas se tornaram o maior objetivo de estudo da ecologia de anfíbios anuros (Relyea, 2005). Muitos parâmetros são usados para pesquisar padrões que estruturam comunidades, incluindo o número de espécies e suas abundâncias absolutas e relativas, os tipos de espécies presentes, suas propriedades fenotípicas e os padrões de uso e partilha dos recursos que as espécies utilizam. Uma abordagem que relaciona as propriedades fenotípicas (morfologia) e os padrões de uso de recursos (aspecto ecológico) entre indivíduos, populações, guildas e comunidades é a da ecomorfologia (Peres-Neto, 1999).

Dentro da ecologia dos anuros, tanto as interações bióticas influenciam enormemente a abundância de espécies (Holt *et al.*, 2004), quanto os fatores abióticos diversos presentes no ambiente (Duellman & Trueb, 1986; Rossa-Feres & Jim, 1994; Arzabe 1999; Prado *et al.* 2004; Vasconcellos & Rossa-Feres, 2005). A heterogeneidade dos micro-habitats é uma das principais características responsáveis pela ocupação ou não dos habitats (Holt *et al.*, 2004), pois esses ambientes complexos permitem a coexistência de um maior número de espécies de anuros (Cardoso *et al.*, 1989; Pombal, 1997; Brandão & Araújo, 1998; Bernarde & Kokubum, 1999).

De modo geral, estudos envolvendo a relação entre morfologia e as características desses micro-habitats procuram testar a hipótese nula de que espécies morfologicamente semelhantes devem ocupar micro-habitats igualmente semelhantes (Peres-Neto, 1999). E, além disso, a posição do girino no micro-



habitat é uma das variáveis ecológicas mais informativas (Altig & McDiarmid, 1999), pois pode até nos levar a entender, por exemplo, como é a utilização de itens alimentares dos girinos em um determinado micro-habitat (Hoff *et al.*, 1999).

A morfologia externa dos girinos relaciona-se tanto com esses fatores ecológicos, como com os fatores históricos, ao passo que a morfologia interna é mais conservativa e, portanto, interessante para estudos filogenéticos (Altig & McDiarmid, 1999).

O uso de caracteres larvários pode auxiliar na resolução de problemas taxonômicos bem como na elucidação das relações filogenéticas entre espécies ou gêneros (Wild, 1995).

Para a maioria das espécies de anuros, os girinos são a fase de desenvolvimento mais fácil de encontrar e coletar, permanecendo nos corpos d'água mais tempo que os adultos (Lips & Savage 1996, Altig & McDiarmid 1999). Assim, estudos que analisem a diversidade e a morfologia dos girinos em diferentes ambientes são de grande importância para embasar propostas de conservação de espécies de diferentes grupos ecológicos e ainda com as vantagens de não apresentar as limitações do trabalho com adultos (Pearman, 1993).

O uso de diferentes habitats, pela fase larvária das espécies de anfíbios anuros, em função dos padrões de abundância relativa e características dos corpos d'água foram analisados nesse estudo, para se entender melhor a possível existência de alguma relação entre a morfologia e a ecologia capaz de indicar adaptações para uso de recursos ambientais específicos, além de testar a

hipótese de que espécies de determinadas características morfológicas devem ocupar corpos d'água de características ambientais similares.

## **ÁREA DE ESTUDO**

A ilha do Maranhão (Figura 1) que compreende os municípios de São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar, está localizada no estado do Maranhão, na região Nordeste do Brasil, entre os paralelos 2°23'583" e 2°49'006" de latitude sul e entre os meridianos 44°01'073" e 44°25'4953" de longitude oeste. A estação chuvosa iniciou-se no mês de fevereiro e se estendeu até o mês de junho, nos anos de 2006 e 2007.

Quinze diferentes fragmentos de mata na Ilha do Maranhão foram amostrados durante o estudo, um no Parque Estadual do Bacanga, um na Área de Proteção Ambiental do Itapiracó, um na Área de Proteção Ambiental do Maracanã, um na Estação Ecológica do Rangedor, dois fragmentos na empresa Merck, um no Parque Ambiental da Alumar, seis fragmentos de mata na fazenda da empresa Alumar, um na Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e um no povoado do Taim, totalizando 25 corpos d'água, incluindo lagoas e poças permanentes e temporárias, açudes temporários, alagados de riachos e riachos (Tabela 1).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os girinos foram coletados com peneiras nas estações chuvosas (de fevereiro a junho) dos anos de 2006 e 2007, sendo uma parte fixada em formaldeído a 10%. Alguns girinos de cada espécie foram mantidos em laboratório

até o estágio de desenvolvimento utilizado para descrição (entre os estágios 36 a 39, segundo a classificação de Gosner, 1960), alimentados com ração de peixes obtida comercialmente e alface cozido (aproximadamente por 15 minutos). A identificação e a medição foram realizadas no laboratório da UNESP de São José do Rio Preto – SP, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dra. Denise de C. Rossa-Feres. As medições foram realizadas para cada 10 indivíduos de cada corpo d'água, pegos aleatoriamente dentro dos lotes, sob microscópio estereoscópico com retículo para ocular, para os caracteres restantes: Comprimento do Corpo (CC), Largura do Corpo (LC), Largura da Musculatura Caudal (LMC), Comprimento da Cauda (CCA), Altura do Corpo (AC), Altura da Nadadeira Dorsal (AND), Altura da Musculatura Caudal (AMC), Altura da Nadadeira Ventral (ANV), Distância Interocular (DCO), Distância Internasal (DIN), Distância do Olho ao Focinho (DOF), Distância da Narina ao Focinho (DNF), Diâmetro do Olho (DO), Diâmetro da Narina (DN), Comprimento do Espiráculo (CE) e Altura da linha média do Espiráculo (AE).

