



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE  
E BIOTECNOLOGIA DA REDE BIONORTE**



**PADRÕES DE DIVERSIDADE E ESTRUTURAÇÃO DAS COMUNIDADES DE  
ANFÍBIOS ANUROS NO PARQUE ESTADUAL DO MIRADOR-MA**

**ETIELLE BARROSO DE ANDRADE**

**São Luís – MA**

**MAIO/2017**

**ETIELLE BARROSO DE ANDRADE**

**PADRÕES DE DIVERSIDADE E ESTRUTURAÇÃO DAS COMUNIDADES DE ANFÍBIOS ANUROS NO PARQUE ESTADUAL DO MIRADOR-MA**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. LUIZ NORBERTO WEBER  
Co-orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO DE SOUZA ALMEIDA LEITE

**São Luís – MA**

**MAIO/2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Andrade, Etielle Barroso de.

Padrões de distribuição e estruturação das comunidades de anfíbios anuros no Parque Estadual do Mirador-MA / Etielle Barroso de Andrade. - 2017.  
144 f.

Coorientador(a): José Roberto Souza Almeida Leite.

Orientador(a): Luiz Norberto Weber.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Rede - Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA, 2017.

1. Anura. 2. Biodiversidade. 3. Cerrado. 4. Riqueza de espécies. 5. Variáveis Ambientais. I. Norberto Weber, Luiz. II. Souza Almeida Leite, José Roberto. III. Título.

**ETIELLE BARROSO DE ANDRADE**

**PADRÕES DE DIVERSIDADE E ESTRUTURAÇÃO DAS COMUNIDADES DE ANFÍBIOS ANUROS NO PARQUE ESTADUAL DO MIRADOR-MA**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. LUIZ NORBERTO WEBER

Co-orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO DE SOUZA ALMEIDA LEITE

**Banca examinadora**

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Norberto Weber  
Orientador- Presidente da banca

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila  
Examinador 1 – interno

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Nivaldo Magalhães Piorski  
Examinador 4 – externo

\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Gilda Vasconcellos de Andrade  
Examinador 2 – interno

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Vinícius São Pedro  
Examinador 5 – 1º suplente externo

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jivanildo Pinheiro Miranda  
Examinador 3 – interno

\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Larissa Nascimento Barreto  
Examinador 6 – 2º suplente interno

**São Luís – MA**

**MAIO/2017**

Dedico este trabalho de tese a meus pais, *José Andrade* e *Ivonete Andrade*, a meu irmão *Margleysson Andrade*, a minha esposa *Sâmia Caroline Araújo* e a minha filha *Maria Gabrielle Andrade*.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, concedida inicialmente ao nascimento e posteriormente através da cura de uma grave moléstia, permitindo-me continuar a jornada em busca da realização dos meus sonhos; pelas oportunidades, conquistas e pelo eterno desejo de crescer.

A meus pais, José Alves de Andrade e Ivonete Barroso do Carmo Andrade, pela dedicação e cuidado que tiveram durante o meu desenvolvimento físico, emocional e psicológico, possibilitando assim a formação de um “ser” humano, consciente e comprometido com a verdade; pela educação rígida e os ensinamentos que possibilitaram meu crescimento intelectual e cognitivo, fazendo-me sempre consciente do meu potencial; a eles dedico este trabalho e sou eternamente grato pelo carinho, compreensão e incentivo eterno.

A meu irmão, Margleysson Barroso de Andrade, pelo carinho e companheirismo nos momentos de angústia e dificuldade.

A minha família, que mesmo não acreditando 100% nas minhas escolhas, acreditaram no meu potencial.

Sou eternamente grato a todos os professores responsáveis por minha formação, desde aquele que me ajudou a segurar o lápis pela primeira vez, ensinando-me a ler e escrever, até aqueles que me ensinaram que não basta apenas conhecimento, é preciso humildade e sabedoria para crescer, sem me colocar abaixo ou acima de ninguém.

A meu orientador Luiz Norberto Weber, pela paciência e compreensão durante o desenvolvimento deste trabalho de tese, principalmente pela distância, demoras e inseguranças; pelo conhecimento a mim transferido de forma simples e pacífica, me deixando livre para caminhar sozinho em alguns momentos e cobrando-me nas horas certas. Além de orientando, sou um grande admirador de seu modo ímpar de orientar.

A meu grande amigo e “pai” científico José Roberto S. A. Leite, que viu em mim, um jovem universitário com poucas oportunidades, mas com grande vontade de aprender e crescer na vida, a matéria bruta para a formação de um profissional comprometido com o saber. Já se passaram mais de dez anos, desde quando nos conhecemos em uma entrevista de estágio numa pequena sala na cidade de Parnaíba. Hoje, após muito trabalho, conversas e algumas conquistas nos tornamos colegas de trabalho e acima de tudo, amigos. Serei eternamente grato por tudo que aprendi.

Agradeço mais uma vez a minha segunda família, aquela que me adotou em São Luís-MA, que desde de meus primeiros passos na pós-graduação (mestrado e agora doutorado)

vem me ajudando, seja com o conforto de seu lar, seja com momento de alegria e descontração nas horas difíceis. Agradeço ao Seu Manoel, Dona Rosa e suas queridas filhas, Érica Samara e Villena, e todos aqueles que me acolheram de braços abertos no estado do Maranhão.

A todos os meus amigos e colegas, próximos ou distantes, que me acompanharam nessa grande jornada desde o início, sempre me incentivando e dando apoio através de gestos e palavras de carinho que me faziam mais forte nos momentos de fraqueza.

A todos os amigos e colegas que fiz durante minha pequena passagem pelo estado do Maranhão, seja nos laboratórios, em sala de aula ou até mesmo nos corredores da UFMA, tenho certeza que cada um teve uma pequena contribuição no meu desenvolvimento como pessoa.

Agradeço também a todos que contribuíram de alguma forma para o aprimoramento técnico-científico do presente trabalho de tese, ajudando e esclarecendo dúvidas, confirmando a identidade das espécies, sugerindo alterações e modificações importantes no desenvolvimento dos artigos (Nivaldo Magalhães Piorski, Vinícius de Avelar São Pedro, Anderson Guzzi, Felipe Silva de Andrade, Thiago Ribeiro de Carvalho e Raoul Van Damme) e até mesmo revisando as versões em língua estrangeira (Diego Fállico e Vinícius Dias). Obrigado a todos!

Esse trabalho não seria possível sem o apoio de pessoas e instituições que contribuíram de forma direta ou indireta para sua realização.

Começarei por aqueles que me ajudaram nas atividades de campo: agradeço à Denize Serejo, que prontamente me atendeu, acomodando-me e oferecendo sua casa como “unidade de apoio” e por sua companhia nas noites de coletas durante as campanhas inicialmente realizadas em Alcântara; A Johnny, Pedro e André pelas companhias nas coletas e ajuda nas identificações dos girinos; A minhas estagiárias Tássia Grazielle e Micheli Veras que me acompanharam por muito tempo nas matas do “Mirador”; Agradeço também a Arthur que nos acompanhou em algumas campanhas e Kássio Castro, atualmente mestre, doutorando e companheiro, obrigado pela confiança; Aos motoristas, Seu “Didi”, Seu Raimundinho, Seu Inaldo e Seu Édson, que estavam sempre prontos para nos atender a qualquer momento do dia e da noite e pelas longas histórias contadas durante as mais de 12 horas de viagem de traslado até o parque; A Seu Domingos, morador nascido no Mirador e guarda do parque, pelos seus ensinamentos e orientações sobre os segredos dos muitos caminhos escondidos no parque.

À Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA e à Associação Ambiental do Parque Estadual do Mirador – APERMIRA, pela concessão da licença estadual de coleta (Licença nº 008/2013) e liberação de uso das acomodações do parque. À Universidade Federal do Piauí, *Campus* Parnaíba, pelo apoio logístico durante a realização das atividades de

campo. Ao Instituto Federal do Piauí, *Campus Paulistana*, pela flexibilização de horário para a realização das viagens durante a coleta de dados no parque e para orientação e apresentação da tese em outras cidades. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão-FAPEMA pelo suporte financeiro concedido através do Programa de Apoio à Projeto de Pesquisa-Universal, edital nº 001/2013– FAPEMA, e da bolsa de estudo, processo nº BD-01163/13.

Por último, mas não menos importante, agradeço a duas pessoas que foram indispensáveis para a conclusão do curso de doutoramento. Primeiro agradeço a minha “pretinha”, minha fonte de inspiração, dedicação e superação. Apesar de seus poucos aninhos de vida, aprendeu a conviver com minha ausência durante a realização das atividades acadêmicas, sempre me recebendo com um sorriso lindo e um abraço apertado. Apesar da distância e das dificuldades, continuo sempre em frente tendo como estrela guia a maior e melhor coisa que Deus me deu, minha pequena Maria Gabrielle B. Andrade. O “paizão” te ama demais; Agradeço também à mulher que me incentivou e segurou minha mão nos momentos de incertezas, que aceitou e soube me esperar paciente nos momentos de ausência, que chorou comigo nos momentos de angústia e que vibrou nos momentos de alegria. A mulher que ganhou minha admiração e respeito nos pequenos gestos e atitudes do dia a dia, na sua simplicidade e acima de tudo na sua beleza de espírito. Serei eternamente grato por sua compreensão e carinho. Obrigado Sâmia Caroline!



“É exatamente disso que a vida é feita: de momentos! Momentos os quais temos que passar, sendo bons ou não, para o nosso próprio aprendizado, por algum motivo. Nunca esquecendo do mais importante: nada na vida é por acaso”.

CHICO XAVIE

## RESUMO

ANDRADE, Etielle Barroso de. **Padrões de diversidade e estruturação das comunidades de anfíbios anuros no Parque Estadual do Mirador-MA**. 2017. 144 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Biotecnologia-Rede BIONORTE, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os padrões de diversidade e estruturação das comunidades de anfíbios anuros em remanescentes de Cerrado do Parque Estadual do Mirador-PEM, correlacionando as variáveis ambientais com os padrões de distribuição das espécies e identificando fatores que determinem o estado de conservação do parque. Apesar do PEM se encontrar numa área de grande importância ecológica, poucos foram os trabalhos realizados sobre as comunidades biológicas, especialmente a de anfíbios. Assim, foi realizado um levantamento das espécies de anfíbios, de modo a descrever a riqueza e a composição da anurofauna, analisando a influência dos diferentes tipos vegetacionais na sua formação. As amostras foram realizadas através de procura ativa e o levantamento em sítios reprodutivos em diferentes corpos d'água no parque que resultou no registro de 31 espécies, pertencentes à cinco famílias: Leptodactylidae, Hylidae, Bufonidae, Microhylidae e Phyllomedusidae. A riqueza de espécies no PEM foi maior que a registrada por vários outros autores em diferentes regiões do Brasil, sendo formada por espécies típicas de Cerrado e por espécies fortemente associadas a outros biomas. A substituição das espécies entre os diferentes corpos d'água amostrados foi considerada elevada em todos os pares de combinação testados, mesmo entre os corpos d'água mais próximos. Os resultados revelaram o uso diferenciado nos sítios de vocalização, formando diferentes grupos com graus variados de sobreposição, sendo a heterogeneidade ambiental o melhor critério para explicar a elevada diversidade e a distribuição espaço-temporal das espécies. Ambientes estruturalmente complexos apresentam maior disponibilidade de recursos e a composição das comunidades é regulada pelo grau de sobreposição no uso dos microambientes disponíveis. O PEM é um importante corredor biorregional de conservação e entender os fatores que agem sobre os processos ecológicos e biogeográficos das espécies são úteis na implantação do plano de manejo do parque e fundamental para a conservação das espécies de anfíbios anuros do Maranhão.

**Palavras-chave:** Anura, Biodiversidade, Riqueza de espécies, Variáveis Ambientais, Cerrado.

## ABSTRACT

ANDRADE, Etielle Barroso de. **Diversity patterns and structure of anuran communities in the Parque Estadual do Mirador-MA**. 2017. 144 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Biotecnologia-Rede BIONORTE, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

This study aimed to evaluate the diversity patterns and structure of anuran's communities in the Cerrado remnants of the Parque Estadual do Mirador-PEM, correlating environmental variables with distribution patterns of the species and identifying factors that determine the conservation status of the park. Although the PEM is located an area of great ecological importance, few studies were conducted on the biological communities, especially of amphibians. Thus, we perform a survey about the amphibian's species describing the richness and composition of anuran fauna and analyzing the influence of different vegetation types in their formation. The sampling was carried out through active search and survey on breeding sites in different water bodies in the PEM, which resulted in the registration of 31 species belonging to five families: Leptodactylidae, Hylidae, Bufonidae, Microhylidae and Phyllomedusidae. Species richness in the PEM was greater than that recorded by several other authors in different regions of Brazil, being formed by typical Cerrado species and by species strongly associated with other biomes. The replacement of the species among the different water bodies was considered high in all combination pairs tested, even among the nearest water bodies. The results revealed a different use in vocalization sites, forming different groups with varying degrees of overlap, with environmental heterogeneity being the best criterion to explain the high diversity and spatial and temporal distribution of the species. Structurally complex environments have greater availability of resources and the composition of communities is regulated by the degree of overlap in the use of available microenvironments. The PEM is an important corridor bioregional conservation and understand the factors that act on the ecological and biogeographic processes of species are useful in the implementation of the management plan of the park and essential for the conservation of amphibians of the Maranhão state.

**Keywords:** Anura, Biodiversity, Species richness, Environment Variables, Cerrado Biome.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1: Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil

**Figura 1.** Location of Parque Estadual do Mirador-PEM, indicating the Cerrado biome coverage areas in the state of Maranhão (in gray) and the areas of sampling (A-B) within the park: A - Geraldina's advanced checkpoint, B - Zé Miguel's advanced checkpoint. ....67

**Figura 2.** Sampled environments in the Parque Estadual do Mirador-PEM. "A" represents the collection point P1; "B" represents the point P2; "C" represents the point P3; and "D" represents the point P7. ....67

**Figura 3.** Amphibians recorded in the Parque Estadual do Mirador-PEM. Family **Bufonidae**: A - *Rhinella jimi*, B - *Rhinella mirandaribeiroi*, C - *Rhinella ocellata*; Family **Hylidae**: D - *Dendropsophus branneri*, E - *Dendropsophus minutus*, F - *Dendropsophus rubicundulus*, G - *Dendropsophus soaresi*, H - *Dendropsophus* sp., I - *Hypsiboas multifasciatus*, J - *Hypsiboas punctatus*, K - *Osteocephalus taurinus*; L - *Scinax fuscomarginatus*, M - *Scinax nebulosus*, N - *Scinax* aff. *ruber*; Family **Leptodactylidae**: O - *Adenomera hylaedactyla*, P - *Adenomera saci*. ....68

**Figura 4.** Amphibians recorded in the Parque Estadual do Mirador-PEM. Family **Leptodactylidae**: A - *Adenomera* sp., B - *Leptodactylus fuscus*, C - *Leptodactylus mystaceus*, D - *Leptodactylus petersii*, E - *Leptodactylus sertanejo*, F - *Leptodactylus troglodytes*, G - *Leptodactylus vastus*, H - *Physalaemus centralis*, I - *Physalaemus cuvieri*, J - *Pseudopaludicola canga*, K - *Pseudopaludicola Jaredi*, L - *Pseudopaludicola mystacalis*; Family **Phyllomedusidae**: M - *Pithecopus azureus*. ....69

**Figura 5.** Rarefaction curve based on the number of individuals representing the observed richness (Sobs) and estimated richness (Bootstrap and Jackknife 1) in the Parque Estadual do Mirador-PEM. Curve constructed from 10,000 randomizations. ....70

**Figura 6.** Similarity (Jaccard index and clustering method "WPGMA"; cophenetic correlation coefficient = 0.8841) among the anuran species composition of the Parque Estadual do Mirador-

PEM and 24 other locations in Brazil, distributed among the **Amazon biome** (*DCKE* - Reserva Ducke; *REC* - Reserva Experimental Catuaba; *ALTA* – Altamira; *RPEV* - Rio Preto da Eva; *REGR* - Reserva Extrativista do Rio Gregório; *QCIA* – Querência); **Caatinga** (*CARI* - Boa Vista e São João do Cariri; *IBPA* - Planalto da Ibiapaba; *ARAR* - Chapada do Araripe; *EERC* - Estação Ecológica Raso da Catarina; *IGRA* - Ilha Grande, Piauí; *PNC* - Parque Nacional do Catimbau); **Cerrado** (*SOMA* - Bacia do Rio Tocantins, Sudoeste do Maranhã; *SGB* – Serra do Gado Bravo; *PNE* – Parque Nacional das Emas; *EESGT* - Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins; *EEUU* - Estação Ecológica Uruçuí-Uma; *SDGO* – Bacia dos Rios Piracanjuba e Peixe, Sudeste de Goiás; *PEM* – Parque Estadual do Mirador); **Atlantic rainforest** (*PPMB* - Área de Preservação Permanente Mata do Buraquinho; *RERP* - Reserva Rio das Pedras; *SOB* - Serra do Ouro Branco; *PECB* - Parque Estadual Carlos Botelho; *JQUI* – Jequié; *RSB* - Reserva de Serra Bonita); e **Pantanal** (*CRBA* – Corumbá; *SEPS* – Serras de Entorno do Pantanal Sul; *EEN* – Estação Ecológica Nhumirim; *PNSB* – Parque Nacional da Serra da Bodoquena; *FBP* - Fazenda Baía de Pedra.....70

## **CAPÍTULO 2: Diversidade, distribuição e uso de hábitat por anfíbios anuros em áreas de Cerrado no sul do estado do Maranhão, nordeste do Brasil**

**Figura 1.** Perfil esquemático, sem escala, da vegetação no entorno dos corpos d’água pesquisados. Pontos de coletas (P1-P7) representados pelos números de 1 a 7. A ordem dos pontos de coleta no esquema não corresponde à ordem de amostragem. O triângulo representa o sentido da corrente da água no esquema: (▼) de cima para baixo e (◄) da direita para a esquerda; o círculo (●) representa água parada; e o quadrado (■) representa água com pouca movimentação.....96

**Figura 2.** Similaridade no uso de hábitat entre 29 das 31 espécies registradas em sete hábitats no Parque Estadual do Mirador, com a formação de 5 grupos. Espécies: Ltro = *Leptodactylus troglodytes*; Rmir = *Rhinella mirandaribeiroi*; Lvas = *Leptodactylus vastus*; Lfus = *Leptodactylus fuscus*; Asac = *Adenomera saci*; Lser = *Leptodactylus sertanejo*; Pmys = *Pseudopaludicola mystacalis*; Pjar = *Pseudopaludicola jaredi*; Pcan = *Pseudopaludicola canga*; Ahyl = *Adenomera hylaedactyla*; Pcen = *Physalaemus centralis*; Pcuv = *Physalaemus cuvieri*; Esp = *Elachistocleis* sp.; Rjim = *Rhinella jimi*; Dbra = *Dendropsophus branneri*; Sfus = *Scinax fuscomarginatus*; Dsp = *Dendropsophus* sp.; Dmin = *Dendropsophus minutus*; Sneb

= *Scinax nebulosus*; Pazu = *Pithecopus azureus*; Drub = *Dendropsophus rubicundulus*; Dsoa = *Dendropsophus soaresi*; Srub = *Scinax* gr. *ruber*; Hmul = *Hypsiboas multifasciatus*; Hpun = *Hypsiboas punctatus*; Hboa = *Hypsiboas boans*; Otau = *O. taurinus*. Coeficiente de correlação cofenético ( $r$ ) = 9609. ....96

**Figura 3.** Sítio de vocalização e uso de habitat das espécies de anuros registradas no Parque Estadual do Mirador-MA. Família **Bufonidae**: 1) *Rhinella jimi*; 2) *Rhinella mirandaribeiroi*; Família **Hylidae**: 3) *Dendropsophus branneri*; 4) *Dendropsophus minutus*; 5) *Dendropsophus rubicundulus*; 6) *Dendropsophus soaresi*; 7) *Dendropsophus* sp.; 8) *Hypsiboas boans*; 9) *Hypsiboas multifasciatus*; 10) *Hypsiboas punctatus*; 11) *Osteocephalus taurinus*; 12) *Scinax fuscomarginatus*; 13) *Scinax nebulosus*; 14) *Scinax* gr. *ruber*; Família **Leptodactylidae**: 15) *Adenomera hylaedactyla*; 16) *Adenomera saci*; 17) *Leptodactylus fuscus*; 18) *Leptodactylus sertanejo*; 19) *Leptodactylus troglodytes*; 20) *Leptodactylus vastus*; 21) *Physalaemus centralis*; 22) *Physalaemus cuvieri*; 23) *Pseudopaludicola canga*; 24) *Pseudopaludicola mystacalis*; 25) *Pseudopaludicola jaredi*; Família **Microhylidae**: 26) *Elachistocleis* sp.; Família **Phyllomedusidae**: 27) *Pithecopus azureus*. ....97

**Figura 4.** Relação entre a precipitação e umidade relativa do ar sobre a riqueza e abundância das espécies de anuros e período de vocalização das espécies registradas no Parque Estadual do Mirador, registrados bimestralmente entre dezembro de 2013 a fevereiro de 2015. ....98

### **CAPÍTULO 3: Influência da heterogeneidade ambiental sobre uma comunidade de anfíbios anuros em áreas de Cerrado no Nordeste brasileiro**

**Figura 1.** Relação entre o Coeficiente de Similaridade de Geográfica e as distâncias geográficas dos sete corpos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM. .... 132

**Figura 2.** Similaridade entre as comunidades de anfíbios anuros registrados em sete corpos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, utilizando o Coeficiente de Similaridade de Geográfica (CSG)..... 132

**Figura 3.** Similaridade entre a composição das espécies de anfíbios anuros registrados em sete corpos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, utilizando o Coeficiente de Similaridade de Bray-Curtis. As linhas contínuas representam agrupamentos estatisticamente

significantes ( $P < 0,05$ ), enquanto que as linhas tracejadas indicam ausência de significância entre os agrupamentos. .... 133

**Figura 4.** Similaridade entre a composição estrutural (descritores ambientais) dos corpos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, utilizando a distância Euclidiana. As linhas contínuas representam agrupamentos estatisticamente significantes ( $P < 0,05$ ), enquanto que as linhas tracejadas indicam ausência de significância entre os agrupamentos..... 133

**Figure 5.** Análise de Correspondência Canônica (CCA) utilizando os descritores ambientais e a composição das espécies de anfíbios anuros registrados nos corpos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, entre dezembro de 2013 a fevereiro de 2015. Descritores ambientais: TPC - Tipo de corpo d'água; TMC - Tamanho do corpo d'água; IM - Inclinação da margem; TM - Tipos de margens; AVM - Altura predominante da vegetação na margem; PVS - Porcentagem de vegetação na superfície da água; NAP - Número de agrupamento de plantas dentro do corpo d'água; NTV - Número de tipos de vegetação dentro do corpo d'água; NTM - Número de tipos de vegetação marginal; PRO – Profundidade; DCD - Duração corpo d'água; MAG - Movimentação da água. Ver metodologia para maiores detalhes. Abreviações das espécies: Rjim - *Rhinella jimi*; Rmir – *R. mirandaribeiroi*; Dbra - *Dendropsophus branneri*; Dmin - *D. minutus*; Drub - *D. rubicundulus*; Dsoa - *D. soaresi*; Dsp - *Dendropsophus* sp.; Hboa - *Hypsiboas boans*; Hmul - *H. multifasciatus*; Hpun - *H. punctatus*; Otau - *Osteocephalus taurinus*; Sfus - *Scinax fuscomarginatus*; Sneb - *S. nebulosus*; Srub - *Scinax gr. ruber*; Ahyl - *Adenomera hylaedactyla*; Asac - *A. saci*; Lfus - *Leptodactylus fuscus*; Lser - *L. sertanejo*; Ltro - *L. troglodytes*; Lvas - *L. vastus*; Pcen - *Physalaemus centralis*; Pcuv - *P. cuvieri*; Pcan - *Pseudopaludicola canga*; Pjar - *P. jaredi*; Pmys - *P. mystacali*; Esp - *Elachistocleis* sp.; Pazu - *Pithecopus azureus* ..... 134

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 1: Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil**

**Tabela 1.** Physical description of the sampled environments from December 2013 to February 2015 in the Parque Estadual do Mirador-PEM, Central-South region of the Maranhão state. ...

.....63

**Tabela 2.** Anuran list registered in the Parque Estadual do Mirador-PEM with information on the type of habitat and species distribution among the sites sampled, continental distribution between different morphoclimatic domain and the methods employed in collections. Sampling points: P1, P2, P3, P4, P5, P6 and P7 (see description in Materials and Methods); \* Represents the record of species near the collection sites. Habitat: A - open formations; F - forest formations. Geographic distribution: CAM - species occurring in the Cerrado and the Amazon; CA - species registered in the Cerrado and Caatinga; E - endemic to the Cerrado; AM - species occurring with wide distribution.....64

**Tabela 3.** Localities list with amphibian inventories in the Cerrado biome, including the Parque Estadual do Mirador - PEM. Spp. - Number of species; SE - sampling effort (days/month); NS - number of sampling sites; SM - sampling method (1 - interception traps and fall, 2 - sampling in breeding site; 3 - active search; 4 - casual encounter); DP - distance in kilometers from PEM. ....66

### **CAPÍTULO 2: Diversidade, distribuição e uso de hábitat por anfíbios anuros em áreas de Cerrado no sul do estado do Maranhão, nordeste do Brasil**

**Tabela 1.** Anfíbios anuros registrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, região centro-sul do estado do Maranhão, entre dezembro de 2013 a fevereiro de 2015. Pontos de amostragens: P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7 (ver descrição na metodologia); Constância de ocorrência (Const. ocor.): C, constante; Acs, acessória; Oc, ocasional; Modo reprodutivo (Modo reprod.); (\*) espécies não consideradas nas análises estatísticas. ....92



**Tabela 2.** Similaridade entre os sete corpos d'água estudados Parque Estadual do Mirador-PEM, com base na composição de espécies de anuros. Valores inferiores a 50% (negrito) indicam elevada substituição de espécies (diversidade  $\beta$ ) entre os vários pares de combinações. Em itálico, o número de espécies comum entre os corpos d'água. ....95

### **CAPÍTULO 3: Influência da heterogeneidade ambiental sobre uma comunidade de anfíbios anuros em áreas de Cerrado no Nordeste brasileiro**

**Tabela 1.** Abundância de anfíbios anuros registrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, entre dezembro de 2013 a fevereiro de 2015, em cada ponto de amostragem (P1-P7), destacando a abundância total de cada espécie, além da riqueza, abundância, índice de diversidade e uniformidade em cada ponto de amostragem. (\*) espécies não consideradas nas análises estatísticas..... 125

**Tabela 2.** Média aritmética dos descritores ambientais analisados nos sete pontos de coleta (P1-P7) do Parque Estadual do Mirador-PEM e resultados da Análise de Correspondência Canônica-CCA mostrando a contribuição das variáveis ambientais dos corpos d'água sobre a composição das espécies. Abreviações: TPC - Tipo de corpo d'água; TMC - Tamanho do corpo d'água; IM - Inclinação da margem; TM - Tipos de margens; AVM - Altura predominante da vegetação na margem; PVS - Porcentagem de vegetação na superfície da água; NAP - Número de agrupamento de plantas dentro do corpo d'água; NTV - Número de tipos de vegetação dentro do corpo d'água; NTM - Número de tipos de vegetação marginal; PRO – Profundidade; DCD - Duração corpo d'água; MAG - Movimentação da água. Ver metodologia para maiores detalhes. .... 129

**Tabela 3.** Contribuição das espécies à dissimilaridade entre os pares de combinação dos sete pontos de amostragem do Parque Estadual do Mirador-PEM, considerando as contribuições cumulativas de até 20%. .... 130

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	19
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	22
2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ANFÍBIOS .....	22
2.2 RIQUEZA E PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DOS ANFÍBIOS .....	24
3.2 O CERRADO E FAUNA DE ANFÍBIOS .....	27
<b>3. REFERÊNCIAS</b> .....	31
<b>CAPÍTULO 1: Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil</b> .....	46
Introduction .....	50
Materials and Methods .....	51
Results and Discussion .....	52
References .....	57
<b>CAPÍTULO 2: Diversidade, distribuição e uso de hábitat por anfíbios anuros em áreas de Cerrado no sul do estado do Maranhão, nordeste do Brasil</b> .....	72
Introdução.....	75
Material e Métodos.....	75
Resultados.....	78

Discussão .....	80
Referências .....	85
<b>CAPÍTULO 3: Influência da heterogeneidade ambiental sobre uma comunidade de anfíbios anuros em áreas de Cerrado no Nordeste brasileiro....</b>	<b>99</b>
Introdução.....	102
Material e Métodos.....	103
Resultados.....	108
Discussão .....	111
Referências .....	117
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>135</b>

## **ANEXOS**

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Apesar dos últimos avanços científicos e tecnológicos, principalmente na área de modelagem computacional, prever o número exato de espécies no mundo é uma tarefa extremamente difícil (MORA et al., 2011), tendo em vista o escasso conhecimento da diversidade biológica do mundo (MAY, 2010). São conhecidas atualmente cerca de 1,2 milhões de espécies de eucariontes, no entanto, estimativas mais recentes indicam que existam cerca de 8,7 milhões, ou seja, cerca de 96% das espécies do mundo permanecem desconhecidas (MORA et al., 2011). Contudo, esse número pode ser ainda maior, uma vez que esta estimativa considera apenas os organismos eucariontes, e o número de espécies sugeridas possa chegar a mais de 100 milhões, considerando todos os organismos (MAY, 2010). Esses dados são bastante preocupantes, principalmente em relação ao acelerado ritmo de extinção (ALROY, 2002). Isso evidencia a necessidade de se intensificar os estudos para caracterizar a biodiversidade ainda desconhecida, bem como aumentar o conhecimento das espécies já conhecidas, descrevendo os padrões e processos que determinam a ocorrência destas em determinados ambientes para desacelerar a perda da biodiversidade e promover a recuperação e uso sustentável dos recursos naturais (SANTOS, 2003; MAY, 2010; MORA et al., 2011).

Compreender os padrões espaciais e processos ecológicos e evolutivos das espécies direcionadas por fatores ambientais é um dos principais temas abordados em estudos ecológicos e biogeográficos (BEGON et al., 2007; RICKLEFS, 2010). A estrutura das comunidades biológicas é moldada por fatores que determinam os padrões de coexistência das espécies (BEGON et al., 2007), e esta por sua vez, influenciada por interações intra e interespecíficas, motivam a partição e uso dos recursos disponíveis no ambiente (RICKLEFS, 2010). Dessa forma, a compreensão dos fatores que regulam os padrões de distribuição e abundância das espécies locais é fundamental para entender a dinâmica da extinção, colonização e migração das espécies numa escala espacial (GILPIN; HANSKI, 1991).

Os anfíbios são componentes significantes da biota terrestre, principalmente pelo fato de apresentarem grande abundância e ampla distribuição em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (DUELLMAN; TRUEB, 1994) e, por serem funcionalmente importantes tanto em ambientes terrestres quanto aquático. Por apresentarem certas características fisiológicas, como pele permeável, e características ecológicas, como ciclo de vida bifásico, a maioria dos anfíbios é bastante restrita a ambientes úmidos, pelo menos na fase larval. Devido a essas características esses organismos são altamente sensíveis a alterações na qualidade ambiental (WELLS, 2007; VITT; CALDWELL, 2014), o que os torna espécies-chaves na avaliação de

longas mudanças geográficas ou globais no ambiente (POUNDS et al., 1999, 2006). Inúmeros estudos mostram que as populações de anfíbios vêm declinando drasticamente nos últimos anos, devido, entre outros fatores, às intensas modificações, parciais ou totais do ambiente, causado principalmente por atividades antrópicas (PECHMANN et al., 1991; BLAUSTEIN et al., 1994; HOULAHAN et al., 2000; STUART et al., 2004; LIPS et al., 2006; BECKER, et al., 2007). Diante das intensas modificações estruturais causadas às comunidades naturais, torna-se urgente o desenvolvimento de pesquisas que determinem os padrões de diversidade e distribuição das espécies, principalmente em regiões ecotonais. Nestas regiões, ocorre a transição entre sistemas ecológicos consistentes, formando gradientes ecológicos sensíveis às mudanças ambientais (LOEHLE, 2000), podendo influenciar o grau de interação e os mecanismos de distribuição das espécies em determinadas áreas (WASSON et al., 2013).

Neste sentido, o domínio fitogeográfico do Cerrado forma uma região biogeográfica de grande interesse para o desenvolvimento de estudos sobre os padrões de diversidade e distribuição das espécies, devido à sua grande extensão e localização entre os demais domínios do Brasil. O Cerrado é considerado o segundo maior domínio fitogeográfico do Brasil, cobrindo cerca de um quarto do território nacional e faz limite com todos os outros domínios fitogeográficos do Brasil, com exceção apenas dos Campos Sulinos (RIBEIRO; WALTER, 2008). As zonas limítrofes formam verdadeiras áreas ecotonais de influência mútua que, juntamente com diversos processos históricos, climáticos e geomorfológicos (SILVA; BATES, 2002), atuam na formação de um complexo mosaico de fitofisionomias, no qual variam desde de formações abertas (campos e savanas) até áreas de florestas (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão) (RIBEIRO; WALTER, 2008). Essa elevada diversidade vegetacional permite a coexistência de um grande número de espécies com diferentes nichos ecológicos, o que dá ao Cerrado o título de savana mais biodiversa do mundo, abrigando cerca de 5% de todas as espécies de animais e plantas conhecidas (BRASIL, 2015).

Apesar da sua grande extensão e de ser considerado um *hotspot* mundial de biodiversidade (MYERS et al., 2000; SILVA; BATES, 2002), o Cerrado vem sofrendo forte descaracterização, principalmente em função da grande expansão agrícola e intensa exploração local de produtos nativos (KLINK; MACHADO, 2005), ocasionando o desaparecimento de inúmeras espécies. Cerca de 1173 de espécies animais estão atualmente em risco de extinção (MMA, 2014) e quantificar o grau de ameaça que as espécies vêm sofrendo deve-se principalmente à falta de conhecimentos substanciados sobre a distribuição, uso de habitats e biologia reprodutiva da maioria das espécies (YOUNG et al., 2001). Sendo assim, torna-se urgente aumentar os esforços para compreender os padrões de distribuição das espécies em

função de diferentes variáveis ambientais, utilizando esses dados na avaliação do nível de conservação e preservação da biodiversidade em diversas áreas de Cerrado (DOAN; ARRIAGA, 2002; ROCHA et al., 2004).

O estado do Maranhão situa-se numa região caracterizada pela transição dos climas semiárido do interior do nordeste e equatorial úmido da Amazônia, formando verdadeiros corredores ecológicos com elevado potencial para endemismo de espécies que raramente são considerados em políticas ambientais (BARRETO, 2007; SILVA et al., 2013). Além disso, o conhecimento sobre a biodiversidade dessas áreas é bastante escasso (BARRETO, 2007). Apesar da intensa pressão antrópica, o Maranhão possui uma das mais bem preservadas áreas de Cerrado da porção norte deste domínio, sendo considerada como uma importante área prioritária para conservação da biodiversidade (DINIZ-FILHO et al., 2005a), especialmente pela falta de informações sobre vários grupos taxonômicos. Neste cenário, os inventários faunísticos representam importante ferramentas para coletar informações sobre os padrões de riqueza e biologia das espécies, fornecendo requisitos básicos para o desenvolvimento de modelos ecológicos necessários para a implantação de medidas efetivas de conservação (GOTELLI; COLWELL, 2001).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os padrões de diversidade e estruturação das comunidades de anfíbios do Parque Estadual do Mirador-PEM, um importante remanescente de Cerrado no estado, fornecendo informações sobre: 1) a riqueza e o padrão de similaridade entre as comunidades de anuros em diferentes áreas do Cerrado, analisando ainda a influência de outros domínios fitogeográficos sobre a composição das espécies (capítulo 1); 2) diversidade e influência dos fatores ambientais e climáticos sobre os padrões de distribuição e uso de hábitat das espécies de anuros do parque (capítulo 2); e 3) o padrão de estruturação da comunidade de anuros, identificando as variáveis que melhor explicam a composição e os padrões de distribuição das espécies registrados na região centro-meridional do estado do Maranhão (capítulo 3).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ANFÍBIOS

Os anfíbios atuais (Anura, Caudata e Gymnophiona) compartilham algumas características morfológicas (dentes pedicelados) e fisiológicas (pele permeável e sem escamas) semelhantes que sustentam a monofilia do grupo, sendo sustentada por evidências moleculares (ZARDOYA; MEYER, 2001; SAN MAURO et al., 2005; ZHANG et al., 2005), que os aloca dentro de um clado monofilético conhecido como Lissamphibia (DUELLMAN; TRUEB, 1994; WELLS, 2007)

A grande diversidade de formas, características ecológicas e comportamentais dos anfíbios (DUELLMAN; TRUEB, 1994; WELLS, 2007; VITT; CALDWELL, 2014), juntamente com a falta de caracteres compartilhados, associada à escassez de registros fósseis, dificulta também a formulação das relações filogenéticas entre as três ordens atuais Gymnophiona (cecílias), Caudata (salamandras) e Anura (sapos, rãs e pererecas) (ZARDOYA; MEYER, 2000). As evidências morfológicas sustentam as linhas de pensamento que os sapos e salamandras formem o clado Batrachia (DUELLMAN; TRUEB, 1994; PYRON, 2011; MADDIN et al., 2012), enquanto que as evidências genéticas sugerem uma relação mais próxima entre salamandras e cecílias e a formação do clado Procerata (VALLIN; LAURIN, 2004; ANDERSON, 2008; MADDIN; ANDERSON, 2012).

Independentemente de sua ancestralidade, os Lissamphibia ou simplesmente anfíbios modernos apresentam características derivadas e compartilhadas que permitem a caracterização geral do grupo (WELLS, 2007; VITT; CALDWELL, 2014). Os anfíbios são animais ectotérmicos, condição fisiológica ancestral na qual a regulação da temperatura corporal depende de uma fonte externa de calor, independentemente de seu metabolismo (WELLS, 2007; VITT; CALDWELL, 2014), o que significa que a temperatura é um fator chave em diversos processos fisiológicos e comportamentais desses indivíduos (WONG et al., 2004; VITT; CALDWELL, 2014). Além disso, as baixas taxas metabólicas, associadas com a condição de ectotermia, faz dos anfíbios um importante grupo produtor de biomassa (POUGH, 1983), uma vez que grande parte da energia consumida é utilizada no seu crescimento (POUGH, 2007; WELLS, 2007), o que os tornam componentes fundamentais no fluxo de energia dos ecossistemas terrestres (BEGON et al., 2007).

Apesar da descendência direta com os primeiros tetrápodes terrestres e de obterem sucesso na exploração dos mais variados tipos de ambientes terrestres, os anfíbios continuam intimamente ligados à água, uma vez que grande parte das espécies dependem da água ou de

ambientes úmidos para reprodução (DUELLMAN; TRUEB, 1994; VITT; CALDWELL, 2014). Essa dependência da água está ligada, inclusive, ao fato de a maioria dos anfíbios apresentarem fecundação externa, na qual machos e fêmeas depositam seus gametas diretamente na água, onde suas larvas completam seu desenvolvimento (DUELLMAN; TRUEB, 1994; VITT; CALDWELL, 2014). Além disso, os ovos dos anfíbios não apresentam proteção externa contra dessecação (WELLS, 2007; POUGH et al., 2008). O sucesso na invasão do ambiente terrestre só foi possível graças às várias modificações adaptativas que resultaram em uma grande diversidade de modos reprodutivos e histórias de vida entre os anfíbios (DUELLMAN; TRUEB, 1994; WELLS, 2007; VITT; CALDWELL, 2014). Um exemplo de tal modificação foi o surgimento em diferentes linhagens de anfíbios da fecundação interna (KÜHNEL et al., 2010; VITT; CALDWELL, 2014) e da viviparidade em algumas espécies (DUELLMAN; TRUEB, 1994; WAKE; DICKIE, 1998; WELLS, 2007). Os anfíbios apresentam a maior diversidade de modos reprodutivos entre todos os grupos de vertebrados, possuindo cerca de 51 modos reprodutivos diferentes, sendo a maior diversidade registradas dentro da ordem Anura (41 modos), que varia desde a simples deposição dos ovos diretamente na água até casos de ovoviviparidade e viviparidade (GURURAJA et al., 2014; ISKANDAR et al., 2014; VITT; CALDWELL, 2014).

Outra característica bastante peculiar dos anfíbios que os mantém ainda presos à condição aquática ou semiaquática é a constante perda de água através da pele (WELLS, 2007; VITT; CALDWELL, 2014). A pele glandular e desprovida de escamas é ricamente vascularizada e altamente permeável à água, íons e gases respiratórios, sendo, portanto, importante no balanço hídrico e manutenção da homeostasia (WELLS, 2007). Grande parte da água necessária às reações metabólicas dos anfíbios e até 100% das trocas gasosas ( $O_2$ - $CO_2$ ) provêm de suas superfícies corporais (TATTERSALL, 2007). No entanto, a pele relativamente fina e altamente permeável resulta também em perdas de grandes volumes de água por evaporação (LIU; HOU, 2012), o que levou os anfíbios a desenvolverem diferentes adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais para garantir a sobrevivência em condições adversas (POUGH, 1983; BARBEAU; LILLYWHITE, 2005). Tais adaptações incluem excreção de ácido úrico (uricotelismo), alta capacidade de reidratação, principalmente através da pele da região ventral e redução da perda de água através da produção de secreções lipídicas por glândulas mucosas na pele (BARBEAU; LILLYWHITE, 2005; WELLS, 2007; LIU; HOU, 2012). Assim, a presença de ambientes úmidos é um dos principais determinantes na distribuição e abundância das espécies de anfíbios (WELLS, 2007; VITT; CALDWELL, 2014).



## 2.2 RIQUEZA E PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DOS ANFÍBIOS

A preocupação com o acelerado ritmo de extinção das espécies de anfíbios nas últimas décadas, impulsionou o interesse e o desenvolvimento de novas pesquisas em busca de respostas que ajudassem a entender as causas e consequências desse fenômeno em várias partes do mundo (HOULAHAN et al., 2000; BECKER et al., 2007; STUART et al., 2008; HOF et al., 2011; BISHOP et al., 2012), o que gerou também um aumento no conhecimento das espécies já descritas e um crescente número de novas espécies descobertas. Atualmente são conhecidas cerca de 7.660 espécies anfíbios no mundo, sendo a ordem Anura a mais numerosa com cerca de 6.760 espécies (88%), seguido da ordem Caudata, com 695 espécies (9%) de ordem Gymnophiona, com 205 espécies (3%) (AMPHIBIAWEB, 2017; FROST, 2017). O número de novas espécies vem aumentando rapidamente nos últimos anos. Cerca de 26% das espécies foram incluídas recentemente, entre os anos de 2004 e 2016 (AMPHIBIAWEB, 2015). Somente no ano de 2016 foram descritas mais de 100 espécies de anfíbios no mundo (AMPHIBIAWEB, 2017; FROST, 2017).

A região Neotropical possui a grande maioria das espécies de anfíbios do mundo (HEYER et al., 1990; DUELLMAN, 1988, 1999) e o Brasil detém cerca de 1.080 espécies, cerca de 14% da diversidade conhecida, sendo o recordista mundial em número de espécies (SILVANO; SEGALLA, 2005, SEGALLA et al., 2016). São registrados no Brasil atualmente 1.039 anuros, distribuídos em 20 famílias e 90 gêneros, 36 cecílias, distribuídos em quatro famílias e 12 gêneros, e cinco espécies de salamandras, em uma única família e gênero (SEGALLA et al., 2016). Destas espécies, mais de 60% são endêmicas do território brasileiro (LEWINSOHN; PRADO, 2002) e se distribuem de formas diferentes entre as quatro principais formações vegetacionais do Brasil (Floresta Amazônica, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica), apresentando elevado grau de endemismo, principalmente na Mata Atlântica e no Cerrado (VALDUJO et al. 2012), considerados *hotspots* mundiais de biodiversidade (MYERS et al., 2000).

Como resultado de milhões de anos de evolução, os anfíbios se irradiaram através dos ambientes terrestres, explorando com sucesso uma grande variedade de habitats em diferentes regiões do planeta, desde os ambientes húmidos nas florestas tropicais até regiões desérticas, com exceção apenas das regiões polares (DUELLMAN; TRUEB, 1994; STEBBINS; COHEN, 1997; WELLS, 2007; VITT; CALDWELL, 2014). Essa grande diversidade de ambientes ocupados resulta das inúmeras adaptações evolutivas, decorrentes dos processos ecológicos gerados a partir da interação entre os fatores bióticos e abióticos, tais

como clima e vegetação (RICKLEFS; SCHLUTER, 1993; DUELMAN 1999; RICKLEFS, 2010). Neste caso, os ambientes naturais são constituídos por fatores que determinam a estruturação e a formação de diversos tipos de microhabitats, que em conjunto com as limitações ecofisiológicas e comportamentais dos anfíbios, geram os padrões gerais de distribuição das espécies (SCHLUTER; RICKLEFS, 1993; BEGON et al., 2007; BUCKLEY; JETZ, 2007).

Vários são os fatores associados à composição e a estrutura das comunidades de anfíbios, principalmente os resultantes de necessidades fisiológicas e das interações bióticas com outras espécies (ZWEIMÜLLER, 1995; BLAUSTEIN; BANCROFT, 2007). A partilha de locais para a reprodução, por exemplo, é resultante das adaptações morfofisiológicas e comportamentais (CARDOSO et al., 1989), além de diferenças nos sítios reprodutivos, temporada e turno de vocalização (CARDOSO et al., 1989; ROSSA-FERES; JIM, 1994; POMBAL, 1997). Assim como a sobreposição na utilização dos recursos alimentares e reprodutivos que influencia diretamente as relações bióticas entre as espécies, como a competição e a predação (SEMLITSCH et al., 1996; ETEROVICK; SAZIMA, 2000).

Além das relações bióticas entre as espécies, as variáveis ambientais influenciam o comportamento dos anfíbios, uma vez que são altamente sensíveis às mudanças de precipitação, hidroperíodo, umidade do solo, altitude, sazonalidade e heterogeneidade ambiental (TOLEDO et al., 2003; BEJA; ALCÁZAR, 2003; WOINARSKI; GAMBOLD, 1992; GIARETTA et al., 1999; VONESH, 2001; BASTAZINI et al., 2007). É consenso entre os especialistas que a disponibilidade de água para a reprodução é um dos principais determinantes na distribuição geográfica e na partilha de hábitat entre os ambientes naturais (MOREIRA; BARRETO, 1997; RODRÍGUEZ et al., 2005; WELLS, 2007). Neste caso, os padrões sazonais de precipitação, observado na região tropical, estão intimamente relacionados ao aumento da diversidade de anfíbios e ao maior número de espécies em atividade de reprodução (GIARETTA et al., 1999; TOLEDO et al., 2003; VASCONCELOS; ROSSA-FERES, 2005; VIEIRA et al., 2007), especialmente em regiões onde a sazonalidade na distribuição das chuvas é bem marcada (VIEIRA et al., 2007; SANTOS; ROSSA-FERES; CASATTI, 2007; KOPP et al., 2010). Esse é um padrão observado na maioria das espécies de anfíbios (DUELLMAN; TRUEB, 1994), no entanto, algumas fogem à regra e apresentam atividades reprodutivas prolongadas durante todo o ano ou até mesmo em períodos com menores volumes pluviométricos (DUELLMAN; TRUEB, 1994; VASCONCELOS; ROSSA-FERES, 2005; KOPP et al., 2010).

A temperatura é outro fator climático potencialmente importante na estruturação e na distribuição das comunidades de anfíbios nos ecossistemas naturais (BUCKLEY; JETZ,

2007; BLAUSTEIN et al., 2010; LÓPEZ-ALCAIDE; MACIP-RÍOS, 2011; ORTIZ-YUSTY, 2013). Pequenas variações termais afetam as taxas de assimilação e utilização de energia dos indivíduos (BENNETT 1990; VITT; CALDWELL, 2014), influenciando diretamente nas suas características imunológicas, fisiológicas, ecológicas e comportamentais, incluindo aquelas relacionadas a reprodução, taxa de desenvolvimento e procura por alimento (NAVAS et al., 2008; MACIEL; JUNCÁ, 2009; BLAUSTEIN et al., 2010; LÓPEZ-ALCAIDE; MACIP-RÍOS, 2011). Dessa forma, variação nos padrões fenológicos, como modificações temporais no período reprodutivo, por exemplo, decorrentes do aumento da temperatura foram observadas em inúmeras espécies de anfíbios (BEEBER, 1995; FORCHHAMMER et al., 1998; BLAUSTEIN et al., 2001; VAIRA, 2005; KUSANO; INOUE, 2008), o que resulta em alterações profundas na estrutura das comunidades e no funcionamento dos ecossistemas (BLAUSTEIN et al., 2001). Tais alterações podem levar, inclusive, à diminuição progressiva ou até mesmo a eliminação total dessas comunidades (POUNDS et al., 1999; BLAUSTEIN et al., 2010, 2001).

Embora a temperatura e a precipitação influenciem isoladamente a distribuição e o sucesso reprodutivo das espécies, a interação entre esses fatores potencializa os efeitos do clima sobre os organismos vivos e determina a forma como estes interagem entre si (BUCKLEY; JETZ, 2007; BLAUSTEIN et al., 2010, 2001). Juntos, estes fatores determinam o fluxo de energia nos ecossistemas naturais e restringem o número de indivíduos que podem coexistir em uma determinada área, influenciando de forma direta e indireta, a riqueza e a distribuição das espécies (GASTON, 2000; WHITTAKER, et al. 2001; ANDREWS et al., 2002; LÓPEZ-ALCAIDE; MACIP-RÍOS, 2011). Buckley e Jetz (2007), ao analisarem os padrões de riqueza de anfíbios levando em consideração os condicionantes históricos e ambientais, observaram que a temperatura por si só é um fraco preditor para a riqueza de espécies, no entanto, a união dos fatores climáticos temperatura e precipitação foram responsáveis por explicar cerca de 90% da variação na riqueza global de anfíbios. Neste caso, os padrões biogeográficos dos anfíbios são mais influenciados por fatores climáticos que os padrões observados em outros organismos (JETZ; RAHBEK, 2002; BUCKLEY; JETZ, 2007), uma vez que a taxa de explicação nos padrões espaciais de riqueza de vários grupos de animais e plantas varia entre 50% a 70% (WHITTAKER, et al. 2001; ORTIZ-YUSTY, 2013). Assim, locais que apresentam melhor balanço umidade-temperatura apresentam valores elevados de produtividade primária e maior capacidade de suporte do meio em relação às comunidades naturais, isso explica o fato da região tropical abrigar grande parte das espécies mundiais (BEGON et al., 2007; RICKLEFS, 2010).

Além dos fatores que agem em escalas macroespaciais como umidade, precipitação e temperatura (DUELLMAN; TRUEB, 1994; DUELLMAN, 1999), os anfíbios são também influenciados por uma infinidade de fatores que agem em escala meso e microespacial (MENIN et al., 2007; DRUCKER et al., 2008; PERES-NETO et al., 2012), como por exemplo, a heterogeneidade ambiental, topografia, umidade do solo, serapilheira (FAUTH et al., 1989; GIARETTA et al., 1999; BASTAZINI et al., 2007; ZHANG; LU, 2012), além dos fatores bióticos, como competição e a predação (SEMLITSCH et al., 1996; ETEROVICK; SAZIMA, 2000). A união desses fatores resulta na formação de microhabitats específicos que determinam a ocorrência e a distribuição das espécies. Entender os padrões de distribuição, baseado na dinâmica complexa dos fatores é um desafio na ecologia (BEGON et al., 2007; RICKLEFS, 2010). A maioria dos anfíbios possui ciclos de vida complexos, envolvendo desenvolvimento em mais de um tipo de ambiente (BLAUSTEIN et al., 2001), o que os torna altamente dependentes da qualidade ambiental, tendo então sua dispersão limitada por alteração dos habitats favoráveis (BOWNE; BOWERS, 1994; BECKER et al., 2007). Dessa forma, conhecer os padrões que governam a distribuição das espécies de anfíbios é fundamental para elaboração de estratégias de conservação e o manejo adequado das espécies de uma determinada região (WILLIAMS; HERO, 2001; ÁVILA; FERREIRA, 2004; VASCONCELOS et al., 2012).