### **Caracterização dos corpos d'água**

As características de heterogeneidade ambiental foram observadas para os 25 corpos d'água durante as coletas. Os descritores ambientais (Tabela 2) foram criados a partir das seguintes características dos corpos d'água:

- “Tam” - Tamanho do corpo d'água:

1= pequeno (até 300 m<sup>2</sup>), 2= médio (301 a 600 m<sup>2</sup>), 3= grande (acima de 601 m<sup>2</sup>) e 4= riacho.

- “Pma” - Perfil de margem:  
1= plana, 2= inclinada, 3= barranco.
- “Nma” - Número de tipos de margem (seca com vegetação, seca sem vegetação, alagado com vegetação, alagado sem vegetação):  
1= apenas um tipo de margem, 2= dois tipos de margem, 3= três tipos de margem, 4= (quatro tipos de margem).
- “Avg” - Altura predominante da vegetação no interior do corpo d’água:  
1= 0 a 30cm, 2= 31 a 60cm, 3= 61 a 90cm, 4= 91 a 120cm e 5= (árvores).
- “Pco” - Porcentagem de cobertura do corpo d’água pela vegetação:  
1= 0%, 2= 25%, 3= 50%, 4= 75% e 5= 100%.
- “Nag” - Número de agrupamentos de plantas no interior do corpo d’água:  
1= nenhum agrupamento, 2= agrupamento homogêneo por todo o corpo d’água, 3= 2 a 4 agrupamentos e 4= 5 a 7 agrupamentos.
- “Rsp” - Riqueza de espécies no interior do corpo d’água:  
1= nenhuma vegetação, 2= uma morfoespécies, 3= duas morfoespécies, 4= três ou mais morfoespécies.
- “Vma” Vegetação marginal:  
1= nenhuma morfoespécie, 2= até 20 morfoespécies, 3= mais que 20 morfoespécies.
- “Prf” - Profundidade:  
1= rasa (até 30cm), 2= média (31 a 60cm), 3= profunda (acima de 61cm).
- “Dur” - Duração:

1= permanente e 2= temporário.

## **Índices morfológicos**

Com base nas medidas morfológicas dos animais, são propostos 16 atributos ecomorfológicos. Como não existe nenhuma proposta de atributos ecomorfológicos para girinos, a maior parte deles é baseada em estudos de ecomorfologia de peixes (Gatz, 1979; Watson & Balon, 1984). Os seguintes atributos foram aplicados nessas comunidades de girinos:

- Índice de compressão (IC – altura máxima do corpo/largura do corpo)
- Altura relativa (AR – altura máxima do corpo/comprimento total)
- Comprimento relativo do focinho (CRFO – distância do olho ao focinho/distância da narina ao focinho)
- Comprimento Relativo da Cauda (CCA – comprimento da cauda/comprimento total)
- Índice de compressão da cauda (ICA – altura máxima da cauda/largura máxima da cauda)
- Altura relativa da nadadeira dorsal (AND – altura máxima da nadadeira dorsal/altura máxima da musculatura caudal)
- Altura relativa da nadadeira ventral (ANV – altura máxima da nadadeira ventral/altura máxima da musculatura ventral)
- Largura relativa da musculatura caudal (LMC – Largura máxima da musculatura caudal/comprimento da cauda)
- Altura Relativa da cauda (ARC – altura da nadadeira dorsal + altura da nadadeira ventral + altura da musculatura caudal/altura do corpo)

- Posição das Narinas no Eixo longitudinal (PNI – distância da narina ao focinho/distância do olho ao focinho)
- Posição das narinas no eixo transversal (PNT – distância internasal/largura do corpo)
- Tamanho relativo das narinas (TN – maior distância das narinas/comprimento do corpo)
- Posição dos Olhos (PO – distância interocular/largura do corpo)
- Tamanho relativo dos olhos (TO – diâmetro dos olhos/comprimento do corpo)
- Posição do espiráculo (PE – altura da linha média do espiráculo/altura máxima do corpo)
- Comprimento relativo do espiráculo (CE – comprimento do espiráculo/comprimento do corpo).

### **Análises estatísticas**

Para as análises estatísticas foi utilizado o software Past - Palaeontological statistics ver. 1.73 (Hammer *et al.*, 2001). Com ele foram feitas as Análises dos Componentes Principais (PCA), utilizando uma matriz de correlação para as medidas morfológicas (menos para o Comprimento do Total, pois em uma análise prévia ele foi responsável por 93,418% da proporção da correlação) e para os Índices morfológicos para se entender quais características agrupam ou separam as espécies encontradas.

As relações entre as características dos corpos d'água (descritores) e a abundância relativa das espécies em cada um dos corpos d'água foram verificadas por Análise de Correspondência Canônica (CCA), onde somente os 6 descritores com maior importância foram mantidos, identificados em uma análise prévia. Foram excluídos também, os ambientes onde não ocorreram girinos.

## RESULTADOS

Foram encontradas 17 espécies de anuros, pertencentes a 10 gêneros de 5 famílias (Tabela 3). Dessas espécies 13 apresentaram número suficiente de girinos em estágio correto para medição. As quatro espécies excluídas foram *Dendropsophus nanus*, *Scinax nebulosus*, *Leptodactylus labyrinthicus* e *Elachistocleis ovalis*. Três fragmentos sendo eles a APA do Itapiracó, a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e o povoado do Taim não apresentaram nenhum girino nos corpos d'água amostrados.

O PCA para as medidas morfológicas das espécies apresentaram somente três medidas com autovalores baixos no componente principal 1 (Tabela 4), por isso, muitas características influenciam a distribuição das espécies no gráfico (Figura 2). A diferenciação das espécies se dá então por uma combinação complexa de medidas. Animais bentônicos (*Physalaemus cuvieri*, *Rhinella sp.*, *Rhinella margaritifera*, *Leptodactylus macrosternum*, *Hypsiboas multifasciatus* e *Trachycephalus "venulosus"*) aparecem positivos ao componente principal 2, porém as *Scinax* (*Scinax eurydice* e *Scinax x-signatus*) também se apresentam positivas apesar de serem animais nectônicos. Essas espécies de *Scinax* também ficaram positivas ao componente principal 1, por terem as narinas largas e bem

separadas, diferente das outras espécies nectônicas (*Dendropsophus minutus*, *Dendropsophus soaresi*, *Dendropsophus branneri* e *Phyllomedusa hypocondrialis*) que ficaram negativas ao componente principal 1.

A análise dos Índices Morfológicos (Tabela 5) apresenta o componente principal 1 com 7 índices com valores de correlação altos, que correspondem a 43,496 da proporção explicada da distribuição dos girinos na Figura 3. Juntos, esses índices separam os animais em nectônicos positivamente ao componente (*Scinax eurydice*, *Scinax x-signatus*, *Dendropsophus soaresi*, *Dendropsophus minutus*, *Dendropsophus branneri* e *Phyllomedusa hypocondrialis*) e bentônicos negativamente ao componente (*Rhinella sp.*, *Rhinella margaritifera*, *Trachycephalus "venulosus"*, *Physalaemus cuvieri*, *Leptodactylus macrosternum*, *Osteocephalus taurinus* e *Hypsiboas multifasciatus*).

O componente 2 do PCA para os índices separa os animais baseado em 2 características principais, a altura relativa e a altura relativa da nadadeira ventral, expondo positivamente os animais de corpo mais alto (*Rhinella sp.*, *Rhinella margaritifera*, *Trachycephalus "venulosus"*, *Scinax eurydice*, *Scinax x-signatus*, *Dendropsophus minutus*, *Dendropsophus soaresi* e *Phyllomedusa hypocondrialis*) e negativamente animais de corpo mais achatado (*Physalaemus cuvieri*, *Leptodactylus macrosternum*, *Osteocephalus taurinus*, *Hypsiboas multifasciatus*, *Dendropsophus branneri*).

A análise realizada com a CCA mostrou que o tamanho do corpo d'água e sua duração foram os descritores mais importantes dentre os estudados.

Três espécies (*Leptodactylus "labyrinthicus"*, *Trachycephalus "venulosus"*, *Dendropsophus soaresi*) apresentam associação com o tamanho dos corpos



d'água, e cinco (*Dendropsophus minutus*, *Physalaemus cuvieri*, *Dendropsophus branneri*, *Rhinella margaritifera* e *Dendropsophus nanus*) apresentaram associação com a duração dos corpos d'água. As demais espécies não apresentaram associação significativa com nenhum descritor.

## DISCUSSÃO

A sobrevivência dos girinos em riachos exige uma série de adaptações morfológicas, pois os riachos apresentam predadores diversos e em grande quantidade (Gascon, 1991), talvez por isso somente 6 espécies (*Rhinella margaritifera*, *Dendropsophus soaresi*, *Hypsiboas multifasciatus*, *Osteocephalus taurinus*, *Phyllomedusa hypocondrialis* e *Scinax nebulosus*) foram coletadas em riachos, e, 5 riachos não apresentaram nenhuma espécie.

Ao longo do nosso estudo pudemos observar que as características morfológicas dos anfíbios anuros são importantes para separarmos as diferentes espécies encontradas na Ilha do Maranhão. Espécies do mesmo gênero apresentaram características semelhantes, mas nem todas utilizam o mesmo recurso, no caso corpos d'água de mesmas características. Porém as características morfológicas dos girinos são importantes para a reconstrução da filogenia e história evolutiva dos maiores grupos de anfíbios (Haas, 2003).

Jameson *et al.* (1973) acharam uma correlação entre a variação da temperatura e a precipitação chuvosa com características morfológicas em anfíbios adultos, da mesma espécie, em diferentes corpos d'água.

Apesar da grande influência dos adultos no tipo de ambiente em que os girinos ocorrem (Alford, 1999), eles diferem no uso de microambientes dentro de corpos

d'água (Heyer, 1973). Isto pode ocorrer devido a hábitos alimentares especializados e/ou adaptações morfológicas das espécies (Altig e Johnston, 1989). A heterogeneidade de ambientes pode ainda, evitar competições entre espécies com dietas semelhantes (Kocorek, 2001), sendo que inúmeros fatores abióticos, como a distância da margem, oxigênio dissolvido, tipo de substrato, profundidade, correnteza, a temperatura, e como vimos no nosso estudo a duração de corpos d'água e o tamanho dos corpos d'água, podem juntamente com os fatores bióticos como a presença e a distribuição de vegetação, outros girinos, outros organismos e a fenologia de outras espécies influenciar a distribuição de girinos entre microambientes (Hoff *et al.*, 1999, Parris, 2004).

Essas interações bióticas são influências importantes na estrutura das relações entre a ocupação e a abundância, mesmo com heterogeneidade ambiental. E é claramente visto que as interações bióticas influenciam fortemente a abundância de indivíduos de uma espécie, ignorando a heterogeneidade ambiental (Holt *et al.*, 2004). Comunidades de anuros também podem ser influenciadas por interações interespecíficas (Morin, 1983), por gradientes ambientais (Parris, 2004; Schiesari, 2004) e por necessidades fisiológicas (Wishue, 1998).

Toft (1985), conclui que modelos de partilha de recursos em larvas de anuros não podem ser explicados por um único fator. Os descritores utilizados para tentar explicar a distribuição dos anfíbios anuros nos ambientes estudados não foram adequados ou suficientes para explicar a distribuição espacial das espécies. Os múltiplos fatores que influenciam a distribuição dos anfíbios geram

uma rede complexa de influência sobre as populações, tornando muito difícil à tarefa de separar os fatores individualmente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFORD, R.A. 1999. Ecology. Resource use, competition, and predation. P. 240-278. MCDIARMID, R.W. & ALTIG, R (Eds), Tadpoles. The Biology of Anuran Larvae. The University of Chicago Press, Chicago, USA.