### 2.3 O CERRADO E FAUNA DE ANFÍBIOS

O Cerrado constitui o segundo maior domínio fitogeográfico do Brasil e um dos mais importantes da América do Sul, abrigando cerca de 5% de todas as espécies de animais e plantas conhecidas, sendo considerada a savana tropical mais biodiversa do mundo (MITTERMEIER et al., 2004; BRASIL, 2015). Localizado na porção central da América do Sul, possui uma área aproximada de 2 milhões de km<sup>2</sup> (MITTERMEIER et al., 2004; BRASIL, 2015), atravessando o Brasil numa faixa diagonal, sentido sudoeste-nordeste, desde o Paraná até o norte do Maranhão, incluindo áreas de transição no Piauí (RIBEIRO; WALTER, 2008). O Cerrado apresenta sazonalidade bem marcada, apresentando períodos chuvosos com precipitação média menor que 1.600 mm/ano e alguns meses de secas severas (abril-setembro), e temperaturas médias variando entre 20 e 28° C (WERNECK, 2011).

Devido a sua grande extensão, o Cerrado estabelece contato com quase todos os outros domínios fitogeográficos do Brasil, limitando-se à norte com a Floresta Amazônica e à sul e sudeste com a Mata Atlântica (domínios florestais), à nordeste com a Caatinga e sudoeste com o Charco e Pantanal (domínios abertos), formando com estes últimos a “diagonal de formação

aberta” da América do Sul (VANZOLINI, 1963; WERNECK, 2011). Como resultado de diversos processos históricos, climáticos e geomorfológicos (SILVA; BATES, 2002), o Cerrado forma um complexo heterogêneo de fitofisionomias que varia desde de formações abertas (campos e savanas) até áreas de florestas (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão) (RIBEIRO; WALTER, 2008), apresentando elevada biodiversidade e constituindo um importante centro neotropical de endemismo (MÜLLER, 1973; NOGUEIRA et al., 2011).

Apesar de ser considerado um dos 34 *hotspots* de biodiversidade do planeta (MITTERMEIER et al., 2004) e o berço das águas, abastecendo os três grandes aquíferos do Brasil (Bambuí, Urucuia e Guarani), o Cerrado vem sofrendo um acelerado ritmo de modificação dos seus ecossistemas e habitats naturais, ocasionando o desaparecimento de um grande número de espécies (KLINK; MACHADO, 2005). Estima-se que nos últimos anos, mais da metade da cobertura original do Cerrado tenha sido perdida devido à intensa ação antrópica, promovida principalmente através das expansões do agronegócio (KLINK; MACHADO, 2005). Apesar de ser considerada uma região prioritária para estudos conservacionistas, apresentando um elevado grau de endemismo e das altas taxas de perda de habitat, o Cerrado é uma das regiões menos conhecidas em relação à diversidade biológica e aos processos ecológicos que guiam os padrões de distribuição das espécies (TONIAL et al., 2012). Além disso, dados moleculares evidenciam a existência de um grande número de espécies crípticas na região (PRADO et al., 2012; WERNECK et al., 2012; COSTA et al., 2012), o que torna ainda mais emergencial a realização de estudos ecológicos e biogeográficos que possam subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas e o planejamento de medidas efetivas de conservação (BICKFORD et al., 2007).

Dentre os grupos taxonômicos, os anfíbios constituem elementos fundamentais no fluxo de energia e manutenção do equilíbrio dos diversos ecossistemas do Cerrado, controlando as populações de insetos e outros invertebrados, e participando da cadeia trófica de outros vertebrados (répteis, aves e mamíferos) (DUELLMAN; TRUEB, 1994; TOLEDO et al., 2007), uma vez que quase 90% da matéria que consomem é convertida em biomassa para seu crescimento (WELLS, 2007). No entanto, devido à alta sensibilidade às alterações ambientais, causadas por suas limitações fisiológicas e ecológicas (WELLS, 2007; VITT; CALDWELL, 2014), além da baixa capacidade de dispersão, os anfíbios constituem o grupo que mais sofre com as intensas modificações causadas por atividades antrópicas (BECKER, et al., 2007; SILVANO et al., 2016).

De acordo com o padrão de distribuição das espécies no Cerrado, os anfíbios podem ser classificados de três formas: a) generalistas, no qual possuem ampla distribuição em áreas

abertas de todo o Brasil; b) espécies compartilhadas entre domínios diferentes, no qual a distribuição é restrita e bem definida nas áreas de influência de cada domínio; e c) espécies endêmicas (VALDUJO et al., 2012). Neste sentido, estima-se que haja cerca de 250 espécies de anfíbios distribuídos nas diversas áreas do Cerrado. Em recente estudo, Valdujo et al. (2012) descreveram a ocorrência de 209 espécies de anfíbios no Cerrado, sendo 108 espécies (51,7%) consideradas endêmicas. Porém, o número de novas espécies descritas aumentou consideravelmente nos últimos anos, de acordo com previsto por estes autores. Nos últimos quatro anos (2012-2016), cerca de 23 espécies foram descritas (SEGALLA et al., 2016), a maioria delas pequenas e com distribuição restrita à porção norte do Cerrado, corroborando a hipótese de Diniz-Filho et al. (2005b). Isso indica que esse número pode ser ainda maior, principalmente se for levado em consideração a escassez de informações em várias áreas desde domínio.

Por muito tempo, as pesquisas sobre as comunidades de anfíbios foram concentradas nas regiões sul e sudeste do Brasil (ETEROVICK; SAZIMA, 2000; BRASILEIRO et al., 2005). Além disso, vários estudos, realizados a partir de levantamentos de ocorrência de espécies típicas do Cerrado brasileiro em banco de dados, relataram os maiores índices de riqueza e endemismo na porção sudeste do domínio (Diniz-Filho et al. 2004; Diniz-Filho et al. 2007; Diniz-Filho et al. 2008), criando a falsa impressão de baixa diversidade de espécies em outras regiões, principalmente da porção norte do Cerrado (Diniz-Filho et al. 2005b). Trabalhos recentes contradizem essa ideia e evidenciam a elevada riqueza de anfíbios nas porções centrais e norte do domínio (ODA et al., 2009; KOPP et al., 2010; MORAIS et al., 2011; MORAIS et al., 2012; CAMPOS et al., 2013; DAL VECHIO et al., 2013; GAMBALE et al., 2014). Porém, apesar do expressivo aumento no número de pesquisas sobre as comunidades de anfíbios em diferentes regiões do Cerrado, o conhecimento sobre a riqueza, composição e distribuição das espécies em diversas áreas continua bastante insipientes (GAMBALE et al., 2014).

Essa escassez de informação sobre as assembleias de anfíbios do Cerrado torna-se mais evidente quando se leva em consideração as grandes áreas de terra que são praticamente inexploradas. O estado do Maranhão, por exemplo, possui cerca de 65% da sua área territorial coberta pelo Cerrado (IBGE 2004), no entanto, o conhecimento sobre a fauna de anfíbios dessa região é bastante alarmante, devido ao baixo número de artigos publicados sobre a fauna de anfíbios (BARRETO, 2007; BRASILEIRO et al., 2008; ARAÚJO et al., 2015; LIMA et al., 2015; ANDRADE et al., 2016). Segundo Diniz-Filho et al. (2005a), a região centro-sul do Maranhão representa uma importante área para a conservação da biodiversidade, uma vez que a região apresenta o bloco mais bem preservado da porção do norte do Cerrado e apresenta

lacunas de conhecimento sobre vários grupos taxonômicos (EMBRAPA, 2013), reforçando ainda mais a necessidade de se obter informações sobre as assembleias de anfíbios da região.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALROY, J. How many named species are valid? **PNAS**, v. 99, n. 6, p. 3706-3711, 2002.

AMPHIBIAWEB. **Information on amphibian biology and conservation**. Berkeley, California: AmphibiaWeb. 2017. Disponível em: <http://amphibiaweb.org/>. Acesso em: 27 Abr. 2017.

ANDERSON, J. S. Focal Review: The Origin(s) of Modern Amphibians. **Evolutionary Biology**, v. 35, p. 231-247, 2008.

ANDRADE, E. B.; LIMA, T. G. P.; ARAÚJO, K. C.; LEITE, J. R. S. A.; WEBER, L. N. Sympatric occurrence of two species of *Pseudopaludicola* (Anura: Leptodactylidae) and first record of *Pseudopaludicola jaredi* Andrade, Magalhães, Nunes-de-Almeida, Veiga-Menoncello, Santana, Garda, Loebmann, Recco-Pimentel, Giaretta & Toledo, 2016 in the state of Maranhão, northeastern Brazil. **Check List**, v. 12, n. 6, p. 2023. doi: <https://doi.org/10.15560/12.6.2023>

ANDREWS, A. P.; BROWN, J. H.; GILLOOLY, J. F. Climate, vegetation, and predictable gradients in mammal species richness in southern Africa. **Journal of Zoology**, v. 251, p. 205-231, 2002.

ARAÚJO, K. C., SANTOS, M. V., LIMA, T. G. P., ANDRADE, E. B. & WEBER, L. N. First record of *Adenomera saci* Carvalho & Giaretta, 2013 (Anura: Leptodactylidae) for the State of Maranhão, Northeastern Brazil. **Herpetology Notes**, v. 8, p. 183-185, 2015.

ÁVILA, R. W.; FERREIRA, V. L. Riqueza e densidade de vocalização de anuros (Amphibia) em uma área urbana de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 4, p. 887-892, 2004.

BARBEAU, T. R.; LILLYWHITE, H. B. Body wiping behaviors associated with cutaneous lipids in hylid tree frogs of Florida. **Journal of Experimental Biology**, v. 208, p. 2147-2156, 2005.



BARRETO ROCHA, C. F. D.; VAN SLUYS, M.; HATANO, F. H.; FREITAS, L. B.; MARRA, R. V.; MARQUES, R. V. Relative efficiency of anuran sampling methods in a Restinga habitat (Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 4, p. 879-884, 2004.

BARRETO, L. **Cerrado Norte do Brasil-North Cerrado of Brazil**. USEB, Pelotas. 2007. 378 p.

BASTAZINI, C. V.; MUNDURUCA, J. F. V.; ROCHA, P. L. B.; NAPOLI, M. F. Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case study in the Restinga of Mata de São João, Bahia, Brazil. **Herpetologica**, v. 63, n. 4, p. 459-471, 2007.

BECKER, C. G.; FONSECA, C. R.; HADDAD, C. F. B.; BATISTA, R. F.; PRADO, P. I. Habitat split and the global decline of amphibians. **Science**, v. 318, p. 1775-1777, 2007.

BEEBER, T. J. C. Amphibian breeding and climate. **Nature**, v. 374, p. 219-220, 1995.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. 4<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2007.

BEJA, P.; ALCAZAR, R. Conservation of Mediterranean temporary ponds under agricultural intensification: an evaluation using amphibians. **Biological Conservation**, v. 114, p. 317-326, 2003.

BENNETT, A. F. Thermal-dependence of locomotor capacity. **American Journal of Physiology**, v. 259, n. 2, p. 253-258, 1990.

BICKFORD, D.; LOHMAN, D.J.; SODHI, N. S.; NG, P. K. L.; MEIER, R.; WINKER, K.; INGRAM, K. K.; DAS, I. Cryptic species as a window on diversity and conservation. **Trend on Ecology & Evolution**, v. 22, p. 148-155. 2007.

BISHOP, P. J.; ANGULO, A.; LEWIS, J. P.; MOORE, R. D.; RABB, G. B.; MORENO, J. G. **The Amphibian Extinction Crisis: what will it take to put the action into the Amphibian Conservation Action Plan?** Sapiens (Online), v. 5, n. 2. <http://sapiens.revues.org/1406>.

BLAUSTEIN, A. R.; BANCROFT, B. A. Amphibian population declines: evolutionary considerations. **BioScience**, v. 57, p. 437-444, 2007.

BLAUSTEIN, A. R.; BELDEN, L. K.; OLSON, D. H.; GREEN, D. M.; ROOT, T. L.; KIESECKER, J. M. Amphibian Breeding and climatic change. **Conservation Biology**, v. 15, n. 6, p. 1804-1809. 2001.

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

BLAUSTEIN, A. R.; WALLS, S. C.; BANCROFT, B. A.; LAWLER, J. J.; SEARLE, C. L.; GERVASI, S. S. Direct and Indirect Effects of Climate Change on Amphibian Populations. **Diversity**, v. 2, p. 281-313, 2010.

BOWNE, D. R.; BOWERS, M. A. Interpatch movements in spatially structured populations: a literature review. **Landscape Ecology**, v. 19, p. 1-20, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2015. O cerrado brasileiro. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: 12 Jan. 2016.

BRASILEIRO, C. A., LUCAS, E. M., OYAMAGUCHI, H. M., THOMÉ, M. T. C.; DIXO, M. Anurans, northern Tocantins River Basin, states of Tocantins and Maranhão, Brazil. **Check List**, v. 4, n. 2, p. 185-197, 2008.

BRASILEIRO, C.A., SAWAYA, R.J., KIEFER, M.C. & MARTINS, M. 2005. Amphibians of an open cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 5(2): Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00405022005>. Acesso em: 12 Jan. 2016.

BUCKLEY, L. B.; JETZ, W. Environmental and historical constraints on global patterns of amphibian richness. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, p. 1167-1173, 2007.

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

DAL VECHIO, F.; RECORDER, R.; RODRIGUES, M. T.; ZAHER, H. The herpetofauna of the Estação Ecológica de Uruçuí-Una, state of Piauí, Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 53, n. 16, p. 225-243, 2013.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; BASTOS, R. P.; VIEIRA, C. M.; VIEIRA, L. C. G. Priority areas for anuran conservation using biogeographical data: a comparison of greedy, rarity, and simulated annealing algorithms to define reserve networks in Cerrado. **Braz. Journal of Biology**, v. 65, p. 251-261, 2005a.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BASTOS, R. P.; RANGEL, T. F. L. V. B.; BINI, L. M.; CARVALHO, P.; SILVA, R. J. Macroecological correlates and spatial patterns of anuran description dates in the Brazilian Cerrado. **Global Ecology and Biogeography**, v. 14, p. 469-477, 2005b.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; PINTO, M. P.; RANGEL, T. F. L. V. B.; VIEIRA, S. L.; BASTOS, R. P. Conservation biogeography of anurans in Brazilian Cerrado. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, p. 997-1008. 2007.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; VIEIRA, C. M.; BLAMIRE, D.; TERRIBILE, L.; BASTOS, R.; OLIVEIRA, G.; BARRETO, B. Spatial patterns of terrestrial vertebrate species richness in the Brazilian Cerrado. **Zoological Studies**, v. 47, p. 146-157, 2008.

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

DOAN, T. M.; ARRIAGA, W. A. Microgeographic Variation in Species Composition of the Herpetofaunal Communities of Tambopata Region, Peru. **Biotropica**, v. 34, n. 1, p. 101-117, 2002.

DRUCKER, D. P., COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E. How wide is the riparian zone of small streams in tropical forests? A test with terrestrial herbs. **Journal of Tropical Ecology**, v. 24, p. 65-74, 2008.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of amphibians**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 1994.

DUELLMAN, W. E. Distribution patterns of amphibians in the South America. In: DUELLMAN, W.E. (Org.). **Patterns of distribution of amphibians – a global perspective**. The Johns Hopkins University Baltimore, London, p. 255-328, 1999.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. **Relatório do Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão**. BATISTELLA, M.; BOLFE, É. L.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. C.; ARAÚJO, L. S. (Org.). Campinas, SP: Embrapa. Relatório Técnico, v.2. 323 p. 2013.

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

FAUTH, J. E.; CROTHER, B. I. SLOWINSKI, J. B. Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of the Costa Rican leaf-litter herpetofauna. **Biotropica**, v. 21, p. 178-185, 1989.

FORCHHAMMER, M. C.; POST, E.; STENSETH, N. C. Breeding phenology and climate. **Nature**, v. 391, p. 29-30, 1998.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World: an Online Reference**. Version 6.0 (Date of access). American Museum of Natural History, New York, USA. 2017. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Acesso em: 27 Abr. 2017.

GASTON, K. J. Global patterns in biodiversity. **Nature**, v. 405, p. 220-227, 2000.

GIARETTA, A. A.; FACURE, K. G.; SAWAYA, R. J.; MEYER, J. H. M.; CHEMIN, N. Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of southeastern Brazil: seasonal and altitudinal changes. **Biotropica**, v. 31, p. 669-674, 1999.

GILPIN, M. E.; HANSKI, I. A. **Metapopulation Dynamics: Empirical and Theoretical Investigations**. Academic Press, London. 1991.

GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letter**, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.

GURURAJA, K. V.; DINESH, K. P.; PRITI, H.; RAVIKANTH G. Mudpacking frog: a novel breeding behavior and parental care in a stream dwelling new species of *Nyctibatrachus* (Amphibia, Anura, Nyctibatrachidae). **Zootaxa**, v. 3796, p. 33-61, 2014.

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

HOF C.; ARAÚJO, M. B.; JETZ, W.; RAHBEEK, K. Additive threats from pathogens, climate and land-use change for global amphibian diversity. **Nature**, v. 480, p. 516-519, 2011.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. **Mapa de biomas brasileiros**. Rio de Janeiro: IBGE, Escala 1:5.000.000. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. Acesso em: 12 Jan. 2016.

ISKANDAR, D. T.; EVANS, B. J.; MCGUIRRE, J. A. A novel reproductive mode in frogs: a new species of fanged frog with internal fertilization and birth of tadpoles. **Plos One**. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115884>. 2014.

JETZ, W.; RAHBEK, C. Geographic range size and determinants of avian species richness. **Science**, v. 297, p. 1548-1551, 2002.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KOPP, K.; SIGNORELLI, L.; BASTOS, R. P. Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, v. 100, v. 3, p. 192-200, 2010.

KÜHNEL, S.; REINHARD, S.; KUPFER, A. Evolutionary reproductive morphology of amphibians: An overview. **Bonn zoological Bulletin**, v. 57, p. 119-126, 2010.

KUSANO, T.; INOUE, M. Long-term trends toward earlier breeding of Japanese amphibians. **Journal of Herpetology**, v. 42, p. 608-614, 2008.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 36-42, 2005.

LIMA, T.G.P., ANDRADE, E.B., ARAÚJO, K.C., LEITE, J.R.S.A. & WEBER, L.N. 2015. First record of *Leptodactylus sertanejo* (Anura: Leptodactylidae: Leptodactylinae) in the state of Maranhão, northeastern Brazil. **Check List**, v. 11, n. 5, p. 1776. doi: <http://dx.doi.org/10.15560/11.5.1776>

LIPS, K. R.; BREM, F.; BRENES, R.; REEVE, J. D.; ALFORD, R. A.; VOYLES, J.; CAREY, C.; LIVO, L.; PESSIER, A. P.; COLLINS, J. P. Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, p. 3165-3170, 2006.

LIU, J.-N.; HOU, P.-C. L. Cutaneous Resistance to Evaporative Water Loss in Taiwanese Arboreal Rhacophorid Frogs. **Zoological Studies**, v. 51, n. 7, p. 988-995, 2012.

LOEHLE, C. Forest ecotone response to climate change: sensitivity to temperature response functional forms. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 30, p. 1632-1645, 2000.

LÓPEZ-ALCAIDE, S.; MACIP-RÍOS, R. Effects of Climate Change in Amphibians and Reptiles. In: GRILLO, O. (Org.). **Biodiversity Loss in a Changing Planet**. InTech, p. 165-184. 2011. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/biodiversity-loss-in-a-changing-planet/effects-of-climate-change-in-amphibians-and-reptiles>. Acesso em: 12 Jan. 2016.

MACIEL, T. A.; JUNCÁ, F. A. Effect of temperature and volume of water on the growth and development of tadpoles of *Pleurodema diplolister* and *Rhinella granulosa* (Amphibia: Anura). **Zoologica**, v. 26, n. 3, p. 413-418, 2009.

MADDIN H. C.; JENKINS, F. A. Jr; ANDERSON, J. S. The braincase of *Eocaecilia micropodia* (Lissamphibia, Gymnophiona) and the origin of caecilians. **PLoS ONE**, v. 7, e50743, 2012.

MADDIN, H.; ANDERSON, J. Evolution of the Amphibian Ear with Implications for Lissamphibian Phylogeny: Insight Gained from the Caecilian Inner Ear. **Fieldiana Life and Earth Sciences**, v. 5, p. 59-76, 2012.

MAY, R. Tropical arthropod species, more or less? **Science**, v. 329, p. 41-42, 2010.

MENIN, M.; LIMA, A. P.; MAGNUSSON, W. E.; WALDEZ, F. Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in central Amazonia: mesoscale spatial patterns. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, p. 86-91, 2007.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. A. B. **Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. CEMEX, Cidade do México, 2004. 392p.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº - 444, de 17 de dezembro de 2014. **Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção**. Brasília: D.O.U., de 17.12.2014, nº 245, seção 1, p. 121-126. 2014.

MORA, C.; TITTENSOR, D. P.; ADL, S.; SIMPSON, A. G. B.; WORM, B. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? **PLoS Biology**, v. 9, n. 8, e1001127, 2011.

MOREIRA, G.; BARRETO, L. Seasonal variation in nocturnal calling activity of a savanna anuran community in central Brazil. **Amphibian–Reptilia**, v. 18, p. 49-57, 1997.

MÜLLER, P. The dispersal centers of terrestres vertebrates in the Neotropical realm: a study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes. **Biogeographica**, v. 2, p. 1-244, 2973.

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

NAVAS, C. A.; GOMES, F.; CARVALHO, J. E. Thermal relationships and exercise physiology in anuran amphibians: Integration and evolutionary implications. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 151A, p. 344-362, 2008.

NOGUEIRA, C.C.; RIBEIRO, S.; COSTA, G.C.; COLLI, G.R. Vicariance and endemism in a Neotropical savana hotspot: distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. **Journal of Biogeography**, v. 38, p. 1907-1922. 2011.

ORTIZ-YUSTY, C. E. Temperature and Precipitation as Predictors of Species Richness in Northern Andean Amphibians from Colombia. **Caldasia**, v. 35, n. 1, 65-80. 2013.

PECHMANN, J. H. K.; SCOTT, D. E.; SEMLITSCH, R. D.; CALDWELL, J. P.; VITT, L. J.; GIBBONS, J. W. Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations. **Science**, n. 253, p. 892-895, 1991.



PERES-NETO, P. R.; LEIBOLD, M. A.; DRAY, S. Assessing the effects of spatial contingency and environmental filtering on metacommunity phylogenetics. **Ecology**, v. 93, n. 8 (Supplement), p. S14-S30, 2012.

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

POUGH, F. H. Amphibian biology and husbandry. **ILAR Journal**, v. 48, p. 203-213, 2007.

POUGH, F. H. Amphibians and reptiles and low-energy systems. In: ASPEY, W. P.; LUSTICK, S. I. **Behavioral energetics: The cost of survival in vertebrates**. Columbus: Ohio, State University Press. p. 141-88, 1983.

POUNDS, J. A.; BUSTAMANTE, M. R.; COLOMA, L. A.; CONSUEGRA, J. A.; FOGDEN, M. P. L.; FOSTER, P. N.; MARCA, E. L.; MASTERS, K. L.; MERINO-VITERI, A.; PUSCHENDORF, R.; RON, S. R.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A.; STILL, C. J.; YOUNG, B. E. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. **Nature**, v. 439, p. 161-167, 2006.

POUNDS, J. A.; FOGDEN, M. P. L.; CAMPBELL, J. H. Biological response to climate change on a tropical mountain. **Nature**, v. 398, p. 611-615, 1999.

PRADO, C. P. A.; HADDAD, C. F. B.; ZAMUDIO, K. R. Cryptic lineages and Pleistocene population expansion in a Brazilian Cerrado frog. **Molecular Ecology**, v. 21, p. 921-241. 2012.

PYRON, R. A. Divergence time estimation using fossils as terminal taxa and the origins of Lissamphibia. **Systematic Biology**, v. 60, p. 466-481, 2011.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora** Embrapa Cerrados, Planaltina. p. 151-212, 2008.

RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. **Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives**. Chicago: University of Chicago Press. p. 414, 1993.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2010.

RODRÍGUEZ, M. A.; BELMONTES, J. A.; HAWKINS, B. A. Energy, water and large-scale patterns of reptile and amphibian species richness in Europe. **Acta Oecologica**, v. 28, p. 65-70, 2005.

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

SAN MAURO, D.; VENCES, M.; ALCOBENDAS, M.; ZARDOYA, R.; MEYER, A. Initial diversification of living amphibians predated the breakup of Pangaea. **The American Naturalist**, v. 165, p. 590-599, 2005.

SANTOS, A. J. Estimativa de riqueza em espécies. In: CULLEN Jr., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Editora UFPR. p. 19-41, 2003.

SANTOS, T. G.; ROSSA-FERES, D. C.; CASATTI, L. Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil1. **Iheringia, Série Zoológica**, v. 97, n. 1, p. 37-49, 2007.

SCHLUTER, D.; RICKLEFS, R. E. Convergence and the regional component of species diversity. In: RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. (Org.). **Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives**. University of Chicago Press, Chicago. p. 230-242, 1993.

SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; BERNECK, B. V. M.; LANGONE, J. A.; Brazilian Amphibians: List of Species. **Herpetologia Brasileira**, v. 5, n. 2, p. 34-46, 2016.