ALTIG, R. & JOHNSTON, G.F. 1989. Guilds of anuran larvae: relationships among developmental modes, morphologies and habitats. **Herpeto-logical Monograph**, v.3, p.81-109.

ALTIG, R. & MCDIARMID, R. W. 1999. Body plan: development and morphology. Pp. 24-51. In. **Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae** (R.W. McDiarmid & R. Altig, eds.). Chicago and London. The University of Chicago Press.

ARZABE, C. 1999. Reproductive activity patterns of anurans in two different altitudinal sites within the Brazilian Caatinga. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, n.3, p.851-864.

BERNARDE, P. S. & KOKUBUM, M. N. C. 1999. Anurofauna do Município de Guararapes, estado de São Paulo, Brasil (Amphibia, Anura). **Acta Biologia Leopoldensia**, v.21, p.89-97.

BRANDÃO, R. A. & ARAÚJO, A. F. B. 1998. A herpetofauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas. *In*: MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES, F. & GUIMARÃES, M. eds. **Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas. História natural e ecologia em um fragmento de cerrado do Brasil Central**. Brasília, SEMATEC/IEEMA. p.9-21

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

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

GASCON, C. 1991. Population- and community-level analyses of species occurrences of central amazonian rainforest tadpoles. **Ecology**, v.72, p.1731-1746.

GATZ Jr., A. J. 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane Stud. Zool. Bot.** n.21, p. 91-124.

GOSNER, K.L., 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae. **Herpetologica**, v.16, n.2, p.163-190.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: **Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

HAAS, A. 2003. Phylogeny of frogs as inferred from primarily larval characters (Amphibia: Anura). **Cladistics**, v.19, p.23-89.

HEYER, W. R. 1973. Ecological interactions of frog larvae at a seasonal tropical location in Thailand. **Journal of Herpetology**, v.7, n.4,p.337-361.

HOFF, K.S.; BLAUSTEIN, A.R.; MCDIARMID R.W.; Altig, R. 1999. Behavior. Interactions and their Consequences. 215-239. In: McDiarmid RW & Altig R (eds), Tadpoles. **The biology of anuran larvae**. University Chicago Press, London.

HOLT, A.R.; WARREN, P.H.; GASTON, K.J. 2004. The importance of habitat heterogeneity, biotic interactions and dispersal in abundance-occupancy relationships. **Ecology**, v.73, p.841-851.

JAMESON, D.J.; MACKEY, J.P.; ANDERSON, M. 1973. Weather, climate, and the external morphology of pacific tree toads. **Evolution**, v.27, p.285-302.

KOCOREK, P. 2001. Diurnal activity rhythms and niche differentiation in carrion beetle assemblage (Coleoptera: Silphidae) in Opava, The Czech Republic. *Biological Rhythm Research*, v.32, p. 431-438.

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

MORIN, P.J. 1983. Predation, competition, and the composition of larval anuran guilds. *Ecological Monographs*, v.53, p. 119-138.

PARRIS, K.M. 2004. Environmental and spatial variables influence the composition of frog assemblages in sub-tropical eastern Australia. *Ecography*, v.27, p.392-400.

PEARMAN, P.B. 1993. Effects of habitat size on tadpole populations. **Ecology**, v.74, n. 7, p. 1982-1991.

PERES-NETO, P.R. 1999. Alguns Métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riachos. *In: Ecologia de peixes de riacho* (Caramashi, E.P., Mazzoni, R. & Peres-Neto, P.R. eds.). **Oecologia Brasiliensis**, v.6, p.209-236.

POMBAL, J. P., JR. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.57, n.4, p.583-594.

PRADO, C.P.A.; UETANABARO, M.; HADDAD, C.B.F. 2004. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitats use by anurans (Amphibia) in a seasonal environmental in the Pantanal, Brazil. *Amphibia – Reptilia*, v.26, n.2, p. 211-221.

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.

ROSSA-FERES, D. C. & JIM, J. 1994. Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v.54, n.2, p.323-334.

SCHIESARI, L.C. 2004. Performance Tradeoffs Across Resource Gradients in Anuran Larvae. Ph.D. Dissertation, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, U.S.A.

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

VASCONCELOS, T.S. & D.C. ROSSA-FERES. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil, **Biota Neotropica**, v.5, n.2.

WATSON, D.J. & BALON, E.K., 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. **J. Fish Biol.** n.25, p.371-384.

WISHEU, I.C. 1998. How organisms partition habitats: different types of community organization can produce identical patterns. **Oikos**, v.83, p.246-258.

WILD, E.R., 1995. New genus and species of Amazonian microhylid frog with phylogenetic analysis of New World genera. **Copeia**, Lawrence, v.4, p.837-849.



# APÊNDICES

### **Índice das Legendas:**

**Tabela 1:** Característica dos corpos d'água e suas siglas, nos fragmentos de mata estudados na Ilha do Maranhão, Brasil, nos meses chuvosos (fevereiro a junho) dos anos de 2006 e 2007.

**Tabela 1 continuação:** Característica dos corpos d'água e suas siglas, nos fragmentos de mata estudados na Ilha do Maranhão, Brasil, nos meses chuvosos (fevereiro a junho) dos anos de 2006 e 2007.

**Tabela 2:** Caracterização dos 25 corpos d'água encontrados na Ilha do Maranhão, segundo os descritores ambientais estabelecidos.

**Tabela 3:** Abundância das espécies e índice de abundância de anfíbios anuros em fase larvária, coletados durante a época chuvosa dos anos de 2006 e 2007 na Ilha de São Luís do Maranhão.