SEMLITSCH, R. D.; SCOTT, D. E.; PECHMANN, J. H. K.; Gibbons, J. W. Structure and dynamics of an amphibian community. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, J. A. (Org.) **Long-term studies of vertebrate communities**. Academic Press. p. 217-247, 1996.

SILVA, A. S. F. L.; SIQUEIRA Jr, S.; ZINA, J. Checklist of amphibians in a transitional area between the Caatinga and the Atlantic Forest, central-southern Bahia, Brazil. **Check List**, v. 9, n. 4, p. 725-732, 2013.

SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **BioScience**, v. 52, p. 225-233, 2002.

SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V. Conservação de anfíbios no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 79-86, 2005.

SILVANO, D. L.; VALDUJO, P. H.; COLLI, G. R. Priorities for Conservation of the Evolutionary History of Amphibians in the Cerrado. **Topics in Biodiversity and Conservation**, v. 14, p. 287-304, 2016.

STEBBINS, R. C.; COHEN, N. W. **A Natural History of Amphibians**. New Jersey. Princeton University Press. p. 316, 1997.

STUART, S. N.; CHANSON, J. S.; COX, N. A.; YOUNG, B. E.; RODRIGUES, A. S. L.; FISHMAN, D. L.; Waller, R. W. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science**, v. 306, p. 1783-1786, 2004.

STUART, S. N.; HOFFMANN, M.; CHANSON, J. S.; COX, N. A.; BERRIDGE, R. J.; RAMANI, P.; YOUNG, B. E. **Threatened Amphibians of the World**. Lynx Edicions, IUCN, and Conservation International, Barcelona, Spain; Gland, Switzerland; and Arlington, Virginia, USA. 2008.

TATTERSALL, G. J. Skin Breathing in Amphibians. In: AIRD, W. C. (Org.). **Endothelial Biomedicine**. p. 85-91, 2007.

TOLEDO, L. F.; ZINA, J.; HADDAD, C. F. B. Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anfíbios Anuros do município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. **Holos Environment**, v. 3, n. 2, p. 136-149. 2003.

TOLEDO, L. F.; RIBEIRO, R. S.; HADDAD, C. F. B. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. **Jornal of Zoology**, v. 271, p. 170-177. 2007.

TONIAL, M. L. S.; SILVA, H. L. R.; TONIAL, I. J.; COSTA, M. C.; SILVA JR., N. J.; DINIZ-FILHO, J. Geographical patterns and partition of turnover and richness components of beta-diversity in fauna from Tocantins rivervalley. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 497-504, 2012.

VAIRA, M. Annual variation of breeding patterns of the toad, *Melanophryniscus rubriventris* (Vellard, 1947). **Amphibia-Reptilia**, v. 26, p. 193-199, 2005.

VALDUJO, P. H.; SILVANO, D. L.; COLLI, G.; MARTINS, M. Anuran species composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado, a neotropical hotspot. **South American Journal of Herpetology**, v. 7, p. 63-78, 2012.

VALLIN, G.; LAURIN, M. Cranial morphology and affinities of *Microbrachis*, and a reappraisal of the phylogeny and lifestyle of the first amphibians. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 24, n. 1, p. 56-72, 2004.

VANZOLINI, P. E. Problemas faunísticos do Cerrado. In: Simpósio sobre o Cerrado. FERRI, M.G. (Org.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 267-280, 1963.

VASCONCELOS, T. S.; RODRÍGUES, M. A.; HAWKINS, B. A. Species distribution modelling as a macroecological toll: a case study using New World amphibians. **Ecography**, v. 35, p. 39-548, 2012.

VASCONCELOS, T. S.; ROSSA-FERES, D. C. 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, 1-14, 2005.

VIEIRA, W. L. S.; ARZABE, C.; SANTANA, G. G. Composição e distribuição espaço-temporal de anuros no Cariri Paraibano, nordeste do Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 383-396, 2007.

VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. **Herpetology: An Introduction Biology of Amphibians and Reptiles**. 4 ed. Academic Press. p. 776. 2014.

VONESH, J. R. Patterns of richness and abundance in a tropical African leaf-litter herpetofauna. **Biotropica**, v. 33, p. 502-510, 2001.

WAKE, M. H.; DICKIE, R. Oviduct structure and function and reproductive modes in amphibians. **Journal of Experimental Zoology**, v. 282, p. 477-506, 1998.

WASSON, K.; WOOLFOLK, A.; FRESQUEZ, C. Ecotones as Indicators of Changing Environmental Conditions: Rapid Migration of Salt Marsh–Upland Boundaries. **Estuaries and Coasts**, v. 36, n. 3, p. 654-664. 2013.

WELLS, K. D. **The Ecology and Behavior of Amphibians**. University of Chicago Press, Chicago. 2007.

WERNECK, F. P. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: historical biogeography and perspectives. **Quaternary Science Reviews**, v. 30, p. 1630-1648, 2011.

WERNECK, F. P.; GAMBLE, T.; COLLI, G. R.; RODRIGUES, M. T.; SITES, J. J. W. Deep diversification and long-term persistence in the South American ‘dry geogon’ integrating continent-wide phylogeography and distribution modeling of geckos. **Evolution**, v. 66, p. 3014-3034, 2012.

WHITTAKER, R. J.; WILLIS, K. J.; FIELD, R. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. **Journal of Biogeography**, v. 28, p. 453-470, 2001.

WILLIAMS, S.; HERO, J. Multiple determinants of Australian tropical frog biodiversity. **Biological Conservation**, v. 98, p. 1-10, 2001.

WOINARSKI, J. C. Z.; GAMBOLD, N. Gradient analysis of a tropical herpetofauna: distribution patterns of terrestrial reptiles and amphibians in Stage III of Kakadu National Park, Australia. **Wildlife Research (East Melbourne)**, v. 19, p. 105-127, 1992.

WONG, B. B. M.; COWLING, A. N. N.; CUNNINGHAM, R. B.; DONNELLY, C. F.; COOPER, P. D. Do temperature and social environment interact to affect call rate in frogs (*Crinia signifera*)? **Austral Ecology**, v. 29, p. 209-214, 2004.

YOUNG, B. E.; LIPS, K. R.; REASER, J. K.; IBÁÑEZ, R.; SALAS, A. W.; CEDEÑO, J. R.; COLOMA, L. A.; RON, S.; LA MARCA, E.; MEYER, J. R.; MUÑOZ, A.; BOLAÑOS, F.; CHAVES, G.; ROMO, D. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. **Conservation Biology**, v. 15, p. 1213,1223, 2001.

ZARDOYA, R.; CAO, Y.; HASEGAWA, M.; MEYER, A. Searching for the closet relative(s) of tatrapods through evolutionary analysis of mitochondrial and nuclear data. **Molecular Biology and Evolution**, v. 15, p. 506-517, 2008.

ZARDOYA, R.; MEYER, A. Mitochondrial evidence on the phylogenetic position of caecilians (Amphibia: Gymnophiona). **Genetics**, v. 155, p. 765–775, 2000.

ZARDOYA, R.; MEYER, A. On the origin of and phylogenetic relationships among living amphibians. **PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, p. 7380-7083, 2001.

ZWEIMÜLLER, I. Microhabitat use by two small benthic stream fish in a 2nd order stream. **Hydrobiologia**, v. 303, p. 125-137, 1995.

## CAPÍTULO 1



### ANURANS OF THE PARQUE ESTADUAL DO MIRADOR, A REMNANT OF CERRADO IN THE STATE OF MARANHÃO, NORTHEASTERN BRAZIL

Gielle  
R

Andrade, E.B.; Leite, J.R.S.A.; Weber, L.N. Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, northeastern Brazil. *Biota Neotropica*. no prelo.

## Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil

*Etielle Barroso de Andrade*<sup>1, 2, 3\*</sup>, *José Roberto de Souza Almeida Leite*<sup>3, 4</sup> & *Luiz Norberto Weber*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - BIONORTE, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Av. dos Portugueses, s/n, Campus do Bacanga. CEP 65085-580, São Luís, MA, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Paulistana, BR 407 s/n, Lagoa dos Canudos, CEP: 64750-000, Paulistana, PI, Brasil

<sup>3</sup>Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia – Biotec, Universidade Federal do Piauí – UFPI. Av. São Sebastião 2819, CEP64202-020, Parnaíba, PI, Brasil

<sup>4</sup>Área de Morfologia, Faculdade de Medicina, FM, Universidade de Brasília, UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte. CEP 70910-900, Brasília, DF, Brasil

\*Autor para correspondência: [etlandrade@hotmail.com](mailto:etlandrade@hotmail.com)

**Abstract:** The Cerrado is one of the most threatened biomes in Brazil. It is estimated that much of its original vegetation has been replaced by some form of human use. This is quite worrying, mainly in the northern part where the number of wildlife inventories is insufficient and creates the false impression of low diversity in the region. The Parque Estadual do Mirador-PEM, located in the southcentral region of Maranhão, presents vegetation typical of Cerrado biome and corresponds to one of 46 priority areas for conservation in the state. Herein, we describe the richness and composition of anurofauna in the PEM, analyzing the influence of different types of vegetation in its formation. Our inventory was conducted from December 2013 until February 2015, using the active search and auditory census methods on breeding sites in different water bodies in the park. We recorded 31 species belonging to five families: Leptodactylidae (14), Hylidae (12), Bufonidae (3), Microhylidae (1) and Phyllomedusidae (1). The rarefaction curve and species richness estimators indicate that the sampling effort was enough to record most of the species in the region. The richness of anuran in the PEM was higher than reported by other authors in several areas of Cerrado. Most species have a wide distribution in Brazil or are strongly associated with Caatinga or Amazon. Only about 19% are endemic from Cerrado. This study is the first to inventory the anurans species of the southcentral region of Maranhão state and provides important data on amphibian communities in the northern part of the Brazilian Cerrado.

**Keywords:** Inventory, Amphibia, anura, Conservation Unit, species richness.



## Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil

*Etielle Barroso de Andrade*<sup>1, 2, 3\*</sup>, *José Roberto de Souza Almeida Leite*<sup>3, 4</sup> & *Luiz Norberto Weber*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia – BIONORTE, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Av. dos Portugueses, s/n, Campus do Bacanga. CEP 65085-580 São Luís, MA, Brazil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Paulistana, BR 407 s/n, Lagoa dos Canudos. CEP 64750-000 Paulistana, PI, Brazil

<sup>3</sup>Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia – Biotec, Universidade Federal do Piauí - UFPI. Campus Parnaíba, Av. São Sebastião 2819. CEP 64202-020 Parnaíba, PI, Brazil

<sup>4</sup>Área de Morfologia, Faculdade de Medicina, FM, Universidade de Brasília - UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte. CEP 70910-900 Brasília, DF, Brazil

\*Corresponding author: [etlandrade@hotmail.com](mailto:etlandrade@hotmail.com)

**Abstract:** The Cerrado is one of the most threatened biomes in Brazil. It is estimated that much of its original vegetation has been replaced by some type of human use. This is quite worrying, mainly in the northern part where the number of wildlife inventories is insufficient and creates the false impression of low diversity in the region. The Parque Estadual do Mirador-PEM, located in the southcentral region of the state of Maranhão, presents vegetation typical of the Cerrado biome and corresponds to one of 46 priority areas for conservation in the state. Herein, we describe the species richness and composition of the anurofauna from the PEM and analyze the influence of different types of vegetation in its formation. Our inventory was conducted from December 2013 to February 2015, using the active search and auditory census methods on breeding sites in different water bodies of the park. We recorded 31 anuran species belonging to five families (species number in parentheses): Leptodactylidae (14), Hylidae (12), Bufonidae (3), Microhylidae (1) and Phyllomedusidae (1). The rarefaction curve and species richness estimators indicated that the sampling effort was enough to record most of the species in the region. The richness of anurans in the PEM was higher than reported by other authors for several areas of Cerrado. Most species have a wide distribution in Brazil or are strongly associated with the Caatinga or Amazon biomes. Only about 19% are endemic to the Cerrado biome. This study is the first to inventory the anurans species of the southcentral region of state of Maranhão and provides important data on amphibian communities from the northern part of the Brazilian Cerrado.

**Keywords:** inventory, Amphibia, Anura, conservation unit, species richness.

## **Anfíbios anuros do Parque Estadual do Mirador, um remanescente de Cerrado no estado do Maranhão, nordeste do Brasil**

**Resumo:** O Cerrado é um dos biomas mais ameaçados do Brasil. Estima-se que grande parte da cobertura vegetal original deste bioma tenha sido substituída por alguma forma de utilização humana. Este fato é bastante preocupante, principalmente na porção norte, onde o número de inventários faunísticos é insuficiente e gera a falsa impressão de baixa diversidade na região. O Parque Estadual do Mirador-PEM, localizado na região centro-meridional do Maranhão, apresenta vegetação típica do Cerrado e corresponde a uma das 46 áreas prioritárias para conservação no estado. Aqui, nós descrevemos a riqueza e a composição da anurofauna no PEM, analisando a influência dos diferentes tipos vegetacionais na sua formação. Inventariamos a anurofauna de dezembro de 2013 a fevereiro de 2015, utilizando métodos de procura ativa e censo auditivo em sítios reprodutivos de diferentes corpos d'água do parque. Registramos 31 espécies de anuros, pertencentes a cinco famílias (números de espécies entre parênteses): Leptodactylidae (14), Hylidae (12), Bufonidae (3), Microhylidae (1) e Phyllomedusidae (1). A curva de rarefação e os estimadores de riqueza indicaram que o esforço amostral foi suficiente para registrar a maior parte das espécies da região. A riqueza de anuros no PEM foi maior que a registrada por outros autores em diversas áreas de Cerrado. A maioria das espécies possuem ampla distribuição no Brasil ou são fortemente associadas aos biomas Caatinga ou Amazônia. Somente cerca de 19% são endêmicas do bioma Cerrado. O presente trabalho representa o primeiro estudo a inventariar as espécies de anfíbios anuros na região Centro-Sul do Maranhão e fornece dados importante sobre as comunidades de anfíbios da porção norte do Cerrado brasileiro.

**Palavras-chave:** inventário, Amphibia, Anura, unidade de conservação, riqueza de espécies.

## Introduction

The Cerrado is the second largest biome in Brazil, covering about a quarter of national territory, and extends from the state of Paraná to northern of the state of Maranhão (Ribeiro & Walter 2008), including transition areas in the state of Piauí. Despite its great extension, it is believed that more than a half of the areas originally occupied by this biome have been lost in recent years due to uncontrolled human occupation and agribusiness expansion (Klink & Machado 2005).

Except for Pampas biome, the Cerrado biome borders with all other Brazilian biomes, forming ecotonal areas of mutual influence. This influence added to the historical, climatic and geomorphological processes (Silva & Bates 2002) is responsible for the formation of a complex mosaic of phytophysionomies, ranging from open fields (fields or savannas) to forest formations (Ribeiro & Walter 2008). These factors contribute to the formation of different types of microhabitats, allowing coexistence of species with different ecological niches, placing the Cerrado biome as holding 5% of the animals and plants in the world and accounting for about one third of all Brazilian biodiversity (Brasil 2015). Furthermore, high rates of endemism and high level of threat make this biome one of 25 biodiversity hotspots for conservation priorities. Despite the global recognition of biological importance and conservation priorities of the Cerrado, conservation units protect only 9.4% of its area (IBAMA 2009) and at least 1173 species of animals are currently at extinction risk (MMA 2014).

The state of Maranhão has about 65% of its territorial extension covered by the Cerrado biome (IBGE 2004), which corresponds to almost 216,000 km<sup>2</sup>. The state has also large ecotone areas (transitions between Amazon-Cerrado formations and Cerrado-Caatinga) that are rarely considered in environmental policy definitions, creating true ecological corridors with high potential for species endemism (Barreto 2007, Silva et al. 2013). Through Decree No. 09 of 2007, the Environment Ministry established actions for the implementation of Biodiversity Conservation Priority Areas and conducting biological inventories in different biomes of Brazil. In the state of Maranhão, 46 priority areas for conservation were identified, 28 of them are considered extremely high priority (Embrapa 2013), however, knowledge about biodiversity in these areas is very scarce (Barreto 2007).

Although it has increased, studies on amphibian communities in the northern part of the Brazilian Cerrado is still insufficient (Barreto et al. 2007), which creates a false impression of low species diversity in the region (Diniz-Filho et al. 2005a). In this scenario, faunal inventories are important tools to collect information on the biology and species richness, providing basic requirements for development of ecological models necessary for the adoption of effective conservation measures (Gotelli & Colwell 2001). The state of Maranhão has one of the best-preserved Cerrado areas of the biome northern portion, being considered as an important priority area for biodiversity conservation (Diniz-Filho et al. 2005b). However, lack of knowledge about amphibian fauna of the region is quite alarming, due to the low number of published papers (Barreto 2007, Brasileiro et al. 2008, Araújo et al. 2015, Lima et al. 2015, Andrade et al. 2016a). Furthermore, the constant impact on amphibian populations caused by the intense anthropic activities in the Cerrado biome reinforce the need for taxonomic inventories in remaining areas (Ribeiro-Júnior & Bertoluci 2009).

The south-central portion of Maranhão has large priority areas for faunal inventory (Embrapa 2013), especially by presenting knowledge gaps on various taxonomic groups, which further reinforces the need to obtain basic information about the anuran fauna in the region. Moreover, this region is located in an important Brazilian ecotone, in which suffer strong influence of other biomes, as such Amazonia and Caatinga. Thus, this study aims

to inventory the anuran fauna of the Parque Estadual do Mirador-PEM, an important remnant of Cerrado environment in the northern portion of the Cerrado biome, Northeastern Brazil.

## Material and Methods

### 1. Study area

The Parque Estadual do Mirador (PEM) is located in the central-meridional region of the state of Maranhão (06°10'- 42' S and 44°43'- 45°54' W), Brazil, between the headwaters of the Itapecuru and Alpercartas rivers (Figure 1), and encompasses the municipalities of Mirador, Formosa da Serra Negra and Fernando Falcão. Created in 1980 by State Decree nº. 641 of June 20, the PEM has the Cerrado *sensu lato* as predominant vegetation (Conceição & Castro 2009) on red-yellow latosols associated with quartz sands and lithic soils, stony and rocky. With an initial area of 700,000 ha, the PEM was expanded by Law nº. 8.958 of May 8, 2009, having now a total area of 766,781.00 ha (Maranhão 2009). The climate is Aw' type (tropical sub-humid dry) with annual rainfall 1,200-1,400 mm and average temperatures ranging from 19.5 ° to 33 ° C (Alcântara 2004).

We sampled seven points distributed between two areas. The area A (advanced monitoring station Geraldina) has six sampling points: P1 - permanent pond amidst the riparian forest; P2 - temporary pond with large amounts of aquatic vegetation inside; P3 - temporary pond in an open field; P4 - permanent stream in dirty field area with presence of spaced trees; P5 - permanent stream amidst the gallery forest; P6 - permanent stream in open area. The area B (advanced monitoring station Zé Miguel) has only one sampling point: P7 - swamp area, located near the banks of the Rio Itapecuru (see details in Table 1). The sampled sites presented very different types of vegetation varying from grasslands to presence of large trees and palm trees (Figure 2).

### 2. Data collection

Were conducted bimonthly eight field expeditions in each sampling area from December 2013 to February 2015, both in the rainy season as in the dry season. We used two sampling methods: active visual search in different microhabitats used by frogs and auditory census (Heyer et al. 1994). These methods are inexpensive and considered the most efficient to record the largest species number in the shortest time (Valdujo et al. 2009). Three people carried out field activities for three consecutive days, starting around 6 p.m and ending at 12 p.m, resulting in a sampling effort of 144 hours/person. Furthermore, opportunistic records of vocalizations or individuals found outside sampling points were included in the list of species.

Identification of the species were carried out through the vocalization and/or comparison with specimens housed at the Herpetological Collection of the Universidade Federal do Maranhão and Zoologicaal Coleção Delta do Parnaíba of the Universidade Federal do Piauí, Campus Parnaíba. Voucher specimens were collected under permit granted by “Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão” (SEMA-MA #008/2013). The collected individuals were housed at the Zoologicaal Coleção Delta do Parnaíba, Universidade Federal do Piauí, Campus Parnaíba, Piauí, Brazil. The species distribution and taxonomic arrangement follows Frost (2017).

### 3. Data analysis

We evaluated the efficiency of anuran sampling methods in the PEM from using the individual-based Rarefaction Analysis (Gotelli & Colwell 2001). We calculated the expected species richness using the nonparametric estimators Jackknife 1 and Bootstrap (Magurran 2004). The Rarefaction Analysis was performed in EstimateS v.8.0.0 software with 10,000 randomizations (Colwell 2006).

To compare the anuran species composition of PEM with studies performed in areas of Cerrado and in other biomes (Amazon, Atlantic Forest, Caatinga and Pantanal), we have performed the Cluster Analysis with UPGMA as clustering method (Magurran 2004). This analysis optimizes intra-group homogeneity clustering the most similar samples (different localities) based on the species composition similarities (Silva et al. 2011). We used the Jaccard similarity index (Magurran 2004) to construct the similarity matrix based in a presence and absence matrix with 328 anuran species. The Cluster Analysis was performed on the software Past 3.06 (Hammer et al. 2001). Despite the disparities between types of environments and sampling methods generate difference in the anuran species composition (Pombal Jr. 1995), the comparison was performed to demonstrate the relationship of the Cerrado and the influence of other biomes on the anuran species composition of PEM. In addition, to reduce differences caused by taxonomic problems, we excluded from matrix the species without specific identification (“gr.”, “aff” and “sp.”), considering only the species with identification to be confirmed (“cf.”).

Data from anuran composition was taken from the following inventories carried out in different regions of Brazil: **Cerrado** – Serra do Gado Bravo-SGB, Maranhão (Barreto et al. 2007), Tocantins river basin, southwestern Maranhão (Brasileiro et al. 2008), Parque Nacional das Emas-PNE, Goiás (Kopp et al. 2010), Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins-EESGT, Tocantins and Bahia (Valdujo et al. 2011), Estação Ecológica Uruçuí-Una-EEUU, Piauí (Dal Vechio et al. 2013), Piracanjuba and Peixe river basins, southeastern Goiás (Santos et al. 2014); **Caatinga**: Boa Vista and São João do Cariri, Paraíba (Vieira et al. 2007), Planalto da Ibiapaba, Ceará (Loebmann & Haddad 2010), Chapada do Araripe, Ceará (Ribeiro et al. 2012), Estação Ecológica Raso da Catarina-EERC, Bahia (Garda et al. 2013), Ilha Grande, Delta do Rio Parnaíba, Piauí (Andrade et al. 2014), Parque Nacional do Catimbau-PNC, Pernambuco (Pedrosa et al. 2014); **Amazon**: Reserva Ducke, Amazonas (Lima et al. 2005), Reserva Experimental Catuaba-REC, Acre (Souza et al. 2008), Altamira, Pará (Knispel & Barros 2009), Rio Preto da Eva, Amazonas (Ilha & Dixo 2010), Reserva Extrativista do Rio Gregório-RERG, Amazonas (Pantoja & Fraga 2012), Querência, Mato Grosso (Bitar et al. 2012); **Atlantic Forest**: Área de Preservação Permanente Mata do Buraquinho-APPMB, Paraíba (Santana et al. 2008), Reserva Ecológica Rio das Pedras-RERP, Rio de Janeiro (Carvalho-e-Silva et al. 2008), Serra do Ouro Branco-SOB, Minas Gerais (São Pedro & Feio 2011), Parque Estadual Carlos Botelho-PECB, São Paulo (Forlani et al. 2010), Jequié, Bahia (Silva et al. 2013), Reserva de Serra Bonita-RSB, Bahia (Dias et al. 2014); **Pantanal**: Corumbá, Mato Grosso do Sul (Ávila & Ferreira 2004), Serras do Entorno do Pantanal Sul-SEPS, Mato Grosso do Sul (Gordo & Campos 2005), Estação Ecológica Nhumirim-EEN, Mato Grosso do Sul (Gordo & Campos 2003), Parque Nacional da Serra da Bodoquena-PNSB, Mato Grosso do Sul (Uetanabaro et al. 2007), Fazenda Baía da Pedra-FBP, Mato Grosso (Pansonato et al. 2011).

## Results and Discussion

We recorded 31 species of anuran amphibians distributed in 11 genera and five families (species number in parentheses): Leptodactylidae (14), Hylidae (12), Bufonidae (3), Microhylidae (1) and Phyllomedusidae (1) (Table 2; Figure 3-4). From this total, 29 species had their occurrence recorded from visual encounters and two

species (*Elachistocleis* sp. and *Hypsiboas boans*) were only recorded through vocalization. Two species (*Leptodactylus petersii* and *L. mystaceus*) were visually found outside the sampled points. Among the species recorded in the PEM, 74% have been classified by IUCN ( $n = 23$ ), 95.6% ( $n = 22$ ) of them are considered as least concern conservation status (Least Concern). This category includes generalized and abundant species with no risk of extinction (IUCN 2017). Only *P. canga* presents deficient data (Data Deficient) due the lack of appropriate data on its abundance and distribution (IUCN 2017).

Of the recorded species, 19.3% are endemic to Cerrado, 29% are distributed in at least one of the other biomes, mainly in the Caatinga and Amazon biomes, and 41.9% of them have wide distribution in Brazil (Valdujo et al. 2011, Frost 2017). All the species have previous records for the state of Maranhão. Recently, three endemic species of the Cerrado hitherto unrecorded for the state had their geographical distributions extended until the limits of the PEM: *Adenomera saci* (Araújo et al. 2015), *L. sertanejo* (Lima et al. 2015) and *Pseudopaludicola jaredi* (Andrade et al. 2016a). We recorded these species calling under dense vegetation in a flooded field covered by emergent vegetation, located near the banks of the Rio Itapecuru, within a typical Cerrado area (sampling point P7). *Pseudopaludicola jaredi* was recently described, being currently recognized three isolated populations in the states of Ceará, Rio Grande do Norte and Maranhão (Andrade et al 2016a, b), occurring sympatrically with *P. canga* in the PEM (Andrade et al 2016a). In this case, the development of studies to access the actual distribution and conservation status of this species is crucial.

The anuran fauna of the PEM consists for the most part by species typical of open formations (Cerrado-Caatinga-Chaco complex) and often found in the Cerrado biome (Valdujo et al. 2011, Frost 2017). Our results support other studies conducted in Cerrado areas (Brasileiro et al. 2008, Oda et al. 2009, Roberto et al. 2013, Dal Vechio et al. 2013, Santoro & Brandão 2014) in which affirm that the amphibian communities are dominated by tolerant and generalist species. However, we recorded also the occurrence of typical species of forested areas, as *Osteocephalus taurinus* and *H. boans*, common species in Riparian Forests of the Cerrado and the Amazon biomes (Lima et al. 2005, Jungfer et al. 2013, Matavelli et al. 2013; Freitas et al. 2017). *Hypsiboas boans* was restricted to the Amazon Basin, however, Matavelli et al. (2013) recorded the first occurrence of this species in Cerrado areas in the state of Maranhão. Recently, Freitas et al. (2017) recorded the presence of this species in the REBIO Gurupi, a Biological Reserve of the Amazon biome in the northwest of state of Maranhão. We present the third record of *H. boans* in the state of Maranhão, filling the distribution gap between the REBIO Gurupi region and the municipality of Mata Roma (Matavelli et al. 2013, Freitas et al. 2017). This indicates that this species has a wide distribution in forest areas both in the Amazon and Cerrado. In addition, we present the second record of *Rhinella ocellata* for the state of Maranhão, filling a distribution gap between its first occurrence in the northeast region of the state (Matavelli et al., 2014), and its closest record in the Estação Ecológica Uruçuí-Una, state of Piauí (Dal Vechio et al. 2013).

The rarefaction curve presented a strong tendency towards stabilization (Figure 5), indicating that the methods used herein were effective to sample large part of the PEM species. Furthermore, according to the estimators used, it is expected the addition of only two species on observed richness (observed richness =  $31 \pm 0.79$ ; Jackknife 1 =  $33.95 \pm 1.67$ ; Bootstrap = 33.34). The species richness of PEM was higher than that reported by other authors in different areas of the Brazilian Cerrado: Barreto et al. (2007; 23 spp.), Silva-Leite et al. (2008; 22 spp.), Oda et al. (2009; 29 spp.), Kopp et al. (2010; 25 spp.), Araujo & Almeida-Santos (2011; 27 spp.), Dal Vechio et al. (2013; 26 spp.), Dória et al. (2015; 22 spp.), and quite similar to the number of species observed by

Valdujo et al. (2009; 32 spp.) in the municipality of São Desidério, Western Chapadão region of the state of Bahia (See Table 3 for comparison between the different localities of the Cerrado). Barreto et al. (2007) has reported the presence of only 23 frog species in a study on the anuran fauna of the Serra do Gado Bravo, River Basin Balsas-MA, state of Maranhão, neighboring region to the PEM.

Even in other environmental protected areas, the species richness was lower than that observed in this study, such as the studies carried out in the Parque Estadual Terra Ronca, state of the Goiás (Silva-Leite et al. 2008), in the Parque Nacional da Emas, state of the Goiás (Kopp et al. 2010) and in the Estação Ecológica Uruçuí-Una, state of the Piauí (Dal Vechio et al. 2013), in which were recorded 22, 25 and 26 amphibian species, respectively. Our results support the idea that the low anuran diversity of the northern Cerrado biome reflects the small number of studies in these areas (Diniz-Filho et al. 2004, 2005a; Valdujo et al. 2011). In addition, it is evident the importance of PEM in terms of anuran diversity when compared to other areas of the Brazilian Cerrado.

On the other hand, increasing the sampled areas the number of species tends to increase, as observed by Brasileiro et al. (2008) and Melo et al. (2013), which recorded 33 and 36 species, respectively, in studies carried out in various sampling sites in the states of Maranhão and Goiás. Santos et al. (2014) registered 40 species of amphibians in 17 municipalities of the Piracanjuba and Peixe rivers basins in the southeast of Goiás. In the same way, long-term studies conducted to detect small spatio-temporal variations in the species composition between environments of a same region enable the registration of a greater species number and allows determining the actual species richness in the sampled environments (Valdujo et al. 2011; Gambale et al. 2014). In addition, the use of several collection methods is critical to ensure the registration of species with different reproductive behaviors and/or different habits (terrestrial vs. arboreal vs. aquatic habits).

By studying the anuran fauna of underexplored areas, it is possible to find new species occurrences or even new species. Furthermore, it is usual to record species with taxonomic problems, such as the species of the genus *Scinax*. In the PEM we recognized at least two species populations closely to *S. ruber*, however, to prevent future taxonomic problems, we adopted here a more conservative position recognizing them only as *Scinax* aff. *ruber*, as adopted by other authors (e.g. Valdujo et al. 2011, Dal Vechio et al. 2013, Roberto et al. 2013, Andrade et al. 2014). Similarly, acoustic differences between species of the genus *Elachistocleis* are almost undetectable to human ear, which prevented the identification of the species from this genus in the PEM because they were recorded only by their vocalizations and because there is the possibility that occur at least three species in region (*E. piauiensis*, *E. carvalhoi* and *E. bumbameuboi*) (Caramaschi 2010). Furthermore, we believe that *Dendropsophus* sp. and *Adenomera* sp. are still undescribed species, being this latter morphologically similar to population samples obtained in several areas of the Cerrado and Caatinga biomes (Loebmann & Haddad 2010, Dal Vechio et al. 2013, Roberto et al. 2013).

Cluster analysis evidenced differences in species composition between the different biomes, revealing similarities lower than 30% in most of the comparisons (Figure 6). Despite the anuran community of PEM be composed also by species occurring in other types of environments, we observed the grouping of studies carried out in the Cerrado biome. The anuran species composition of the PEM presented a greater similarity with the study conducted in the Estação Ecológica Uruçuí-Una-EEUU (Dal Vecchio et al. 2013), located about 250 km in the southwest Piauí, and to the study conducted in Serra do Gado Bravo, located about 125 km in municipality of Balsas, southern state of Maranhão. Of the 26 species of anurans recorded in the EEUU, about 60% (16 species) (*D. minutus*, *D. rubicundulus*, *D. soaresi*, *H. multifasciatus*, *O. taurinus*, *Pithecopus azureus*, *S. fuscomarginatus*,

*L. fuscus*, *L. petersii*, *L. troglodytes*, *L. vastus*, *Physalaemus centralis*, *P. cuvieri*, *R. jimi*, *R. mirandaribeiroi* and *R. ocellata*) were also common to the PEM. Six species (*D. nanus*, *Trachycephalus typhonius*, *Rhaebo guttatus*, *R. veredas*, *Dermatonotus muelleri* and *E. carvalhoi*) were exclusive to the EEUU. Of the 23 species recorded in the Serra do Gado Bravo, about 48% (11 species) were also present in the PEM and in the EEUU (*D. minutus*, *D. rubicundulus*, *H. multifasciatus*, *L. fuscus*, *L. petersii*, *L. vastus*, *P. cuvieri*, *R. jimi*, *R. ocellata*, *R. mirandaribeiroi* and *P. azureus*). Seven other species were exclusive to Serra do Gado Bravo (*R. margaritifera*, *H. albopunctatus*, *H. raniceps*, *D. nanus*, *D. walfordi*, *Barycholos ternetzi* and *E. piauienseis*).

Although this hypothesis has not been tested, we believe that the similarity pattern among the PEM, SGB and EEUU could be explained by biogeographic, historical and climatic factors that resulted in the formation of similar vegetation types (Colli et al. 2002). The three protected areas are located in high and steep areas of interfluvial, forming extensive gallery forests in drained areas (Conceição & Castro 2009, Dal Vecchio et al. 2013) that allows displacement of species between patches of vegetation (Rodrigues 2005) favoring species composition similarity among these areas. Additionally, the PEM presents several types of vegetation formations (typical cerrado, cerradão, veredas, dirty fields, flooded fields, open fields and riparian forests) and is inserted in the Uruçuí-Mirador biodiversity corridor, which can explain the great species richness and species composition. The Uruçuí-Mirador corridor, still in the implementation phase, has an estimated initial area of about 13.4 million hectares, distributed among the states of Piauí, Maranhão and Tocantins (Conceição & Castro 2009, Dal Vecchio et al. 2013).

We also observed the occurrence of typical species of other biomes within PEM, such as *H. boans* and *P. canga* (typical species of the Amazon biome), and *L. troglodytes* and *L. vastus* (typical species of the Caatinga biome). This composition pattern, where there is presence of species shared with other biomes is commonly observed in studies of anuran in the Cerrado biome (Uetanabaro et al. 2007, Brasileiro et al. 2008, Valdujo et al. 2009, 2011, Dal Vecchio et al. 2013). The presence of typical species from other biomes in the PEM could be a result of its location in the region of Chapadas do Alto Itapecuru. This region receives the influence from elements of the Amazon and Caatinga biomes (e.g. vegetation, climate, hydrography, soil), which forms a mosaic of connected vegetation that enables a possible exchange of species between neighboring areas (Ganem 2007). In this case, PEM is located in a transition zone (humid vs. semiarid) and the spatial arrangement of habitat patches provides corridors for possible dispersal among the nearby wetlands (Maltchik et al. 2008).

This is one of the few studies to inventory the amphibians' species of Central-South of the state of Maranhão. It also provides important data about the amphibian communities of PEM, which can contribute to implementation of management plan for the PEM and the development of conservation measures of the amphibians' species in the northern part of the Brazilian Cerrado. Despite the observed species richness, we believed that the number of species is even greater, since the PEM has several not yet sampled environments and the methods adopted here do not include fossorial species registration or reproductive habits of the explosive type. Thus, there is a need to conduct future surveys to improve the knowledge about the diversity and distribution of anurans in this important area in the north of Brazil. In addition, further ecological studies are needed to understand the species richness pattern and the dynamics of PEM's amphibian populations, as these data are essential for the implementation of measures for species conservation. In fact, systematic conservation planning studies are extremely urgent in the region, because of the threat imposed by agricultural expansion in the Cerrado that is replacing the natural floristic composition by large grain monoculture plantations, causing numerous



environmental impacts and leading to the loss of regional biodiversity in the northern distribution of Cerrado biome. Furthermore, the Parque Estadual do Mirador is an important bioregional corridor of preservation, which is crucial for the maintenancy of species diversity.

### **Acknowledgment**

We thank Thiago Ribeiro de Carvalho and Felipe Silva de Andrade for confirmation of the species identity. To Tássia Grazielle Pires Lima, Micheli Vêras dos Santos, Kássio de Castro Araújo, Johnny Sousa Ferreira and Sâmia Caroline Melo Araújo for helping in fieldwork. To Vinícius de Avelar São Pedro and Nivaldo Magalhães Piorski for suggestions and valuable contributions to improving the manuscript. We thank Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais-SEMA for providing collecting permit (008/2013), APERMIRA for permission to access to the Parque Estadual do Mirador and to Universidade Federal do Piauí-UFPI (Campus de Parnaíba) for logistical support. EBA thanks Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão (FAPEMA) for financial support through the Support Program for Research Projects UNIVERSAL (edital n° 001/2013 – FAPEMA) and Ph.D. grant (BD-01163/13).

### **Author contributions**

EBA contributed in data acquisition, analysis and interpretation of data, and writing of the paper. JRSAL and LNW contributed in the conception and design of the paper and critical review adding intellectual content.

## References

- ALCÂNTARA, E.H. 2004. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão-Brasil. *Cam. Geogr.* 7(11): 97-113.
- ANDRADE, E.B., LEITE, J.R.S.A. & ANDRADE, G.V. 2014. Anurans from the municipality of Ilha Grande, Parnaíba River Delta, Piauí, Northeastern Brazil. *Herpetol. Notes* 7: 219-226.
- ANDRADE, E.B., LIMA, T.G.P., ARAÚJO, K.C., LEITE, J.R.S.A & WEBER, L.N. 2016a. Sympatric occurrence of two species of *Pseudopaludicola* (Anura: Leptodactylidae) and first record of *Pseudopaludicola jaredi* Andrade, Magalhães, Nunes-de-Almeida, Veiga-Menoncello, Santana, Garda, Loebmann, Recco-Pimentel, Giaretta & Toledo, 2016 in the state of Maranhão, northeastern Brazil. *Check List* 12(6): 2023.
- ANDRADE, F.S., MAGALHÃES, F.M., NUNES-DE-ALMEIDA, C.H.L., VEIGA-MENONCELLO, A.C.P., SANTANA, D.J., GARDA, A.A., LOEBMANN, D., RECCO-PIMENTEL, S.M., GIARETTA, A.A. & TOLEDO, L.F. 2016b. A new species of long-legged *Pseudopaludicola* from northeastern Brazil (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae). *Salamandra* 52(2): 107-124.
- ARAÚJO, C.O. & ALMEIDA-SANTOS, S.M. 2011. Herpetofauna in a cerrado remnant in the state of Sao Paulo, Southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 11(3): 47-62. <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n3/en/abstract?article+bn00511032011> (last access on 02/08/2017)
- ARAÚJO, K.C., SANTOS, M.V., LIMA, T.G.P., ANDRADE, E.B. & WEBER, L.N. 2015. First record of *Adenomera saci* Carvalho & Giaretta, 2013 (Anura: Leptodactylidae) for the State of Maranhão, Northeastern Brazil. *Herpetol. Notes* 8: 183-185.
- ÁVILA, R.W. & FERREIRA, V.L. 2004. Riqueza e densidade de vocalização de anuros (Amphibia) em uma área urbana de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21(4): 887-892.
- BARRETO, L. 2007. Cerrado Norte do Brasil – North Cerrado of Brazil. USEB, Pelotas.
- BARRETO, L., ARZABE, C. & LIMA, Y.C.C. 2007. Herpetofauna da região de Balsas. In *Cerrado Norte do Brasil – North Cerrado of Brazil* (L. Barreto, ed.). USEB, Pelotas, p. 221-229.
- BITAR, Y.O.C., PINHEIRO, L.P.C., ABE, P.S. & SANTOS-COSTA, M.C. 2012. Species composition and reproductive modes of anurans from a transitional Amazonian forest, Brazil. *Zool.* 29(1): 19-26.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2015. O Cerrado brasileiro. <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado> (last access on 02/08/2017)
- BRASILEIRO, C.A., LUCAS, E.M., OYAMAGUCHI, H.M., THOMÉ, M.T.C. & DIXO, M. 2008. Anurans, northern Tocantins River Basin, states of Tocantins and Maranhão, Brazil. *Check List* 4(2): 185-197.
- CARAMASCHI, U. 2010. Notes on the taxonomic status of *Elachistocleis ovalis* (Schneider, 1799) and description of five new species of *Elachistocleis* Parker, 1927 (Amphibia, Anura, Microhylidae). *Bol. Mus. Nac., N.S., Zool.* 527: 1-30.
- CARVALHO-E-SILVA, A.M.T., SILVA, G.R. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2008. Anurans at Rio das Pedras Reserve, Mangaratiba, RJ, Brazil. *Biota Neotrop.* 8(1): 199-209. <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/en/abstract?inventory+bn02608012008> (last access on 02/08/2017)
- COLLI, G.R., BASTOS, R.P. & ARAÚJO, A.F.B. 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds). Columbia University Press, New York, p. 223-239.

- COLWELL, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0. <http://purl.oclc.org/estimates>. (last access on 02/08/2017).
- CONCEIÇÃO, G.M. & CASTRO, A.A.J.F. 2009. Fitossociologia de uma área de Cerrado Marginal, parque Estadual do Mirador, Mirador, Maranhão. *Scien. Plena* 5(10): 1-16.
- DIAS, I.R., MEDEIROS, T.T., VILA NOVA, M.F. & SOLÉ, M. 2014. Amphibians of Serra Bonita, southern Bahia: a new hotspot within Brazil's Atlantic Forest hotspot. *ZooKeys* 449: 105-130.
- DINIZ-FILHO, J.A.F., BASTOS, R.P., RANGEL, T.F.L.V.B., BINI, L.M., CARVALHO, P. & SILVA, R.J. 2005a. Macroecological correlates and spatial patterns of anuran description dates in the Brazilian Cerrado. *Global Ecol. Biogeogr.* 14(5): 469-477.
- DINIZ-FILHO, J.A.F., BINI, L.M., BASTOS, R.P., VIEIRA, C. M. & VIEIRA, L.C.G. 2005b. Priority areas for anuran conservation using biogeographical data: a comparison of greedy, rarity, and simulated annealing algorithms to define reserve networks in Cerrado. *Braz. J. Biol.* 65: 251-261.
- DINIZ-FILHO, J.A.F., BINI, L.M., VIEIRA, C.M., SOUZA, M.C., BASTOS, R.P., BRANDÃO, D. & OLIVEIRA, L.G. 2004. Spatial patterns in species richness and priority areas for conservation of anurans in the Cerrado region, Central Brazil. *Amphibia-Reptilia* 25: 63-75.
- DÓRIA, T.A.F., KLEIN, W., ABREU, R.O., SANTOS, D.C., CORDEIRO, M.C., SILVA, L.M., VANESSA MARCELO, M.G.B. & NAPOLI, F. 2015. Environmental Variables Influence the Composition of Frog Communities in Riparian and Semi-Deciduous Forests of the Brazilian Cerrado. *South Am. J. Herpetol.* 10(2): 90-103.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Relatório do Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (M. Batistella, É.L. Bolfe, L.E. Vicente, D.C. Victoria & L.S. Araújo, org.). Campinas, SP: Embrapa, 2013. Relatório Técnico, v.2. 323 p.
- FORLANI, M.C., BERNARDO, P.H., HADDAD, C.F.B. & ZAHER, H. 2010. Herpetofauna do Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* 10(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n3/en/abstract?inventory+bn00210032010> (last access on 02/08/2017)
- FREITAS, M.A., VIEIRA, R.S., ENTIAUSPE-NETO, O.M., SOUSA, S.O., FARIAS, T., SOUZA, A.G. & MOURA, G.J.B. 2017. Herpetofauna of the Northwest Amazon forest in the state of Maranhão, Brazil, with remarks on the Gurupi Biological Reserve. *ZooKeys* 643: 141-155. doi: <https://doi.org/10.3897/zookeys.643.8215>
- FROST, D.R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. 2017. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. (last access on 29/07/2017)
- GAMBALE, P.G., WOITOVICZ-CARDOSO, M., VIEIRA, R.R., BATISTA, V.G., RAMOS, J. & BASTOS, R.P. 2014. Composição e riqueza de anfíbios anuros em remanescentes de Cerrado do Brasil Central. *Iheringia, Sér. Zool.* 104(1): 50-58.
- GANEM, R. S. 2007. Políticas de conservação da biodiversidade e conectividade entre remanescentes de cerrado. 2007. 431 f., il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília.
- GARDA, A.A., COSTA, T.B., SANTOS-SILVA, C.R., MESQUITA, D.O., FARIA, R.G., CONCEIÇÃO, B.M., SILVA, I.R.S., FERREIRA, A.S., ROCHA, S.M., PALMEIRA, C.N.S., RODRIGUES, R., FERRARI, S.F.

- & TORQUATO, S. 2013. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga I: Raso da Catarina Ecological Station (Bahia, Brazil). *Check List* 9(2): 405-414.
- GORDO, M. & CAMPOS, Z. 2003. Listagem de anuros da Estação Ecológica Nhumirim e arredores, Pantanal Sul. Embrapa Pantanal, Corumbá, p. 1-21.
- GORDO, M. & CAMPOS, Z. 2005. Anuros das Serras de Entorno do Pantanal Sul. Embrapa Pantanal, Corumbá, p. 1-20.
- GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* 4(4): 379-391.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electr.* 4(1): 9pp.
- HEYER, W.R., DONNELLY, M.A., MCDIARMID, R.W., HAYEK, L.A.C. & FOSTER, M.S. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington.
- IBAMA. Unidades de Conservação. IBAMA, 2009. <http://www.ibama.gov.br/zoneamentoambiental/ucs/> (last access on 02/08/2017)
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa de biomas brasileiros. Rio de Janeiro: IBGE, Escala 1:5.000.000. <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm> (last access on 02/08/2017)
- ILHA, P. & DIXO, M. 2010. Anurans and Lizards, Rio Preto da Eva, Amazonas, Brazil. *Check List* 6(1): 17-21.
- IUCN. The IUCN Red List Treated Species. 2017. Categories & Criteria (version 3.1). <http://www.iucnredlist.org> (last access on 02/08/2017)
- JUNGFER, K.-H., FAIVOVICH, J., PADIAL, J.M., CASTROVIEJO-FISHER, S., LYRA, M.M., BERNECK, B.V.M., IGLESIAS, P.P., KOK, P.J.R., MACCULLOCH, R.D., RODRIGUES, M.T., VERDADE, V.K., TORRES GASTELLO, C.P., CHAPARRO, J.C., VALDUJO, P.H., REICHLER, S., MORAVEC, J., GVOZDÍK, V., GAGLIARDI-URRUTIA, G., ERNST, R., DE LA RIVA, I., MEANS, D.B., LIMA, A.P., SEÑARIS, J.C., WHEELER, W.C. & HADDAD, C.F.B. 2013. Systematics of spiny-backed treefrogs (Hylidae: Osteocephalus): an Amazonian puzzle. *Zool. Scripta* 42: 351-380.
- KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. Belo Horizonte, Megadiversidade 1: 148-155.
- KNISPEL, S.R. & BARROS, F.B. 2009. Anfíbios anuros da região urbana de Altamira (Amazônia Oriental), Pará, Brasil. *Biotemas* 22(2): 191-194.
- KOPP, K., SIGNORELLI, L. & BASTOS, R.P. 2010. Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* 100(3): 192-200.
- LIMA, A.P., MAGNUSSON, W.E., MENIN, M., ERDTMANN, L.K., RODRIGUES, D.J., KELLER, C. & HÖDL, W. 2005. Guia de Sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central (Guide to the frogs of Reserva Adolpho Ducke, Central Amazonia). Áttema Design Editorial, Manaus.
- LIMA, T.G.P., ANDRADE, E.B., ARAÚJO, K.C., LEITE, J.R.S.A. & WEBER, L.N. 2015. First record of *Leptodactylus sertanejo* (Anura: Leptodactylidae: Leptodactylinae) in the state of Maranhão, northeastern Brazil. *Check List* 11(5): 1776. doi: <http://dx.doi.org/10.15560/11.5.1776>

- LOEBMANN, D. & HADDAD, C.F.B. 2010. Amphibians and reptiles from a highly diverse area of the Caatinga domain: composition and conservation implications. *Biota Neotrop.* 10(3): 227-256. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n3/en/abstract?article+bn03910032010> (last access on 02/08/2017)
- MAGURRAN, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell.
- MALTCHIK, L., PEIXOTO, C.D., STENERT, C., MOREIRA, L.F.B. & MACHADO, I.F. 2008. Dynamics of the terrestrial amphibian assemblage in a flooded riparian forest fragment in a Neotropical region in the south of Brazil. *Braz. J. Biol.* 68(4): 763-769.
- MARANHÃO. Lei nº 8.958 de 08 de maio de 2009. Altera o Decreto nº 7.641/80 de junho de 1980, que cria o Parque Estadual de Mirador e dá outras providências. São Luís: D.O.E, de 08.05.2009, Ano CIII, n. 087.
- MATAVELLI, R., CAMPOS, A.M., MENDONÇA, M.A. & ANDRADE, G.V. 2013. New records of anurans in the state of Maranhão, Brazil: *Hypsiboas boans* (Linnaeus, 1758) (Hylidae) and *Leptodactylus syphax* Bokermann, 1969 (Leptodactylidae). *Check List* 9(4): 899-901.
- MATAVELLI, R., CAMPOS, A.M., SILVA, G.R. & ANDRADE, G.V. 2014. First record of *Rhinella ocellata* (Günther, 1858) (Bufonidae) for the state of Maranhão, northeastern Brazil. *Check List* 10(2): 432-433.
- MELO, M., FAVA, F., PINTO, H.B.A., BASTOS, R.P. & NOMURA, F. 2013. Diversidade de anuros (Amphibia) na reserva extrativista Lago do Cedro e seu entorno, Aruanã, Goiás. *Biota Neotrop.* (13)2: <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n2/en/abstract?inventory+bn02913022013> (last access on 02/08/2017)
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2014. Portaria nº - 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção. Brasília: D. O. U., de 17.12.2014, nº 245, seção 1, p. 121-126.
- ODA, F.H., BASTOS, R.P. & LIMA, M.A.C.S. 2009. Anuran assemblage in the Cerrado of Niquelândia, Goiás State, Brazil: diversity, local distribution and seasonality. *Biota Neotrop.* 9(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n4/en/abstract?inventory+bn03609042009> (last access on 02/08/2017)
- PANSONATO, A., MOTT, T. & STRÜSSMANN, C. 2011. Anuran amphibians' diversity in a northwestern area of the Brazilian Pantanal. *Biota Neotrop.* 11(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n4/en/abstract?article+bn01711042011> (last access on 02/08/2017)
- PANTOJA, D.L. & FRAGA, R. 2012. Herpetofauna of the Reserva Extrativista do Rio Gregório, Juruá Basin, southwest Amazonia, Brazil. *Check List* 8(3): 360-374.
- PEDROSA, I.M.M.C., COSTA, T.B., FARIA, R.G., FRANÇA, F.G.R., LARANJEIRAS, D.O., OLIVEIRA, T.C.S.P., PALMEIRA, C.N.S., TORQUATO, S., MOTT, T., VIEIRA, G.H. C. & GARDA, A.A. 2014. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga III: The Catimbau National Park, Pernambuco, Brazil. *Biota Neotrop.* 14(4): <http://dx.doi.org/10.1590/1676-06032014004614> (last access on 02/08/2017)
- POMBAL-JR., J.P. 1995. Biologia reprodutiva de anuros (Amphibia) associados a uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In *Cerrado: ecologia e flora* (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina. p. 151-212.
- RIBEIRO, S.C., ROBERTO, I.J., SALES, D.L., ÁVILA, R.W. & ALMEIDA, W.O. 2012. Amphibians and reptiles from the Araripe bioregion, northeastern Brazil. *Salamandra*, 48(3): 133-146.

- RIBEIRO-JÚNIOR, J.W. & BERTOLUCI, J. 2009. Anurans of the cerrado of the Estação Ecológica and the Floresta Estadual de Assis, southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 9(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n1/en/abstract?inventory+bn02709012009> (last access on 02/08/2017)
- ROBERTO, I.J., RIBEIRO, S.C. & LOEBMANN, D. 2013. Amphibians of the state of Piauí, Northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Biota Neotrop.* 13(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n1/pt/abstract?inventory+bn04113012013> last access on 02/08/2017 )
- RODRIGUES, M.T. 2005. A biodiversidade dos Cerrados: conhecimento atual e perspectivas, com uma hipótese sobre o papel das matas galerias na troca faunística durante ciclos climáticos. In *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação* (A. Scariot, J.C.S. Silva, & J.M. Felfili, Coord.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 235-246.
- SANTANA, G.G., VIEIRA, W.L.S., PEREIRA-FILHO, G.A., DELFIM, F.R., LIMA, Y.C.C. & VIEIRA, K.S. 2008. Herpetofauna em um fragmento de Floresta Atlântica no Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil. *Biotemas*, 21(1): 75-84.
- SANTORO, G.R.C.C. & BRANDÃO, R.A. 2014. Reproductive modes, habitat use, and richness of anurans from Chapada dos Veadeiros, central Brazil. *North-Western J. Zool.* 10(2): 365-373.
- SANTOS, D.L., ANDRADE, S.P., VICTOR-JR., E.P. & VAZ-SILVA, W. 2014. Amphibians and reptiles from southeastern Goiás, Central Brazil. *Check List* 10(1): 131-148.
- SÃO PEDRO, V.A. & FEIO, R.N. 2011. Anuran species composition from Serra do Ouro Branco, southernmost Espinhaço Mountain Range, state of Minas Gerais, Brazil. *Check List* 7(5): 671-680.
- SILVA, A.S.F.L., SIQUEIRA JÚNIOR, S. & ZINA, J. 2013. Checklist of amphibians in a transitional area between the Caatinga and the Atlantic Forest, central-southern Bahia, Brazil. *Check List* 9(4): 725-732.
- SILVA, J.M.C. & BATES, J.M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna Hotspot. *BioScience* 52: 225-233.
- SILVA, R.A., MARTINS, I.A & ROSSA-FERES, D.C. 2011. Environmental heterogeneity: Anuran diversity in homogeneous environments. *Zool.* 28(5): 610-618.
- SILVA-LEITE, R.R., LEITE JÚNIOR, J.M.A., BARBOSA, E.A., NORONHA, S. & LEITE, J.R.S.A. 2008. The anurans of Terra Ronca State Park, municipality of São Domingos, State of Goiás, central Brazil. *Sitientibus Série. Ciênc, Biol.* 8(2): 162-167.
- SOUZA, V.M., SOUZA, M.B. & MORATO, E.F. 2008. Efeitos da sucessão florestal sobre a anurofauna (Amphibia: Anura) da Reserva Catuaba e seu entorno, Acre, Amazônia sul-ocidental. *Rev. Bras. Zool.* 25(1): 49-57.
- UETANABARO, M., SOUZA, F.L., LANDGREF FILHO, P., BEDA, A.F. & BRANDÃO, R. A. 2007. Anfíbios e répteis do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 7(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?inventory+bn01207032007> (last access on 02/08/2017)
- VALDUJO, P.H., CAMACHO, A., RECODER, R.S., TEIXEIRA JR, M., GHELLERE, J.M.B., MOTT, T., NUNES, P.M.S., NOGUEIRA, C. & RODRIGUES, M. T. 2011. Anfíbios da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, região do Jalapão, Estados do Tocantins e Bahia. *Biota Neotrop.* 11(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?article+bn03511012011> (last access on 02/08/2017)

- VALDUJO, P.H., RECODER, R.S., VASCONCELLOS, M.M. & PORTELLA, A.S. 2009. Amphibia, Anura, São Desidério, western Bahia uplands, northeastern Brazil. Check List 5(4): 903-911.
- VIEIRA, W.L.S., ARZABE, C. & SANTANA, G.G. 2007. Composição e distribuição espaço-temporal de anuros no Cariri paraibano, Nordeste do Brasil. Oecol. Bras. 11(3): 383-396.

#### **Appendix 1.** Voucher specimens

*Rhinella mirandaribeiroi* (CZDP I1 520); *Rhinella ocellata* (CZDP I1 521-522); *Dendropsophus branneri* (CZDP I1 523-524, 604-606); *Dendropsophus minutus* (CZDP I1 533-534); *Dendropsophus rubicundulus* (CZDP I1 535); *Dendropsophus soaresi* (CZDP I1 625-626); *Dendropsophus* sp. (CZDP I1 607); *Hypsiboas multifasciatus* (CZDP I1 525-526, 528); *Hypsiboas punctatus* (CZDP I1 529-531); *Osteocephalus taurinus* (CZDP I1 614-615); *Scinax fuscomarginatus* (CZDP I1 532, 536); *Scinax nebulosus* (CZDP I1 527, 611-612); *Scinax* aff. *ruber* (CZDP I1 539-540, 608); *Adenomera hylaedactyla* (CZDP I1-613); *Adenomera saci* (CZDP I1 456-457, 616-619); *Adenomera* sp. (CZDP I1 537-538, 620-623); *Leptodactylus fuscus* (CZDP I1 541-542); *Leptodactylus mystaceus* (CZDP I1 543); *Leptodactylus petersii* (CZDP I1 627-628); *Leptodactylus sertanejo* (CZDP I1 544); *Leptodactylus troglodytes* (CZDP I1 545-546); *Leptodactylus vastus* (CZDP I1 547); *Physalaemus centralis* (CZDP I1 562-563); *Physalaemus cuvieri* (CZDP I1 564-565); *Pseudopaludicola canga* (CZDP I1 548-553, 566-603); *Pseudopaludicola mystacalis* (CZDP I1 554-559); *Pseudopaludicola jaredi* (CZDP I1 624, 629); *Pithecopus azureus* (CZDP I1 560-561).

**Table 1.** Environmental description of the sampled habitats of Parque Estadual do Mirador-PEM, Central-South region of the Maranhão state.

<b>Sampled habitats</b>	<b>Coordinates</b>	<b>Description</b>
P1	6°37'49.60" S 45°52'44.00" W	Large pond surrounded by medium to large trees and the presence of aquatic weeds and small islands formed by emergent vegetation within the pond.
P2	6°36'10.6" S 45°50'32.0" W	Small pond surrounded by spaced vegetation, few trees and many herbaceous plants, with large amount of herbaceous and aquatic vegetation within the water.
P3	6°36'27.65" S 45°50'29.58" W	Pond formed in a flooded field, located in a spaced arboreal vegetation area, with little vegetation inside.
P4	6°36'13.30" S 45°49'1.50" W	Stream located in a “campo sujo” (grassland with sparse shrubs) area. The marginal vegetation is shrub type with opened areas and emergent vegetation.
P5	6°36'37.30" S 45°47'59.20" W	Stream within the gallery forest, with the presence of large palm trees. It features flat edge and soaked in much of its length and accumulation of leaf litter on the ground.
P6	6°36'34.20" S 45°46'43.90" W	Stream within an opened field area with the presence of some palm trees. The marginal vegetation is formed by a small shrubby forest.
P7	6°47'28.20" S 45°28'25.10" W	Flooded field formed periodically during the rainy season, presenting a large extension and covered by emergent vegetation and few trees fairly spaced.



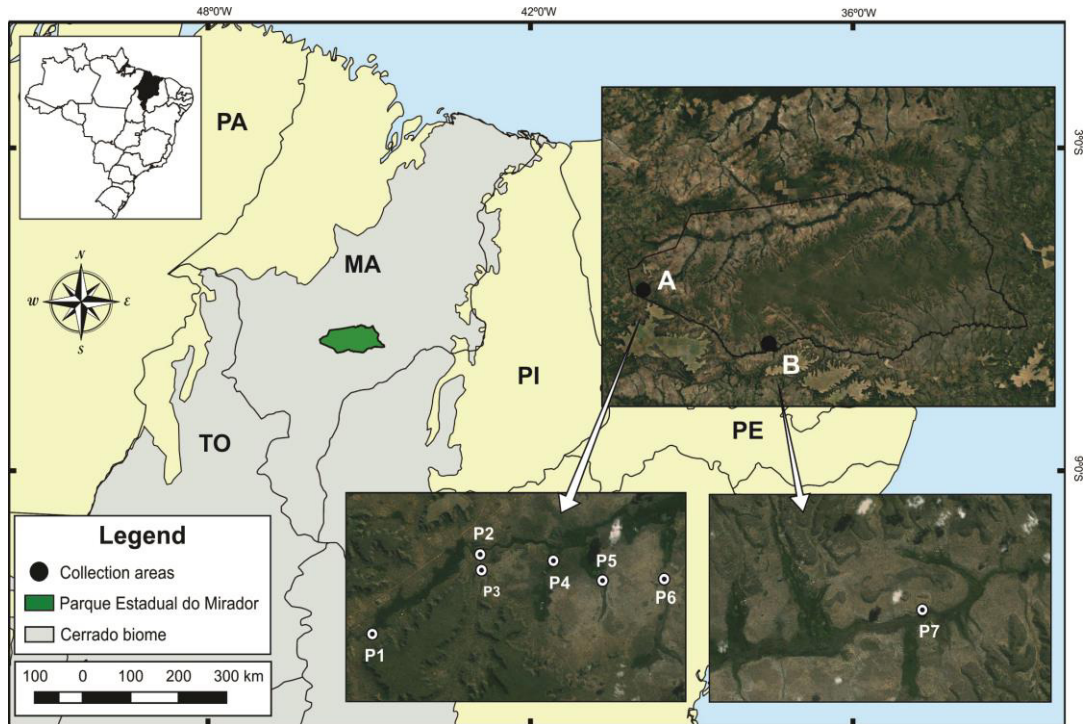
**Table 2.** Anurans recorded in the Parque Estadual do Mirador (PEM), municipalities of Mirador, Formosa da Serra Negra and Fernando Falcão, state of Maranhão, Brazil. Sampling points: P1 - P7 (see point characterization in Material and Methods); \*Record of specimens outside the respective sampling point. Habitat: A - open formations, F - forest formations. Geographic distribution: CAM - species occurring in the Cerrado and Amazon biomes; CC - species recorded in the Cerrado and Caatinga biomes; E - endemic to the Cerrado biome; W - wide distribution. Number of species per family in parentheses.

Taxon	Sampling point	Habitat	Geographic distribution	Sampling method
<b>FAMILY BUFONIDAE (3)</b>				
<i>Rhinella jimi</i> (Stevaux, 2002)	P1, P5, P6	A	CC	Acoustic/ Visual
<i>Rhinella mirandaribeiroi</i> (Gallardo, 1965)	P2*, P6	A	CC	Acoustic/ Visual
<i>Rhinella ocellata</i> (Günther, 1858)	P2	A	E	Acoustic/ Visual
<b>FAMILY HYLIDAE (12)</b>				
<i>Dendropsophus branneri</i> (Cochran, 1948)	P1, P2	F	W	Acoustic/ Visual
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	P1, P2, P3	A	W	Acoustic/ Visual
<i>Dendropsophus rubicundulus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	P2, P3, P5	A	CC	Acoustic/ Visual
<i>Dendropsophus soaresi</i> (Caramaschi & Jim, 1983)	P3, P5	F	CC	Acoustic/ Visual
<i>Dendropsophus</i> sp.	P1, P7*	F	-	Acoustic/ Visual
<i>Hypsiboas boans</i> (Linnaeus, 1758)	P2*, P7	F	CAM	Acoustic
<i>Hypsiboas multifasciatus</i> (Günther, 1859)	P1, P2, P4, P5, P6, P7	A/F	CAM	
<i>Hypsiboas punctatus</i> (Schneider, 1799)	P1, P2, P4, P5, P6, P7*	A/F	W	Acoustic/ Visual
<i>Osteocephalus taurinus</i> Steindachner, 1862	P1, P5	F	CAM	Acoustic/ Visual
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (Lutz, 1925)	P1, P2, P3	A	W	Acoustic/ Visual
<i>Scinax nebulosus</i> (Spix, 1824)	P1, P2, P4, P5, P6	A/F	CAM	Acoustic/ Visual
<i>Scinax</i> aff. <i>ruber</i>	P3, P5, P7	A	-	Acoustic/ Visual
<b>FAMILY LEPTODACTYLIDAE (14)</b>				
<i>Adenomera hylaedactyla</i> (Cope, 1868)	P2, P3, P6	A/F	CAM	Acoustic/ Visual
<i>Adenomera saci</i> Carvalho & Giaretta, 2013	P7	A	E	Acoustic/ Visual
<i>Adenomera</i> sp.	P1*, P6, P7	A	-	Acoustic/ Visual
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	P2, P3, P4, P5	A	W	Acoustic/ Visual
<i>Leptodactylus mystaceus</i> (Spix, 1824)	P1*	-	W	Visual
<i>Leptodactylus petersii</i> (Steindachner, 1864)	P5		CAM	Visual
<i>Leptodactylus sertanejo</i> Giaretta & Costa, 2007	P7	A	E	Acoustic/ Visual

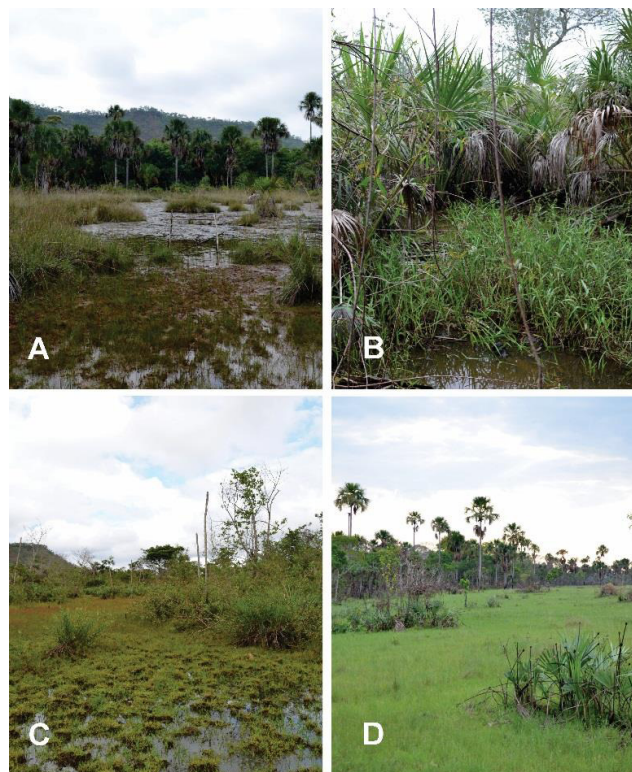
<i>Leptodactylus troglodytes</i> Lutz, 1926	P3	A	CC	Acoustic/ Visual
<i>Leptodactylus vastus</i> Lutz, 1930	P3, P5	A	CC	Visual
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	P3, P6	A	E	Acoustic/ Visual
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	P3, P5	A	W	Acoustic/ Visual
<i>Pseudopaludicola canga</i> Giaretta & Kokubum, 2003	P1, P2, P5, P7	A	CAM	Acoustic/ Visual
<i>Pseudopaludicola jaredi</i> Andrade, Magalhães, Nunes-de-Almeida, Veiga-Menoncello, Santana, Garda, Loebmann, Recco-Pimentel, Giaretta & Toledo, 2016	P7	A	E	Acoustic/ Visual
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	P1, P3, P5	A	W	Acoustic/ Visual
<b>FAMILY MICROHYLIDAE (1)</b>				
<i>Elachistocleis</i> sp.	P5, P7	A	-	Acoustic
<b>FAMILY PHYLLOMEDUSIDAE (1)</b>				
<i>Pithecopus azureus</i> (Cope, 1862)	P1*, P2, P3, P4, P5	A/F	E	Acoustic/ Visual

**Table 3.** Localities list with amphibian inventories in the Cerrado biome, including the Parque Estadual do Mirador - PEM. Spp. - Number of species; SE - sampling effort (days/month); NS - number of sampling sites; SM - sampling method (1 - interception traps and fall, 2 - sampling in breeding site; 3 - active search; 4 - casual encounter); DP - distance in kilometers from PEM.

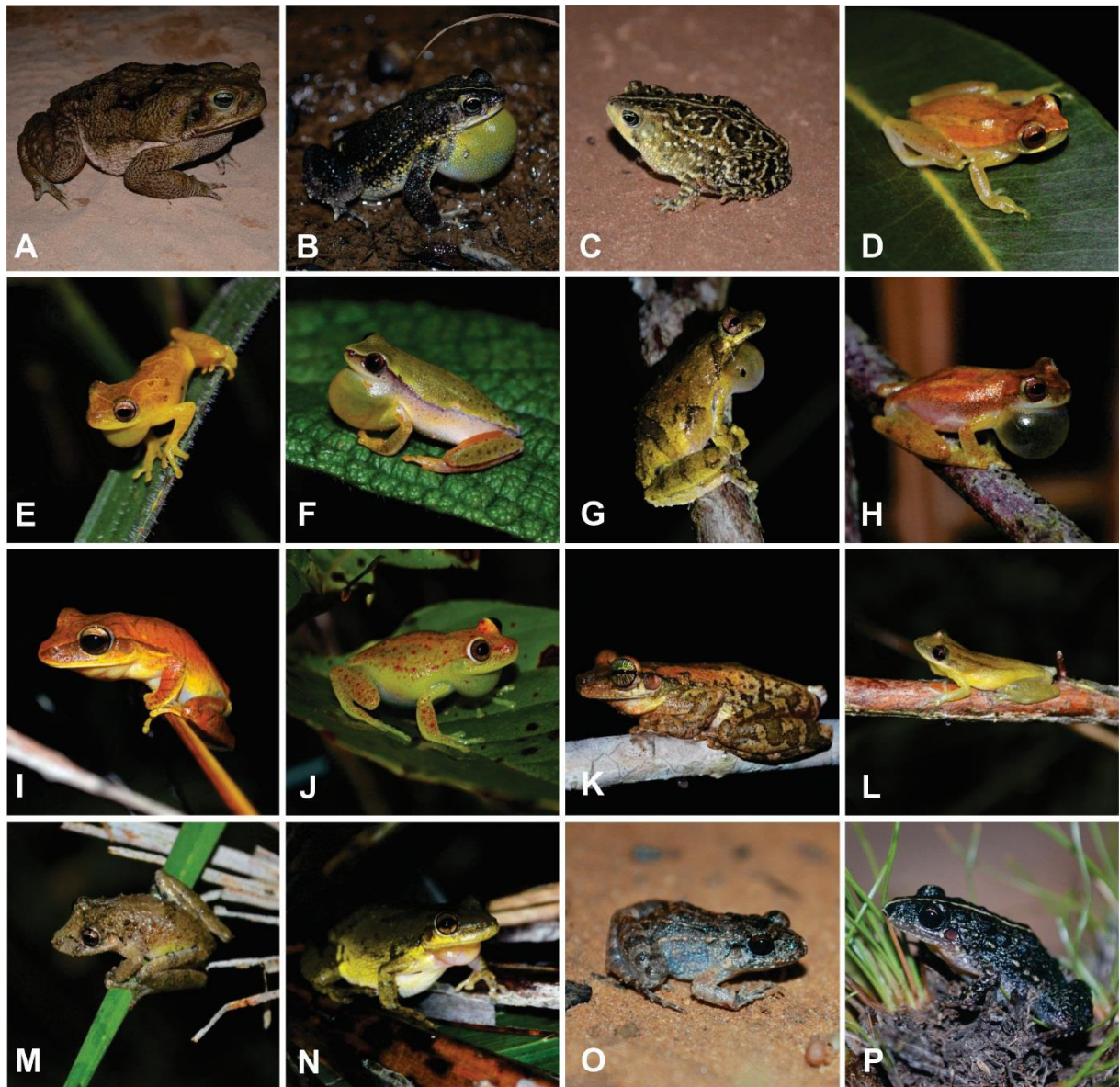
Localities	Spp.	SE (days/month)	NS	SM	DP (Km)	Reference
Balsas-MA	23	40/4	8	1, 3	125	Barreto et al. (2007)
Parque Estadual de Terra-Ronca-GO	22	___/12	4	3	780	Silva-Leite et al. (2008)
Ingazeira Farm-BA	22	30/4	10	1, 3	470	Dória et al. (2015)
Parque Nacional das Emas-GO	25	___/16	12	2	1500	Kopp et al. 2010
Estação Ecológica Uruçuí-Una-PI	26	66/4	12	1, 3, 4	280	Dal Vechio et al. (2013)
Estação Ecológica de Assis-SP	27	35/7	13	1, 2, 3, 4	1820	Araujo & Almeida-Santos (2011)
Municipality of Niquelândia-GO	29	36/12	14	1, 2, 3	870	Oda et al. (2009)
<b>Parque Estadual do Mirador-MA</b>	<b>31</b>	<b>24/8</b>	<b>7</b>	<b>2, 3, 4</b>	<b>-</b>	<b>Present study</b>
São Desidério-BA	32	12/2	4	2, 3	630	Valdujo et al. 2009
Southeast of Maranhão	33	28/4	11	1, 2, 3, 4	220	Brasileiro et al. (2008)
Estação Ecológica Nova Roma-GO	36	20/7	8	1, 3	800	Campos & Lage (2014)
Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins-TO/BA	37	20/3	8	1, 2, 3	540	Valdujo et al. (2011)



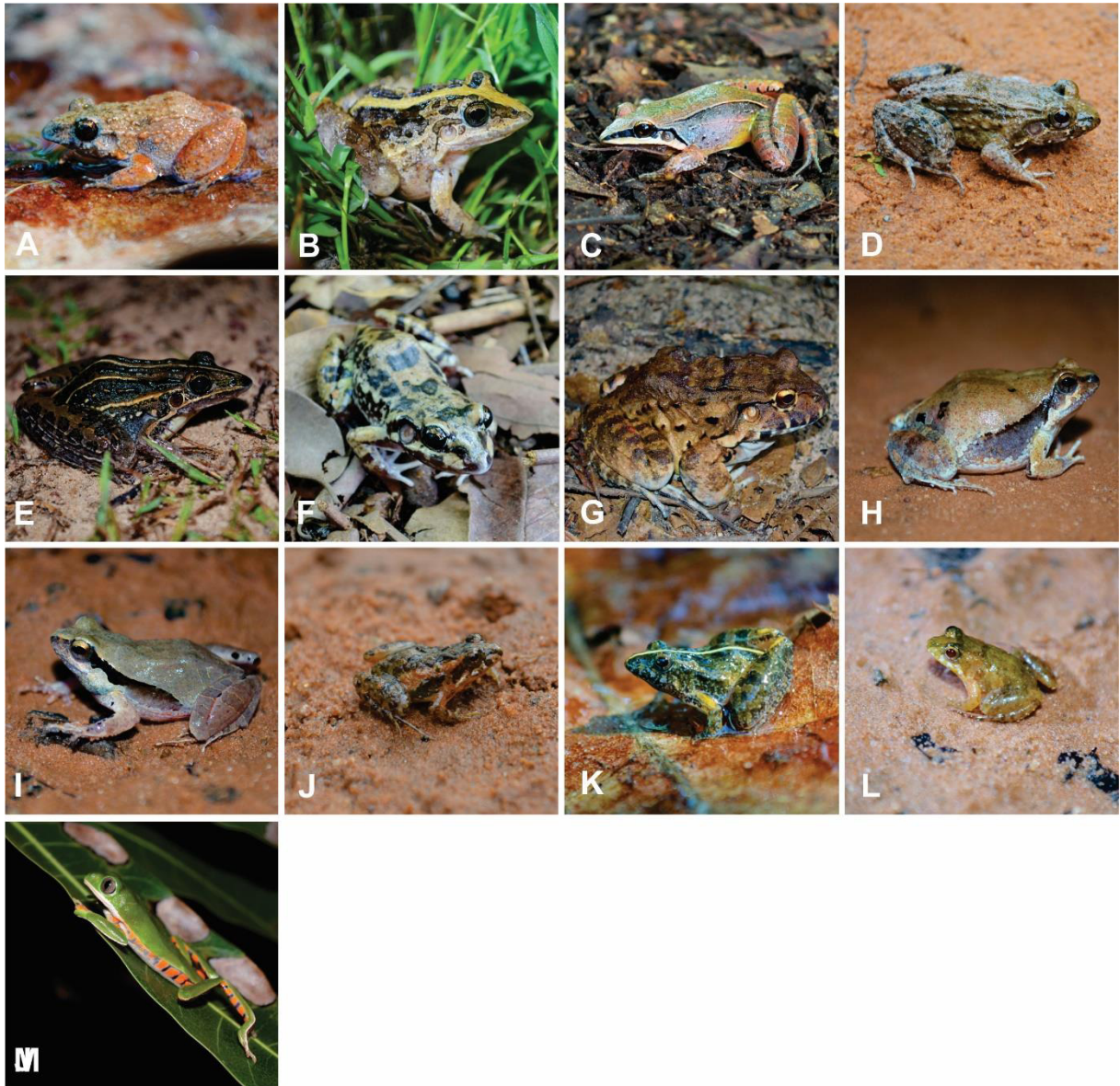
**Figure 1.** Location of Parque Estadual do Mirador-PEM, indicating the Cerrado biome coverage areas in the state of Maranhão (in gray) and the areas of sampling (A-B) within the park: A - Geraldina's advanced checkpoint, B - Zé Miguel's advanced checkpoint.



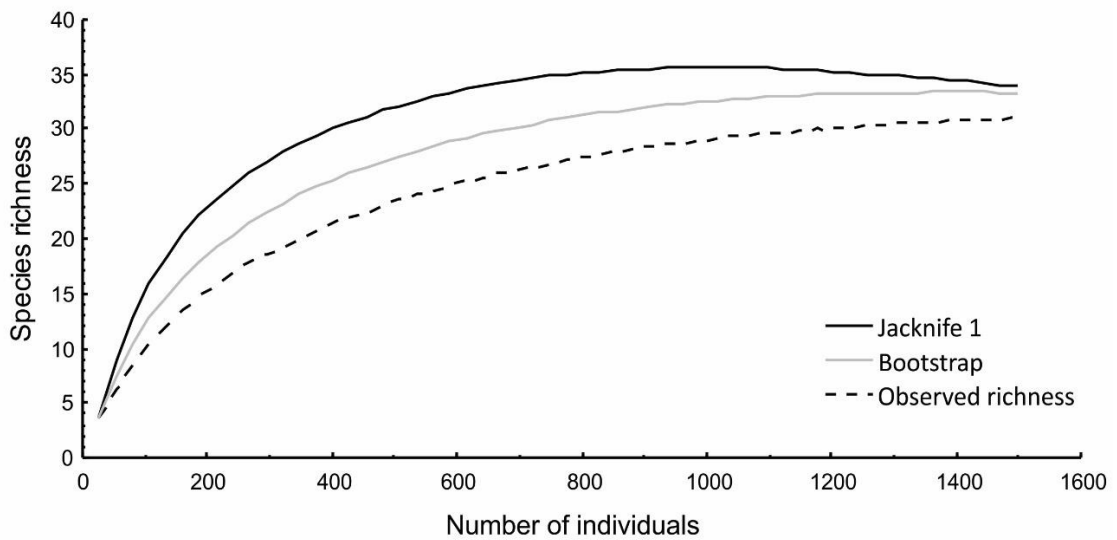
**Figure 2.** Sampled environments in the Parque Estadual do Mirador-PEM. "A" represents the collection point P1; "B" represents the point P2; "C" represents the point P3; and "D" represents the point P7.



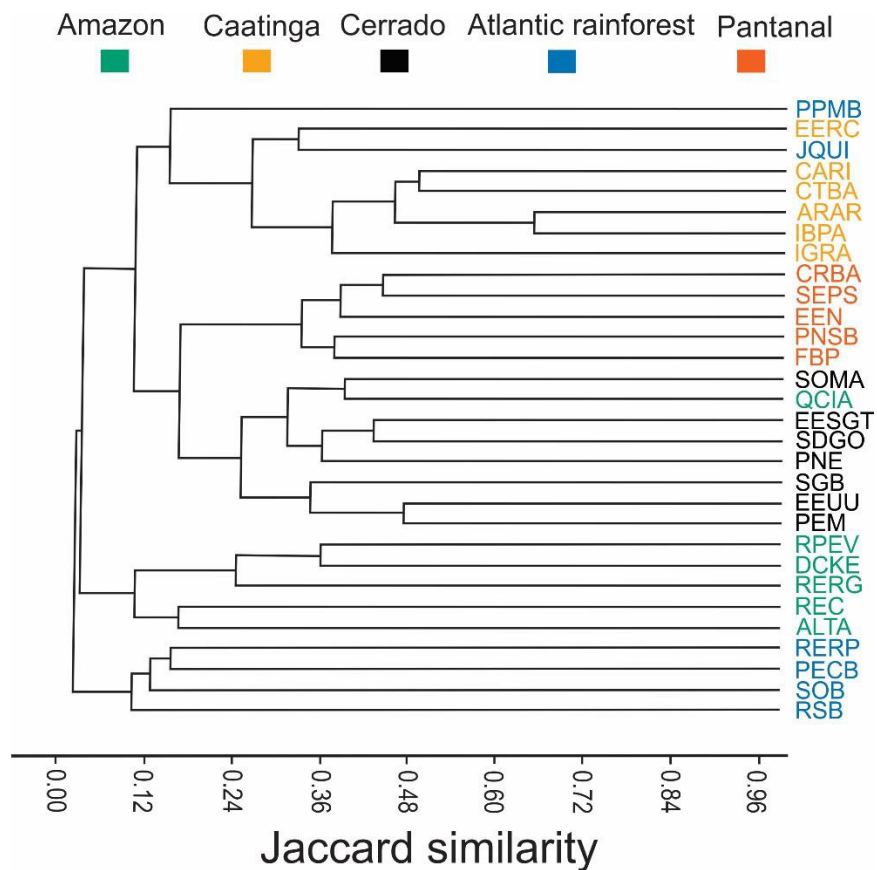
**Figure 3.** Amphibians recorded in the Parque Estadual do Mirador-PEM. Family **Bufonidae**: A - *Rhinella jimi*, B - *Rhinella mirandaribeiroi*, C - *Rhinella ocellata*; Family **Hylidae**: D - *Dendropsophus branneri*, E - *Dendropsophus minutus*, F - *Dendropsophus rubicundulus*, G - *Dendropsophus soaresi*, H - *Dendropsophus* sp., I - *Hypsiboas multifasciatus*, J - *Hypsiboas punctatus*, K - *Osteocephalus taurinus*; L - *Scinax fuscomarginatus*, M - *Scinax nebulosus*, N - *Scinax* aff. *ruber*; Family **Leptodactylidae**: O - *Adenomera hylaedactyla*, P - *Adenomera saci*.



**Figure 4.** Amphibians recorded in the Parque Estadual do Mirador-PEM. Family **Leptodactylidae**: A -*Adenomera* sp., B – *Leptodactylus fuscus*, C - *Leptodactylus mystaceus*, D - *Leptodactylus petersii*, E - *Leptodactylus sertanejo*, F - *Leptodactylus troglodytes*, G - *Leptodactylus vastus*, H - *Physalaemus centralis*, I - *Physalaemus cuvieri*, J - *Pseudopaludicola canga*, K - *Pseudopaludicola Jaredi*, L - *Pseudopaludicola mystacalis*; Family **Phyllomedusidae**: M - *Pithecopus azureus*.




**Figure 5.** Rarefaction curve based on the number of individuals representing the observed richness (Sobs) and estimated richness (Bootstrap and Jackknife 1) in the Parque Estadual do Mirador-PEM. Curve constructed from 10,000 randomizations.



**Figure 6.** Similarity (Jaccard index and clustering method "WPGMA"; cophenetic correlation coefficient = 0.8841) among the anuran species composition of the Parque Estadual do Mirador-PEM and 24 other locations in Brazil, distributed among the **Amazon biome** (*DCKE* - Reserva Ducke; *REC* - Reserva Experimental Catuaba; *ALTA* - Altamira; *RPEV* - Rio Preto da Eva; *RERG* - Reserva Extrativista do Rio Gregório; *QCIA* - Querência); **Caatinga** (*CARI* - Boa Vista e São João do Cariri; *IBPA* - Planalto da Ibiapaba; *ARAR* - Chapada do Araripe;

*EERC* - Estação Ecológica Raso da Catarina; *IGRA* - Ilha Grande, Piauí; *PNC* - Parque Nacional do Catimbau); **Cerrado** (*SOMA* - Bacia do Rio Tocantins, Sudoeste do Maranhã; *SGB* – Serra do Gado Bravo; *PNE* – Parque Nacional das Emas; *EESGT* - Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins; *EEUU* - Estação Ecológica Uruçuí-Una; *SDGO* – Bacia dos Rios Piracanjuba e Peixe, Sudeste de Goiás; *PEM* – Parque Estadual do Mirador); **Atlantic rainforest** (*PPMB* - Área de Preservação Permanente Mata do Buraquinho; *RERP* - Reserva Rio das Pedras; *SOB* - Serra do Ouro Branco; *PECB* - Parque Estadual Carlos Botelho; *JQUI* – Jequié; *RSB* - Reserva de Serra Bonita); e **Pantanal** (*CRBA* – Corumbá; *SEPS* – Serras de Entorno do Pantanal Sul; *EEN* – Estação Ecológica Nhumirim; *PNSB* – Parque Nacional da Serra da Bodoquena; *FBP* - Fazenda Baía de Pedra.





*Grille*  
*AB*

**DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO E USO DE HÁBITAT POR ANFÍBIOS ANUROS EM ÁREAS DE CERRADO NO SUL DO ESTADO DO MARANHÃO, NORDESTE DO BRASIL**

**Andrade, E.B.; Leite, J.R.S.A.; Weber, L.N. Diversidade, distribuição e uso de hábitat por anfíbios anuros em áreas de Cerrado no sul do estado do Maranhão, nordeste do Brasil. Manuscrito em preparação para ser submetido à revista *Biota Neotropica*.**

## Diversidade, distribuição e uso de hábitat por anfíbios anuros em áreas de Cerrado no sul do estado do Maranhão, nordeste do Brasil

*Etielle Barroso de Andrade*<sup>1, 2, 3\*</sup>, *José Roberto de Souza Almeida Leite*<sup>2, 4</sup> & *Luiz Norberto Weber*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - BIONORTE, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Av. dos Portugueses, s/n, Campus do Bacanga. CEP 65085-580. São Luís, MA, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Paulistana, BR 407 s/n, Lagoa dos Canudos, CEP: 64750-000, Paulistana, PI, Brasil

<sup>3</sup>Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia – Biotec, Universidade Federal do Piauí – UFPI. Av. São Sebastião 2819, CEP64202-020, Parnaíba, PI, Brasil

<sup>4</sup>Área de Morfologia, Faculdade de Medicina, FM, Universidade de Brasília, UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte. CEP 70910-900, Brasília, DF, Brasil

\*Autor para correspondência: [etlandrade@hotmail.com](mailto:etlandrade@hotmail.com)

**Resumo:** No presente trabalho foram descritas a composição e o uso de hábitats pelos anuros em uma área de Cerrado pouco exploradas na porção sul do Maranhão, avaliando a influência dos fatores ambientais e climáticos sobre os padrões de distribuição das espécies. As amostragens foram realizadas bimestralmente entre dezembro de 2013 a fevereiro de 2015 em sete pontos de coleta. Foram registrados 31 anuros distribuídas em cinco famílias e 11 gêneros: Leptodactylidae (14 spp.), Hylidae (12 spp.), Bufonidae (3 spp.), Microhylidae (1 sp.) e Phyllomedusidae (1 sp.). Sete espécies foram constantes e apenas duas foram consideradas ocasionais. A substituição das espécies entre os diferentes corpos d'água amostrados foi considerada elevada em todos os pares de combinação testados, mesmo entre os corpos d'água mais próximos. A análise de similaridade revelou o uso diferenciado nos sítios de vocalização, formando 5 grupos com diferentes graus de sobreposição, sendo a heterogeneidade ambiental o melhor critério para explica a elevada diversidade e a distribuição espaço-temporal das espécies. Apesar de coincidentes, não houve correlação significativa entre a riqueza e abundância das espécies com nenhum dos parâmetros climáticos comparados. Além disso, o presente estudo acrescenta dados importante sobre a ocorrência e distribuição das espécies de anuros na porção norte do Cerrado, sobretudo, no estado do Maranhão.

**Palavras-chave:** Anurofauna, heterogeneidade ambiental, fatores ambientais e climáticos.

## **Diversity, distribution and habitat use by anuran in Cerrado areas in southern Maranhão state, northeastern Brazil**

**Abstract:** Here we describe the composition and use of the anuran habitat in an unexplored Cerrado area in the southern portion of Maranhão state, evaluating the influence of environmental and climatic factors on species distribution patterns. The samplings were performed bimonthly between December 2013 and February 2015 at seven collection points. We recorded 31 anurans distributed in five families and 11 genera: Leptodactylidae (14 spp.), Hylidae (12 spp.), Bufonidae (3 spp.), Microhylidae (1 sp.) and Phyllomedusidae (1 sp.). Seven species were constant and only two were considered as occasional. The replacement of the species among the different water bodies sampled was considered high in all combination pairs tested, even among the nearest water bodies. The similarity analysis revealed difference in the use of the vocalization sites, forming 5 groups with diverse degrees of overlap, being the environmental heterogeneity the criterion that better explain the high diversity and the spatial and temporal distribution of the species. Although coincident, there was no significant correlation between richness and species abundance with none of the climatic parameters compared. In addition, the present study adds important data on the occurrence and anurans distribution in the northern portion of the Cerrado, especially in the Maranhão state.

**Keywords:** Anuran fauna, environmental heterogeneity, environmental and climatic factors.

## Introdução

Compreender os fatores bióticos e abióticos que determinam a composição e a estruturação das assembleias de espécies é um dos princípios básicos da ecologia de comunidades (Begon et al. 2007) e constitui uma ferramenta indispensável para definir os processos populacionais e evolucionários de inter-relação das espécies com o ambiente em que vivem (Ricklefs 2008, Ferreira et al. 2012). Assim, é necessário entender os padrões de riqueza que geram a diversidade das espécies e seus padrões de distribuição em diferentes escalas geográficas (Ricklefs 2008, Starzomski et al. 2008). Tais padrões podem ser utilizados para acessar os diferentes níveis de alterações dos ecossistemas naturais (Heyer et al. 1994), e consequentemente, subsidiar estratégias para conservação e recuperação da biodiversidade (Myers et al. 2000).

Os anfíbios constituem um dos grupos mais diversos e conspícuos do mundo, ocorrendo em todos os habitats da terra, com exceção apenas das ilhas oceânicas e das zonas geladas, e possuem as mais diversas histórias de vida, variando entre modo de vida aquáticos, semiaquáticos e terrestres (Wells 2007). Com isso, estão sujeitos a uma gama de pressões ecológicas complexas, que associados aos diferentes níveis de tolerância das espécies às variações microambientais geram padrões de distribuição espaço-temporal distintos (Duellman & Trueb 1994, Campos & Vaz-Silva 2010). Os atributos reprodutivos constituem o principal fator determinante na estruturação das comunidades de anfíbios, uma vez que mudanças nos turnos de vocalização e nos sítios reprodutivos ou até mesmo pequenas alterações nos parâmetros acústicos, permitem a partição espacial e temporal dos habitats e a coexistência de diferentes espécies (Duellman & Trueb 1994, Vasconcelos et al. 2010).

O Cerrado é composto por um mosaico vegetacional que varia em diferentes graus de complexidade estrutural (formações abertas e florestais) e cria um gradiente de condições ambientais, formando assim um nicho multidimensional para as diferentes formas de organismos (Oliveira-Filho & Ratter 2002, Ribeiro & Walter 2008). Essa grande heterogeneidade ambiental permite ao Cerrado abrigar boa parte dos animais e plantas do mundo (cerca de 5%), e tem sido utilizada para explicar a elevada riqueza local de anfíbios e répteis (Colli et al. 2002, Santos et al. 2014). O número de trabalhos sobre as taxocenoses de anfíbios no Cerrado vem crescendo nos últimos anos (Brasileiro et al. 2008, Oda et al. 2009, Kopp et al. 2010, Maffei et al. 2011, Morais et al. 2011, Valdujo et al. 2011, 2012, Morais et al. 2012, Campos et al. 2013, Araujo et al. 2013, Gambale et al. 2014, Santoro & Brandão 2014, Santos et al. 2014). No entanto, a comunidade de anfíbios deste bioma permanece ainda pouco estudada, principalmente na porção norte do Cerrado (Diniz-Filho et al. 2005, Valdujo et al. 2011).

O Maranhão concentra uma boa parte do Cerrado norte do Brasil, cerca de 216.000 Km<sup>2</sup> distribuídos em quase 60% da extensão territorial do estado (IBGE 2011). Apesar de ser considerado um dos blocos mais bem preservados da porção norte do bioma, dados sobre a composição e distribuição da anurofauna na região são bastante escassos (Barreto 2007, Brasileiro et al. 2008, Araújo et al. 2015, Lima et al. 2015). Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo determinar a composição das comunidades de anuros em áreas de Cerrado pouco exploradas na porção sul do Maranhão, avaliando a influência dos fatores ambientais e climáticos sobre os padrões de distribuição e uso de habitat das espécies.

## Material e Métodos

### 1. Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual do Mirador-PEM (06°10'-42' S e 44°43'-45°54' W; datum SAD69), situado na região centro-meridional do Maranhão (Figura 1). O parque, geograficamente localizado entre os rios Itapecuru e Alpercatas, importantes componentes hidrográficos do estado, abrange atualmente os municípios de Mirador, Formosa da Serra Negra e Fernando Falcão. O PEM, considerado a maior Unidade de Conservação (UC) do estado Maranhão, com cerca de 767 mil hectares (Maranhão 2009), está incluído em uma área coberta por vegetação típica de Cerrado (Conceição & Castro 2009), sobre solos litólicos, pedregosos e rochosos (Alcântara 2004). Apresenta clima seco e sub-úmido (Aw' de Koppen), com precipitação pluviométrica anual de 1.200 a 1.400 mm e temperaturas medias variando de 19,5° a 33°C (Alcântara 2004).

Sete pontos de amostragem foram selecionados através de saídas de campo diurnas e noturnas nos meses de outubro e novembro, de modo a estabelecer os corpos d'água (temporários ou permanentes) utilizados como sítios reprodutivos (Figura 1):

P1 – Nascente do Rio Alpercatas (6°37'49.60" S - 45°52'44.00" W). Lagoa permanente formada a partir das nascentes do Rio Alpercatas. Possui profundidade máxima de cerca 1,5 m e se comporta como um ambiente lântico, uma vez que a água possui pouca movimentação. No interior da lagoa há a presença de algumas macrófitas aquáticas e pequenas ilhas formadas por vegetação emergente (junco). A vegetação do entorno é composta por árvores de médio a grande porte, incluindo algumas palmeiras. Possui margem encharcada e grande quantidade de serrapilheira sob a vegetação arbórea.

P2 – Brejinho (6°36'10.6" S - 45°50'32.0" W). Lagoa temporária de pequeno porte, com profundidade máxima de 0,6 m. Apresenta grande quantidade de vegetação herbácea e aquática em seu interior, além de palmeiras de grande porte (buriti). No entorno, a vegetação é espaçada, com poucas árvores e grande quantidade de plantas herbáceas. Possui margens parcialmente inclinadas e com pouca ou nenhuma serrapilheira.

P3 – Lagoa grande (6°36'27.65" S - 45°50'29.58" W). Campo alagável com formação de uma extensa lagoa temporária com profundidade máxima de cerca de 0,4 m no período chuvoso. Localizada em meio a uma vegetação arbórea espaçada, possui pouca vegetação em seu interior e formação de apenas alguns aglomerados arbustivos. Possui ainda margem plana e seca, e nenhuma deposição de serrapilheira ao redor.

P4 – Riachinho (6°36'13.30" S - 45°49'1.50" W). Riacho permanente localizado em uma área de campo sujo. A vegetação marginal é do tipo arbustiva com áreas abertas e presença de vegetação emergente. O riacho é estreito, mas se abre formando uma pequena lagoa de águas profundas (cerca de 1,5 de profundidade), com forte fluxo e pouca vegetação no interior. Grande parte da extensão do riacho apresenta margem não encharcada coberta por vegetação. Neste caso, apresenta apenas uma pequena área sem vegetação, interrompida por uma estrada de terra.

P5 – Mata de galeria (6°36'37.30" S - 45°47'59.20" W). Curso d'água permanente em meio a uma formação vegetacional arbórea e com presença de grandes palmeiras. Apresenta margem plana e encharcada em grande parte de sua extensão e acúmulo de folhas de palmeiras sobre o solo. Não há presença de vegetação no seu interior e na porção mais baixa forma-se uma pequena lagoa com profundidade média de 0,5 m, sendo utilizada como fonte de água por moradores locais do parque.

P6 – Brejo dos porcos (6°36'34.20" S - 45°46'43.90" W). Curso d'água permanente em uma área de campo limpo com presença de algumas palmeiras de forma espaçada. A vegetação marginal é aberta e espaçada em grande parte da sua extensão, contudo, há a formação de uma pequena mata arbustiva na qual a água penetra após

transpassar uma estrada de terra. Apresenta profundidade máxima de 0,8 m e vegetação do interior composta principalmente por capim e junco. As margens são planas e secas em grande parte da extensão do riacho.

P7 – Brejo Zé Miguel (6°47'28.20" S - 45°28'25.10" W). Campo alagado formado periodicamente no período chuvoso a partir da cheia do Rio Itapecuru. O campo apresenta grande extensão e é coberto por vegetação emergente com altura média de 0,8 m. Possui poucas árvores distribuídas de forma bastante espaçadas e algumas palmeiras. O solo é arenoso e permanece alagado por todo o período chuvoso.

## 2. Coleta dos dados

A amostragem da anurofauna ocorreu entre os meses de dezembro de 2013 a fevereiro de 2015, sendo realizada a cada dois meses em cada ponto de coleta, tanto no período chuvoso quanto no período de estiagem, totalizando oito visitas ao parque. Foram utilizados dois métodos principais de coleta: procura visual ativa (Crump & Scott 1994) em diferentes microhabitats utilizados pelos anuros (sob troncos, entre as cavidades de árvores, no solo, na serapilheira e ao longo de vegetação marginal dos cursos d'água) e levantamento em sítio de reprodução (Scott Jr. & Woodward 1994), no qual o perímetro dos corpos d'água e os trechos específicos ao longo dos riachos foram lentamente percorrido em busca de machos em atividades de vocalização. Para evitar mudanças na composição dos anuros em atividade de vocalização, causadas pela variação temporal e microclimáticas, a sequência das amostragens nos pontos de coletas foram sempre alternadas (Valdujo et al. 2011).

Os dados climatológicos foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa-BDMEP do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, Subestação de Balsas - MA. Os espécimes testemunho foram anestesiados e mortos com xilocaína a 5%, fixados em formalina a 10%, conservados em solução contendo álcool etílico a 70%, e posteriormente depositados na Coleção Zoológica Delta do Parnaíba, Universidade Federal do Piauí-UFPI.

## 3. Análise dos dados

Para determinar a diversidade de espécie em cada ponto de amostragem foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e de equitabilidade de Pielou ( $e$ ) (Krebs 2000). Estes índices, bastante utilizados em estudos ecológicos, são baseados nas abundâncias proporcionais das espécies de uma comunidade e levam em conta tanto a uniformidade quanto a riqueza de espécie (Magurran & McGill 2011). A diversidade foi considerada alta quando  $e \geq 0,7$ ,  $H' \geq 2,0$  e  $H' \geq 70\%$  do log total de espécies ( $H'$  máx) (Conte & Rossa-Feres 2006). A dominância das espécies em cada ponto foi determinada pelo índice de Berger-Parker (Magurran & McGill 2011). A abundância de cada espécie foi determinada pelo somatório do número de machos em atividade de vocalização e do número de indivíduos (machos e fêmeas) visualizados a partir de encontros ocasionais, registrados em cada ambiente explorado. De modo a evitar superestimativa populacional, decorrente de recontagem sucessivas de indivíduos ao longo das campanhas de amostragens, vários autores adotam como abundância total o número de indivíduos registrado no período de maior ocorrência (Bertoluci & Rodrigues 2002a, Vasconcelos & Rossa-Feres 2005, Conte & Rossa-Feres 2006, Santos et al. 2008), sendo este procedimento também utilizado no presente trabalho.

A utilização dos ambientes amostrados pelas espécies de anuros foi calculada pelo índice de constância de ocorrência (Silveira-Neto et al. 1976), no qual as espécies presentes em mais de 50% das amostras foram consideradas constantes (C), aquelas presentes entre 25 e 50% foram consideradas acessórias (Acs) e as espécies presentes em menos de 25% das amostras foram consideradas ocasionais (Oc). A substituição das espécies entre os diferentes ambientes pesquisados (diversidade  $\beta$ ) foi avaliado pelo Índice de Similaridade de Jaccard ( $C_j$ ), com posterior análise de agrupamento pelo método de média não ponderada (UPGMA) (Krebs 2000), sendo os valores de  $C_j < 0,50$  indicativos de alta diversidade  $\beta$  entre os pares de ambientes comparados. A influência da distância geográfica sobre a composição das espécies entre os ambientes amostrados foi verificada através teste de correlação de Mantel (Manly 2000), com 10,000 permutações.

A distribuição espacial nos diferentes ambientes amostrados foi determinada pela altura do empoleiramento para as espécies cujos machos vocalizam sobre a vegetação (ocupação vertical), e pela distância do macho em atividade de vocalização até a margem mais próxima (ocupação horizontal). O uso de hábitat foi determinado a partir dos microhabitats e substratos específicos utilizados pelos machos como sítios de vocalização (vegetação herbácea, arbustiva, arbórea, taboas, solo seco, solo brejoso, serapilheira, parcialmente submerso ou flutuando). A sobreposição no uso do sítio de vocalização foi determinada pelo índice de similaridade de Morisita-Horn ( $C_H$ ), com posterior análise de agrupamento pelo método de média não ponderada (UPGMA) (Krebs 2000). Apenas os agrupamentos formados a partir dos valores de  $C_H > 0,70$  foram considerados válidos. O Coeficiente de Correlação Cofenética ( $r$  de Pearson) foi utilizado para avaliar a representatividade da matriz de similaridade, obtida partir do dendrograma, em relação matriz de similaridade original, sendo considerado baixo os valores de distorção de  $r < 0,8$  (Rohlf 2000).

A influência dos fatores climáticos (temperatura, umidade relativa, precipitação acumulada do mês da coleta e da semana anterior a coleta) sobre a riqueza e composição das espécies foi verificada através da aplicação do teste de correlação de Spearman (Zar 1999). Os modos reprodutivos foram classificados de acordo com Haddad & Prado (2005). As análises de diversidade e similaridade foram geradas com auxílio do programa PAST 1.4 (Hammer et al. 2001) e os testes de Mantel e de correlação Spearman foram gerados utilizando o programa BioEstat 5.3 (Ayres et al. 2007).

## Resultados

Foram registradas um total de 31 espécies de anuros no PEM, distribuídas em cinco famílias e 11 gêneros: Leptodactylidae (14), Hylidae (12), Bufonidae (3), Microhylidae (1) e Phyllomedusidae (1) (Tabela 2). Destas espécies, três (*Adenomera* sp., *Leptodactylus mystaceus* e *Rhinella ocellata*) foram registradas fora dos pontos de amostragem e, portanto, excluídas das análises estatística. Indivíduos de *Adenomera* sp. foram registrados vocalizando escondidos sob a serapilheira nas regiões de mata, próximos aos pontos P1 e P7. O único indivíduo de *L. mystaceus* foi registrado às margens de um pequeno córrego, próximo ao ponto P1. Alguns machos de *R. ocellata* foram encontrados vocalizando em ambiente terrestre, entre tufo de capim, nas proximidades do ponto P2. Todas as espécies foram registradas em atividade de vocalização, com exceção de *L. mystaceus* e *Leptodactylus petersii*.

No presente trabalho, os índices de diversidade mostraram-se elevados em quase todos os pontos de amostragem (Tabela 1), com exceção de três (P4, P6 e P7). O índice de Shannon-Wiener variou de  $H' = 1,461$  a

$H' = 2,586$ , sendo a menor registrada no ponto P4, no qual apresentou a menor riqueza (5 espécies), e a maior foi registrada no ponto P5, que apresentou a maior riqueza (17 espécies). A equitabilidade variou de  $e = 0,678$ , no ponto P7, a  $e = 0,862$ , no ponto P4, no qual apresentou também o maior índice dominância ( $d = 0,333$ ). Isso ocorreu pelo fato de P4 não possuir nenhuma espécie dominante e por apresentar uma distribuição homogênea dos indivíduos entre as espécies encontradas. Considerando a riqueza e a equidade entre as espécies, a diversidade foi considerada a mais baixa no ponto P7, que apesar de apresentar 80,32% da diversidade teórica máxima, os valores de  $H'$  e de  $e$  ficaram abaixo do estipulado ( $H' = 1,927$ ;  $e = 0,687$ ).

Sete espécies foram consideradas constantes (Tabela 1), ocorrendo entre quatro e oito das campanhas de amostragem (*Dendropsophus braneri*, *Dendropsophus minutus*, *Hypsiboas multifasciatus*, *Pithecopus azureus*, *Scinax fuscomarginatus*, *Scinax nebulosus* e *Scinax aff. ruber*) e duas foram consideradas ocasionais, ocorrendo em apenas uma das campanhas (*Hypsiboas boans* e *Adenomera hylaedactyla*). *Leptodactylus petersii* não foi incluído nesta análise, uma vez que apenas um indivíduo não vocalizando foi registrado. A quantidade de habitats ocupados por uma única espécie variou de um a seis. Somente *H. multifasciatus*, *Hypsiboas punctatus* e *S. nebulosus* tiveram ampla distribuição no parque (10,71% das espécies), sendo encontrada em quase todos os pontos de amostragem. As duas primeiras estiveram presentes em seis ambientes amostrados, com exceção apenas do ponto P3, uma extensa lagoa temporária formada durante o período chuvoso, que acumula água em poucos meses do ano e possui pouca vegetação em seu interior. A terceira espécie ocorreu em cinco dos habitats amostrados, não sendo registrada nos pontos P3 e P7, sendo este último um campo de várzea com presença dominante de ciperáceas (junco). Por outro lado, *Leptodactylus troglodytes*, *Adenomera saci*, *Leptodactylus sertanejo* e *Pseudopaludicola jaredi* (17,86% das espécies), foram encontradas apenas em um tipo de ambiente. A primeira foi observada vocalizando poucas vezes sob a serapilheira às margens do ponto P3, e as outras três foram encontradas somente nas áreas de várzea do ponto P7. As demais espécies (71,43%) estiveram presentes entre dois a quatro ambientes amostrados.

A substituição das espécies (diversidade  $\beta$ ) entre os diferentes corpos d'água amostrados foi considerada alta ( $C_j < 0,5$ ) em todos os 21 (100%) pares de combinação da matriz de similaridade (Tabela 2) e não houve influência da distância geográfica entre os ambientes amostrados na composição das espécies ( $r = -0,2898$ ;  $p = 0,0089$ ). Apesar de próximas, as lagoas temporárias P3 e P4 exibiram um dos menores índices de similaridade e apresentaram apenas duas espécies em comum. Em contrapartida, as maiores similaridades na composição de espécie foram observadas entre os corpos d'água P1 e P2 e entre P2 e P3.

Das 31 espécies registradas, 18 (58,07%) são terrestres e 13 (41,93%) são arborícolas. A análise de agrupamento evidenciou bem essa separação no uso de habitat entre os hilídeos e não hilídeos (Figura 2), com a formação de 5 grupos ( $r = 9609$ ). O grupo 1 foi formado por espécies terrestres que apresentaram atividades de vocalização sobre o solo. Neste caso, houve a formação de três subgrupos: a) espécies que vocalizaram predominantemente sobre o solo encharcado, mas apresentaram indivíduos vocalizando também sobre o solo seco (*Rhinella mirandaribeiroi*, *Leptodactylus fuscus* e *Leptodactylus vastus*). Estas espécies foram encontradas vocalizando próximo à lagoas temporárias e permanentes em áreas de transição entre a vegetação arborea-arbustiva; b) espécies que vocalizaram sobre o solo encharcado (*A. saci*, *L. sertanejo*, *Pseudopaludicola canga*, *P. jaredi* e *P. mystacalis*) em áreas de Campo Limpo, com predominância de vegetação herbácea; e c) uma única espécie que vocalizou predominante sobre solo encharcado, mas que pode ser encontrada também sobre a serapilheira (*A. hylaedactyla*) próximo de corpos d'águas em matas de galeria. O grupo 2 foi formado por espécies



que vocalizam flutuando na água com o corpo parcialmente submerso (*Physalaemus centralis*, *Physalaemus cuvieri* e *Elachistocleis* sp.) em lagoas temporárias e em áreas alagadas. Os grupos 3 (*D. braneri*, *Dendropsophus* sp. e *S. fuscomarginatus*) e 4 (*D. minutus*, *S. nebulosus*, *P. azureus*, *D. soaresi*, *S. aff. ruber*, *H. multifasciatus* e *Dendropsophus rubicundulus*) foram formados por espécies que utilizaram sítios de vocalização similares, utilizando vegetação de pequeno a médio porte, sendo que as espécies do grupo 3 apresentaram maiores abundâncias em vegetação arbustiva e taboas no interior da lagoa. As espécies do grupo 4 foram mais abundantes na vegetação marginal. O grupo 5 foi formado apenas por *H. boans* e *Osteocephalus taurinus*, híldeos de grande porte que vocalizam empoleirados em galhos de árvores. Três espécies não foram agrupadas em nenhum grupo, utilizando microhabitats diferente das outras espécies: os indivíduos de *L. troglodytes* vocalizaram apenas sob a serapilheira; *R. jimi* vocalizou sempre em regiões de solo seco; e *H. punctatus*, que apesar de ser encontrada vocalizando sobre a vegetação arbustiva, sua maior ocorrência foi registrada em vegetação herbácea, vocalizando próxima ao solo (Figura 3).

Os maiores índices pluviométricos na região ocorreram entre os meses de novembro de 2014 a fevereiro de 2015, com diminuição progressiva da temperatura média, coincidindo com os meses de elevada riqueza e abundância (Dez-14 e Fev-15) observada entre os meses de coleta no PEM (Figura 4). O período com menor quantidade de chuva e aumento progressivo da temperatura foram registrados entre os meses de junho a setembro de 2014, momento em que houve uma redução do número de espécies em atividade de vocalização (Jun-14 e Ago-14). No entanto, considerando todo o período de amostragem, não houve correlação significativa ( $p > 0,05$ ) entre o número e a composição das espécies com nenhum dos parâmetros climáticos comparados.

Sete modos reprodutivos foram registrados entre as 29 espécies de anuros do parque que apresentaram atividade de vocalização (Tabela 1). A maioria das espécies (17 spp.; 60,7% do total) apresentou modo reprodutivo tipo 1, no qual tanto a deposição dos ovos, quanto o desenvolvimento dos girinos, ocorre em ambientes lênticos. Oito espécies (28,6% do total) depositaram seus ovos em ninhos de espumas, sendo que três (10,7%) apresentaram o modo 30, onde os ovos são depositados em ninhos de espuma construídas em câmaras subterrâneas e os girinos são exotróficos; duas (6,89%) apresentaram modo 32, no qual os ovos são depositados em buracos no solo e o desenvolvimento dos girinos ocorre no próprio ninho (endotrófico); duas (7,1%) apresentaram o modo 11, no qual o ninho de espuma é depositado flutuando na superfície de poças d'água e os girinos são exotrófico; e uma espécie (3,6%) apresentou modo 13, sendo os ovos depositados em ninhos de espumas flutuantes sobre a água acumulada em bacias construídas no solo e os girinos são exotróficos. Somente *Hypsiboas boans* apresentou modo 4 e *P. azureus* apresentou modo 24, onde os ovos são, respectivamente, depositados em bacias naturais ou artificiais sobre solo e depositados sobre a vegetação com os girinos exotróficos caindo na água após a eclosão. *Dendropsophus* sp., *Adenomera* sp. e *Elachistocleis* sp. não tiveram seus modos de reprodução incluídos uma vez que não puderam ser identificadas a níveis específicos. Os modos reprodutivos de *L. petersii* e *L. mystaceus* não foram apresentados, uma vez que as espécies não se encontraram em atividade de vocalização.

## Discussão

A predominância das famílias Leptodactylidae (45,2%) e Hylidae (38,7%) é constantemente observada em comunidades de anuros na região Neotropical (Heyer et al. 1990, Ribeiro-Júnior & Bertoluci 2009), inclusive em várias regiões brasileiras (Kopp et al. 2010, Bitar et al. 2012, Santoro & Brandão 2014). Isso se deve ao fato das

famílias Hylidae e Leptodactylidae apresentarem juntas cerca de 52,36% das espécies de anuros conhecidas do Brasil (Segalla et al. 2016). Além disso, apresentam espécies generalistas, com ampla distribuição em diferentes tipos de ambientes, sendo apenas seis das espécies (19,35%) registradas aqui consideradas endêmicas de Cerrado (Valdujo et al. 2012; capítulo 1).

A quantidade de espécies registradas no PEM corresponde a um número bastante expressivo, se levado em consideração à escassez de trabalhos que enfoquem as comunidades de anfíbios no estado do Maranhão. Há apenas quatro trabalhos publicados sobre as espécies de anfíbios no estado. Dois foram realizados em áreas de Cerrado na porção sul (Barreto et al., 2007; Brasileiro et al., 2008), um em áreas de restinga na porção norte do estado (Andrade et al., 2012) e um realizado na Reserva Biológica do Gurupi (REBIO Gurupi), localizado em áreas de Floresta Amazônica na região noroeste do estado (Freitas et al. 2017). O número de espécies do PEM corresponde a segunda maior riqueza de anfíbios registrado no estado, ficando à frente dos trabalhos realizados na Bacia do Rio Balsas (23 espécies), por Barreto et al. (2007), e na região do Delta do Parnaíba (9 espécies), por Andrade et al. (2012), e similar ao registrado na REBIO Gurupi (31 espécies), por Freitas et al. (2017) e na Bacia do Rio Tocantins (33 espécies), por Brasileiro et al. (2008). Além disso, o número de espécie no parque foi maior ou similar a diversas outras regiões do Brasil também coberta por vegetação típica de Cerrado (Silva-Leite et al. 2008, Oda et al. 2009, Kopp et al. 2010, Dal Vechio et al. 2013), o que indica que o PEM é de grande importância em termos de biodiversidade, em especial de anfíbios, não só para o estado do Maranhão, mas para a região nordeste.

A maioria das espécies registradas no presente estudo são típicas de áreas abertas (complexo Caatinga-Cerrado-Chaco) (Duellman 1999, Vasconcelos et al. 2011, capítulo 1), corroborando os trabalhos realizados por Brasileiro et al. (2008), Oda et al. (2009), Roberto et al. (2013), Dal Vechio et al. (2013) e Santoro & Brandão (2014) em áreas de Cerrado, onde as comunidades são dominadas por espécies generalistas e tolerantes às variações na composição da paisagem. No entanto, foram registradas também a ocorrência de espécies típicas de áreas florestadas, como *O. taurinus* e *H. boans*, comuns em matas ciliares e matas de galeria em áreas de Cerrado e da Amazônia (Lima et al. 2005, Jungfer et al. 2013, Matavelli et al. 2013; Freitas et al. 2017). *Hypsiboas boans* até pouco tempo atrás era restrita à Bacia Amazônica, no entanto, Matavelli et al. (2013) registraram a primeira ocorrência dessa espécie em áreas de Cerrado no nordeste do Maranhão. Este representa o terceiro registro da espécie para o estado, completando a lacuna de distribuição entre os municípios de Mata Roma e região da REBIO Gurupi no Maranhão e Parauapebas, no estado do Pará (Matavelli et al. 2013; Freitas et al. 2017), o que indica que esta espécie possui ampla distribuição em áreas florestadas do Maranhão e de outros estados. Além dessas espécies, *R. ocellata* foi observada vocalizando em ambiente terrestre distante dos corpos d'água. Este representa o segundo registro de *R. ocellata* para o estado do Maranhão, fechando a lacuna de distribuição entre sua primeira ocorrência, na região nordeste do estado (Matavelli et al. 2014), e o seu registro mais próximo no Parque Estadual do Jalapão-TO (Caldwell & Shepard 2007).

Os índices de diversidade, na qual usam o número de espécies e o número de indivíduos de cada espécie na comunidade local, são bastante utilizados para acessar e comparar os níveis de estruturação das comunidades biológicas (Krebs 2000, Magurran & McGill 2011). No entanto, os valores de diversidade são fortemente dependentes do tamanho da amostra, o que dificulta comparações simples entre comunidades diferentes, sendo utilizado às vezes como um reflexo da heterogeneidade ambiental (Silva et al. 2011). O parque apresenta grande disponibilidade de microhabitats e nichos específicos, o que influencia fortemente o surgimento e a manutenção de diferentes grupos de espécies (arborícolas e terrestres) (Santoro & Brandão 2014, Andrade et al. 2016). A

influência da complexidade estrutural do ambiente sobre o aumento da diversidade pode ser observada no ponto P5, onde há um pequeno curso d'água permanente em meio à vegetação arbórea. Esse curso d'água ao transbordar forma inúmeras e pequenas áreas alagadas, tanto em área aberta, quanto em área fechada, que por sua vez, aumenta a disponibilidade de locais para reprodução (Afonso & Eterovick 2007, Andrade et al. 2016). Dessa forma, o aumento da heterogeneidade ambiental está diretamente ligado ao aumento da riqueza de espécies (Vasconcelos & Rossa-Feres 2008, Melo et al. 2013), especialmente em áreas do Cerrado (Vasconcelos et al. 2011, Maffei et al. 2011, Santos et al., 2014). Por outro lado, o ponto P7 foi o ambiente mais homogêneo em termo de vegetação, apresentando em grande parte de sua extensão apenas plantas emergentes, típicas de ambientes alagados, sendo *A. saci*, *P. canga* e *L. sertanejo* as espécies mais abundantes. Estas espécies apresentam biologies bastante peculiares, sendo comumente observadas vocalizando sob tufo de vegetação em áreas de campos inundáveis (Giaretta & Costa 2007, Giaretta & Facure 2009, Valdujo et al. 2011, Carvalho & Giaretta 2013).

O aumento do número de espécies está diretamente ligado ao nível de sobreposição no uso dos microambientes em relação à gama de recursos disponíveis em um determinado local (Bernarde & Kokubum 1999, Begon et al. 2007). No PEM, a sobreposição nos sítios reprodutivos foi maior entre as espécies terrestres, principalmente daquelas que vocalizam no interior ou nas margens dos corpos d'águas, fato comumente observado entre os indivíduos das famílias Bufonidae, Leptodactylidae e Microhylidae (Grandinetti & Jacobi 2005, Vasconcelos & Rossa-Feres 2008). Essa sobreposição nos sítios reprodutivos reflete a baixa disponibilidade de microhabitats específicos para cada espécie (Vieira et al. 2007), o que gera uma segregação minuciosa no uso das diferentes dimensões dos seus nichos fundamentais (Santos & Rossa-Feres 2007, Vasconcelos & Rossa-Feres 2008). Vasconcelos & Rossa-Feres (2008) registraram maior diversidade nos parâmetros acústicos entre as espécies terrestres com maior grau de sobreposição, demonstrando que a complementariedade de nicho entre uso do espaço físico e acústico (Santos & Rossa-Feres 2007) é um fator decisivo para a coexistência das espécies de anuros em áreas abertas. Assim, a partilha de recursos reprodutivos é uma característica determinante para a estruturação das comunidades e coexistência de diferentes espécies em um mesmo ambiente (Toledo et al. 2003, Santos & Rossa-Feres 2007, Vasconcelos e Rossa-Feres 2008) e pode ocorrer de várias formas, seja pela utilização de turnos ou temporadas de vocalização distintas, diferenças nos parâmetros estruturais do canto de anúncio (Rossa-Feres & Jim 1996, 2001, Vasconcelos & Rossa-Feres 2008) ou uso de ambientes diferenciados como sítio reprodutivo (sítios de canto e oviposição) (Santos et al. 2007, Miranda et al. 2015).

A seleção de ambientes distintos para reprodução é uma característica marcante dos anuros (Gascon 1991) e observada entre os diferentes estratos vegetacionais (heterogeneidade vertical) (Pires & Prance 1985) das áreas florestadas ou entre os diferentes fitofisionomias (heterogeneidade horizontal) observadas em áreas abertas (Colli et al. 2002). Segundo Garda et al. (2013), a diversidade horizontalmente observada em áreas abertas influencia a maior disponibilidade de nichos ecológicos e a ocorrência de um maior número de modos reprodutivos diferentes (Andrade et al. 2016), principalmente em relação às espécies terrestres (Cardoso et al. 1989). A seleção dos diferentes tipos de ambientes foi observada através da elevada substituição das espécies entre os diferentes postos de coleta. Neste caso, a diversidade beta, entendida como a medida de substituição na composição das espécies ou o grau de diferenciação da comunidade entre diferentes ambientes dentro de uma área geográfica específica (Anderson et al. 2006, 2011), reflete um componente fundamental no padrão espacial da biodiversidade regional (Gaston & Williams 1996). Isso é particularmente interessante no Cerrado, uma vez que o bioma apresenta grande diversidade fitofisionômica (Colli et al. 2002), variando desde de áreas de campo completamente abertas até áreas

florestada com árvores atingindo cerca de 15 m de altura (Ishara 2010). Assim, dados sobre a estruturação das comunidades e os modos reprodutivos das espécies são de grande importância e devem ser levados em conta na seleção de áreas prioritárias para a implantação de medidas de conservação (Tockner et al. 1999, Bridgewater et al. 2004).

Nas regiões tropicais, onde as taxas de temperatura e umidade são elevadas, a precipitação é o agente determinante na manutenção da atividade reprodutiva da maioria dos anfíbios (Duellman & Trueb 1994, Bertoluci & Rodrigues 2002b, Vasconcelos et al. 2010), influenciando inclusive seus padrões temporais (Bertoluci & Rodrigues 2002b). Estudos realizados em diversas partes do Brasil confirmam a influência da precipitação e da temperatura nos padrões reprodutivos (Bernarde & Kokubum 1999, Conte & Machado 2005, Bernarde 2007, São Pedro & Feio 2010, Kopp et al. 2010). Porém, é comum ocorrer flutuações mensais e anuais na distribuição das chuvas em determinadas regiões, gerando modificação do padrão geralmente observado (Abrunhosa et al. 2006, Vieira et al. 2007). Aqui, a riqueza e a abundância não estiveram correlacionadas com nenhum dos parâmetros climáticos analisados, porém 64,28% das espécies em atividade (18 spp.) vocalizaram exclusivamente no período chuvoso. As demais espécies em atividade (32,14%; 9 spp.) apresentaram período de vocalização variável entre estação chuvosa e seca, com *H. multifasciatus* e *S. nebulosus* vocalizando em praticamente todos os meses amostrados. Somente *H. boans* foi registrada vocalizando no mês de agosto, período com menor precipitação para região, confirmando os dados sobre atividade reprodutiva dessa espécie durante o período de estiagem (Bernarde 2007, Matavelli et al. 2013).

A falta de correlação pode estar ligada a um conjunto de fatores climáticos (Pombal Jr., 1997), como por exemplo, pequenas flutuações térmicas e pluviométricas entre os meses do ano, ou se os períodos de amostragem foram realizados antes ou após chuvas torrenciais. Essa variação foi comprovada ao observar os meses de Dez/14 e Fev/15 que tiveram maiores precipitações se comparadas ao mesmo período do ano anterior. Além disso, a falta de correlação pode ter sido causada pela divergência entre a menor taxa de precipitação e a maior riqueza observada no mês outubro de 2014. Este evento pode ser explicado por uma resposta rápida ao início das chuvas, elevando o número de espécies em atividades, sem aumentar, porém, suas abundâncias, fato observado também por Conte & Rossa-Feres (2006) em uma comunidade no sul do Brasil. Segundo Abrunhosa et al. (2006), o período reprodutivo das espécies varia de acordo com o início e a distribuição das chuvas, ocorrendo uma ocupação sucessiva de anuros entre os diferentes estágios de acumulação de água nos locais de reprodução (Vasconcelos & Rossa-Feres 2005, Santos et al. 2007). Neste caso, anfíbios com reprodução explosiva ocupam primariamente o corpo d'água, seguidos por espécies com reprodução do tipo prolongada, sendo influenciados pela regularidade das chuvas e o hidroperíodo dos corpos d'água permanentes e temporários (Vasconcelos & Rossa-Feres 2005, Vieira et al. 2007).

Além da influência dos fatores climáticos (temperatura, umidade e precipitação) (Duellman & Trueb 1994), as diferenças fenológicas na reprodução das espécies de anfíbios anuros é um reflexo de seus modos reprodutivos (Gottsberger & Gruber 2004, Abrunhosa et al. 2006). Em geral, anfíbios que apresentam estratégias reprodutivas com algum grau de resistência, como deposição de ovos em ninhos de espumas ou em buracos no solo (família Leptodactylidae) (Haddad & Prado 2005), tendem a ocupar os corpos d'água no início da estação chuvosa (Abrunhosa et al. 2006, Santos et al. 2007), uma vez que corpos d'água temporários recém formados apresentam maior disponibilidade de microambientes e menores riscos de predação por organismos aquáticos (Azevedo-Ramos et al. 1999). Estas espécies apresentam modos reprodutivos derivados, com adaptações importantes contra dessecação (ninhas de espuma) que lhes permitem minimizar os efeitos das variações sazonais em áreas com pouca

disponibilidade de água (Duellman & Trueb 1994, Ávila & Ferreira 2004, Vieira et al. 2007), e reduzir os efeitos da predação sobre os ovos (Magnusson & Hero 1991). Por outro lado, espécies com modo reprodutivo mais basal e generalista entre os anuros (modo tipo 1), no qual os ovos são lançados diretamente na água (Haddad & Prado 2005), ocupam tardiamente os corpos d'água e apresentam período reprodutivo mais prolongado, uma vez que depende do aumento e da estabilidade dos níveis de água nos locais de reprodução (Arzabe 1999, Abrunhosa et al. 2006, Santos et al. 2007). Isso explica, inclusive, o fato dos corpos d'águas permanentes apresentarem maior número de hilídeos que os ambientes temporários, assim como observado por Arzabe (1999).

O Presente estudo acrescenta dados importante sobre a ocorrência e distribuição das espécies de anuros na porção norte do Cerrado, sobretudo, no estado do Maranhão. O Parque Estadual do Mirador está localizado em uma área de cerrado típico, com presença de grande diversidade de fitofisionomias e predominância de Cerradão (vegetação arbórea contínua e densa) e Cerrado *stricto sensu* (vegetação arbustiva-arbórea não contínua) (Moraes 2014), além de formações abertas (Campo cerrado, Campo sujo e Campo limpo). Isso permite a ocorrência de grande variedade de espécies de anfíbios, inclusive de espécies típicas de outros ambientes. O parque sofre atualmente com o intenso avanço das fronteiras agrícolas na região e, devido à sua grande extensão territorial, é possível a ocorrência de ambientes distintos dos aqui observados e, conseqüente, diferenças na composição das espécies de anfíbios. Assim, é fundamental o aumento de investimentos e utilização dos recursos oriundos da compensação ambiental para maior estruturação e fiscalização do PEM, principalmente em regiões de conflitos entre os limites do parque e as áreas de cultivo. Além disso, é necessário a realização de estudos para acessar os diferentes níveis de estruturação das comunidades biológicas de modo a fornecer subsídios básicos para desenvolver estratégias de conservação (Silva & Bates 2002, São Pedro & Feio 2010), não só de anfíbios, mas de outros grupos taxonômicos, de modo a definir um plano de manejo adequado para a conservação das espécies do PEM e da porção norte do Cerrado brasileiro.

## **Agradecimentos**

Agradecemos à Tássia Grazielle Pires Lima, Micheli Vêras dos Santos, Kássio de Castro Araújo, Johnny Sousa Ferreira e Sâmia Caroline Melo Araújo pelo auxílio e companhia durante as atividades de coletas. À Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais-SEMA pela concessão da permissão de coleta (licença número 008/2013), APERMIRA pela permissão de acesso ao Parque Estadual do Mirador e à Universidade Federal do Piauí-UFPI, Campus de Parnaíba pelo suporte logístico durante a realização das atividades de campo. Agradecemos também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão (FAPEMA) pelo suporte financeiro através do Programa de Apoio à Projetos de Pesquisas UNIVERSAL, edital n° 001/2013 – FAPEMA e pela concessão da bolsa de doutorado ao autor EBA (BD-01163/13).

## Referências

- ABRUNHOSA, P.A., WOGEL, H. & POMBAL JR., J. P. 2006. Anuran temporal occupancy in a temporary pond from the Atlantic Rain Forest, South-Eastern Brazil. *Herpetol. J.* 16:115–122.
- AFONSO, L.G. & ETEROVICK, P.C. 2007. Microhabitat choice and differential use by anurans in forest streams in southeastern Brazil. *J. Nat. Hist.* 41:937–948