**Tabela 4:** Inércia acumulada (autovalores), proporção de explicação, proporção acumulada e valores de correlação, para os três primeiros Componentes Principais (Cpr), para cada característica morfométrica dos girinos de 13 espécies de anuros, de 25 corpos d'água encontrados nos 15 fragmentos estudados na Ilha do Maranhão, Brasil. Em negrito, estão os valores de maior contribuição nos Componentes Principais.

**Tabela 5:** Inércia acumulada (autovalores), proporção de explicação, proporção acumulada e valores de correlação, para os três primeiros Componentes Principais (Cpr), para cada índice de proporção morfométrica dos girinos de 13

espécies de anuros, de 25 corpos d'água encontrados nos 15 fragmentos estudados na Ilha do Maranhão, Brasil. Em negrito, estão os valores de maior contribuição nos Componentes Principais.

**Figura 1:** Mapa da Ilha do Maranhão – Brasil, em vermelho os 25 corpos d'água e em amarelo os 15 fragmentos estudados.

**Figura 2:** Similaridade das medidas morfométricas entre girinos das 13 espécies de anuros da Ilha do Maranhão, Brasil, no espaço delimitado pelos dois eixos da Análise de Componentes Principais (Rsp, *Rhinella sp.*; Rma, *Rhinella margaritifera*; Dbr, *Dendropsophus branneri*; Dmi, *Dendropsophus minutus*; Dso, *Dendropsophus soaresi*; Hmu, *Hypsiboas multifasciatus*; Ota, *Osteocephalus taurinus*; Seu, *Scinax eurydice*; Sxs, *Scinax x-signatus*; Tve, *Trachycephalus "venulosus"*; Phy, *Phyllomedusa hypocondrialis*; Pcu, *Physalaemus cuvieri*; Lma, *Leptodactylus macrosternum*).

**Figura 3:** Similaridade dos índices morfométricos entre girinos das 13 espécies de anuros da Ilha do Maranhão, Brasil, no espaço delimitado pelos dois eixos da Análise de Componentes Principais (Rsp, *Rhinella sp.*; Rma, *Rhinella margaritifera*; Dbr, *Dendropsophus branneri*; Dmi, *Dendropsophus minutus*; Dso, *Dendropsophus soaresi*; Hmu, *Hypsiboas multifasciatus*; Ota, *Osteocephalus taurinus*; Seu, *Scinax eurydice*; Sxs, *Scinax x-signatus*; Tve, *Trachycephalus "venulosus"*; Phy, *Phyllomedusa hypocondrialis*; Pcu, *Physalaemus cuvieri*; Lma, *Leptodactylus macrosternum*).

**Figura 4:** Relação da abundância das 17 espécies de anuros e os descritores ambientais utilizados para os corpos d'água estudados.

Tabela 1:

	Merck 1	Merck 2	Pq. Alumar	F. Alumar - 1	F. Alumar - 2	F. Alumar - 3	F. Alumar - 4
LAGOA/PERMANENTE/MATA	LPM1						
LAGOA/PERMANENTE/BORDA DE MATA		LPB1		LPB2			LPB3
RIACHO /LARGO/MATA		RLM1					
ALAGADO/RIACHO/MATA			ARM1				
RIACHO /ESTREITO/BORDA DE MATA						REB1	
ALAGADO/RIACHO/BORDA DE MATA							
RIACHO /ESTREITO/MATA						REM1	
AÇUDE/TEMPORÁRIO/ÁREA ABERTA							
POÇA/TEMPORÁRIA/ÁREA ABERTA					PTA2 e PTA3	PTA1	
AÇUDE/TEMPORÁRIO/BORDA DE MATA							

Tabela 1 continuação:

	F. Alumar 5	F. Alumar 6	Rangedor	Maracanã	Bacanga	Taim	CVRD	Itapiracó
LAGOA/PERMANENTE/MATA		LPM2						
LAGOA/PERMANENTE/BORDA DE MATA			LPB4				LPB5	
RIACHO /LARGO/MATA					RLM2			
ALAGADO/RIACHO/MATA					ARM2	ARM3		ARM4
RIACHO /ESTREITO/BORDA DE MATA	REB3	REB2						
ALAGADO/RIACHO/BORDA DE MATA		ARB1						
RIACHO /ESTREITO/MATA							REM2 e REM3	
AÇUDE/TEMPORÁRIO/ÁREA ABERTA	ATA1							
POÇA/TEMPORÁRIA/ÁREA ABERTA								
AÇUDE/TEMPORÁRIO/BORDA DE MATA				ATB1				

Tabela 2:

	LPM1	LPB1	RLM1	ARM1	REB1	REB2	REB3	ARB1	REM1	LPB2	LPB3	LPM2	ATA1	PTA1	PTA2	PTA3	LPB4	ATB1	RLM2	ARM2	ARM3	LPB5	REM2	REM3	ARM4
<b>Tam</b>	3	3	4	2	4	4	4	2	4	3	3	3	1	1	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4
<b>Pna</b>	2	3	3	1	1	1	2	1	1	3	3	2	2	1	1	1	3	2	3	1	1	2	3	3	3
<b>Nma</b>	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	3	1	1	1	2	1	1	1
<b>Avg</b>	4	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	4	4	1	1	1	2	1	1	1
<b>Pco</b>	3	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	4	4	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1
<b>Nag</b>	2	2	1	1	1	1	3	1	1	3	2	3	1	1	1	2	3	2	1	1	1	3	1	1	1
<b>Rsp</b>	3	1	1	2	1	1	3	2	3	2	3	3	2	2	3	4	4	3	1	4	4	1	1	1	1
<b>Vma</b>	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
<b>Prf</b>	3	3	2	2	1	1	2	2	1	3	3	3	2	1	1	2	3	3	3	1	2	3	1	1	2
<b>Dur</b>	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1

Tabela 3:

	LPM1	LPB1	ALRM1	RBE1	RBE2	ALRB1	RME1	LPB2	LPB3	LPM2	ATA1	PTA1	PTA2	PTA3	LPB4	ATB1	ALRM2
<b>BUFONIDAE</b>																	
<i>Rhinella sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	42	0
<i>Rhinella margaritifera</i> (Laurenti, 1768)	0	0	112	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>HYLIDAE</b>																	
<i>Dendropsophus branneri</i> (Cochran, 1948)	22	0	0	0	4	0	0	11	11	0	37	6	25	0	33	2	0
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	60	9	20	21	6	135	0
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	5	0	0
<i>Dendropsophus soaresi</i> (Caramaschi and Jim, 1983)	376	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypsiboas multifasciatus</i> (Günther, 1859)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
<i>Osteocephalus taurinus</i> (Steindachner, 1862)	0	0	0	26	30	16	81	34	43	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scinax eurydice</i> (Bokermann, 1968)	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	32	4	34	0	0
<i>Scinax nebulosus</i> (Spix, 1824)	0	7	0	3	0	0	0	21	0	0	16	55	9	105	14	12	0
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	307	490	0
<i>Trachycephalus "venulosus"</i> (Spix, 1824)	1510	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllomedusa hypocondrialis</i> (Daudin, 1800)	126	0	0	0	28	0	0	1	2	0	3	59	20	0	9	20	0
<b>LEIUPERIDAE</b>																	
<i>Physalaemus cuvieri</i> (Fitzinger, 1826)	124	0	0	0	0	0	0	3	0	0	24	3	43	57	47	39	0
<b>LEPTODACTYLIDAE</b>																	
<i>Leptodactylus "labyrinthicus"</i> (Spix, 1824)	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Leptodactylus macrosternum</i> (Miranda-Ribeiro, 1926 )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	780	0	0	0	0	0
<b>MICROHYLIDAE</b>																	
<i>Elachistocleis "ovalis"</i> (Schneider, 1799)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0

Tabela 4:

	Cpr1	Cpr2	Cpr3
Autovalores	10,5769	2,4912	1,1888
Proporção	66,105	15,57	7,4297
Proporção acumulada	66,105	81,675	89,105
Valores de correlação:			
Comprimento do Corpo	<b>0,9104</b>	-0,01	0,2463
Largura do Corpo	0,6676	0,4108	<b>0,4605</b>
Largura da Musculatura Caudal	<b>0,9455</b>	-0,024	-0,164
Altura do Corpo	<b>0,9693</b>	0,0391	0,1673
Altura da Nadadeira Dorsal	0,7632	-0,381	-0,294
Altura da Nadadeira Ventral	0,7494	-0,418	-0,21
Altura da Musculatura Caudal	<b>0,9585</b>	-0,153	-0,201
Distância Interocular	<b>0,969</b>	-0,124	0,0927
Distância Internasal	<b>0,941</b>	0,05	0,1952
Distância do Olho ao Focinho	<b>0,966</b>	-0,031	0,1186
Distância da Narina ao Focinho	0,5455	<b>0,7287</b>	0,3172
Diâmetro do Olho	<b>0,8103</b>	-0,392	-0,098
Diâmetro da Narina	-0,02264	<b>0,7724</b>	-0,54
Comprimento do Espiráculo	0,5647	0,5256	<b>-0,443</b>
Comprimento da Cauda	<b>0,9158</b>	-0,235	-0,131
Altura da linha média do Espiráculo	0,7322	0,5872	-0,123



Tabela 5:

	Cpr1	Cpr2	Cpr3
Autovalores	6,9593	3,2819	2,4837
Proporção	43,496	20,512	15,523
Proporção acumulada	43,496	64,008	79,531
Valores de correlação:			
Índice de Compressão (AC/LC)	<b>0,8483</b>	-0,09	0,2899
Altura Relativa (AC/CT)	-0,3561	<b>0,8044</b>	0,1909
Comprimento Relativo do Focinho (DOF/DNF)	0,5938	-0,402	-0,54
Comprimento Relativo da Cauda (CCA/CT)	<b>0,7625</b>	-0,495	0,2569
Índice de Compressão da Cauda (AND+AMC+ANV/LMC)	<b>0,8183</b>	0,4743	0,2691
Altura Relativa da Nadadeira Dorsal (AND/AMC)	0,4734	0,6024	-0,288
Altura Relativa da Nadadeira Ventral (ANV/AMC)	0,4157	<b>0,7753</b>	-0,193
Largura Relativa da Musculatura Caudal (LMC/CCA)	-0,08	0,742	0,254
Altura Relativa da Cauda (AND+AMC+ANV/AC)	<b>0,8211</b>	0,4682	0,2721
Posição das Narinas no Eixo Longitudinal (DNF/DOF)	<b>-0,8545</b>	0,2379	0,3332
Posição das Narinas no Eixo Transversal (DIN/LC)	<b>0,7299</b>	0,0225	0,5031
Tamanho Relativo das Narinas (DN/CC)	-0,6912	0,1581	0,1068
Posição do Olhos (DCO/LC)	<b>0,9405</b>	-0,097	0,2072
Tamanho Relativo dos Olhos (DO/CC)	0,6853	-0,209	0,1543
Posição do Espiráculo (AE/AC)	-0,5387	-0,247	<b>0,7155</b>
Comprimento Relativo do Espiráculo (CE/CC)	-0,2168	-0,255	<b>0,8486</b>

Figura 1:

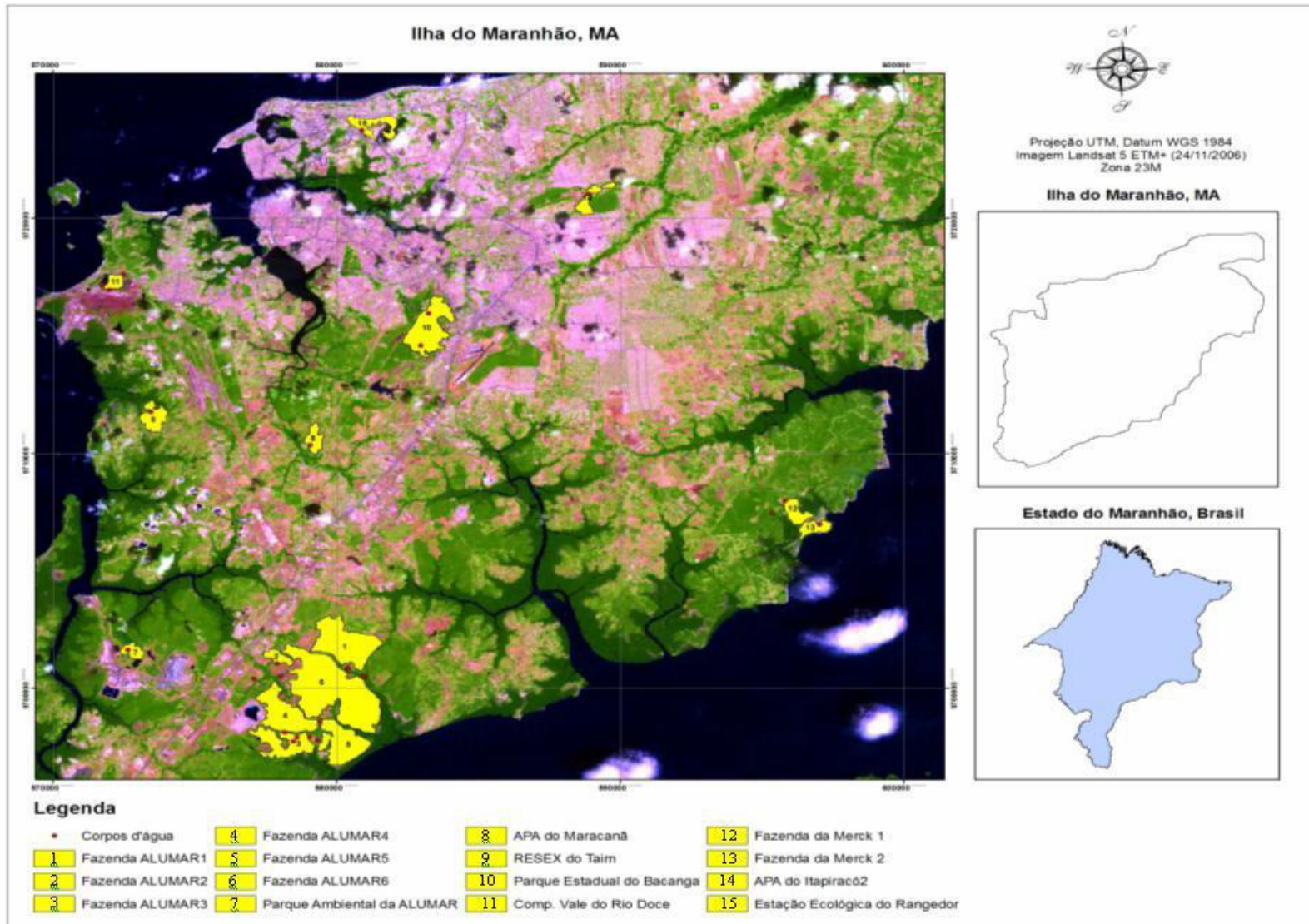


Figura 2:

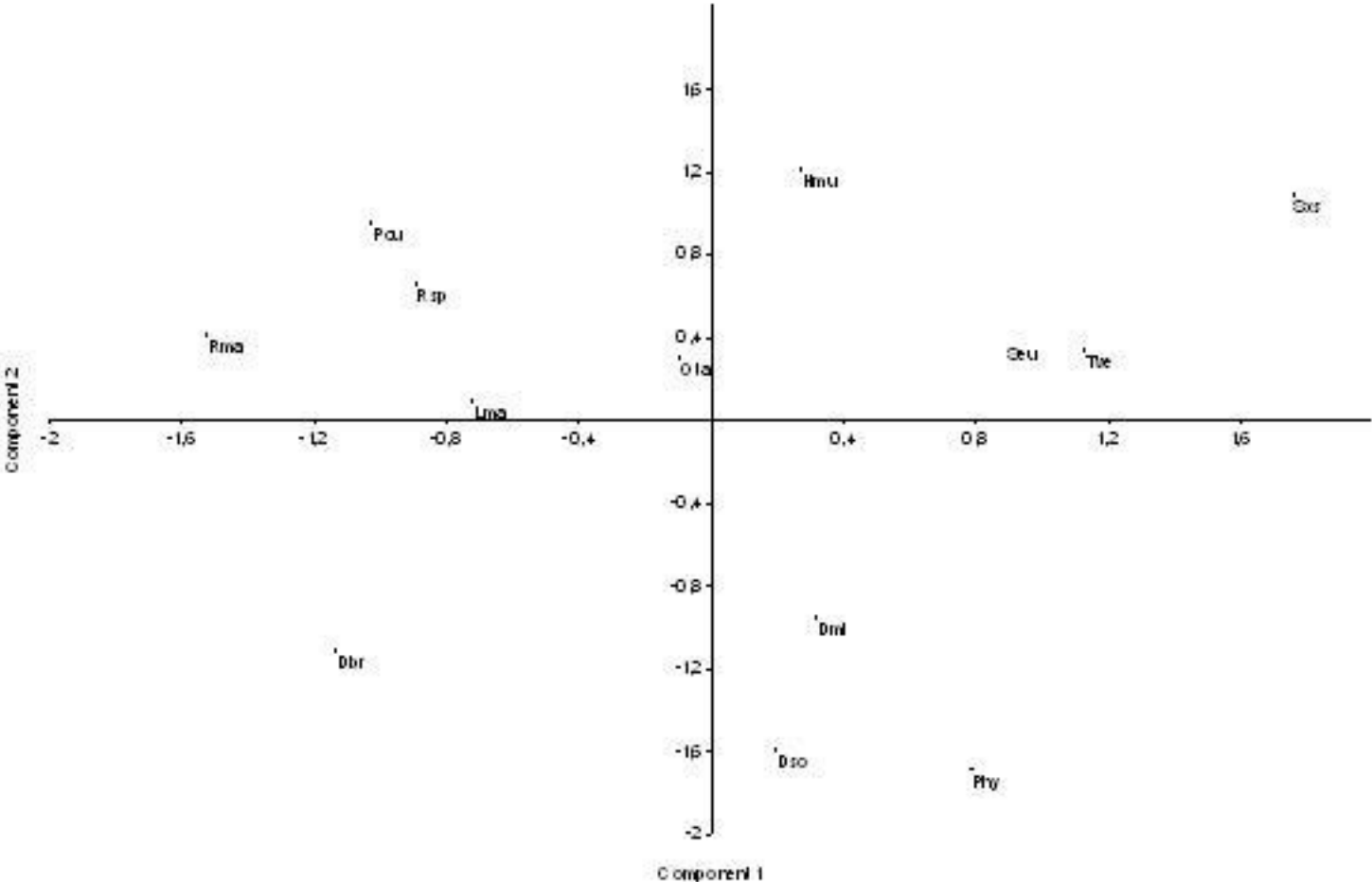


Figura 3:

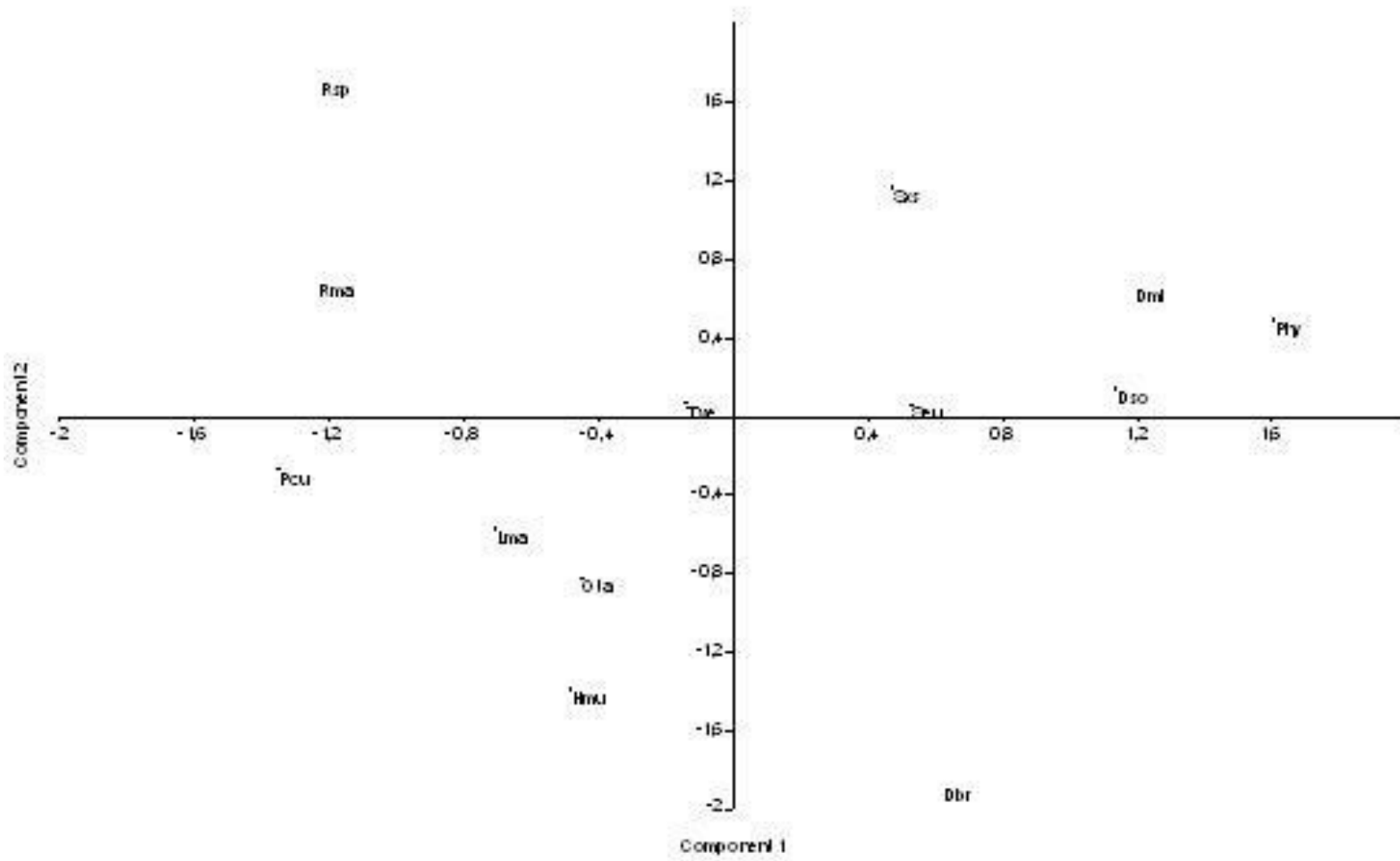


Figura 4:

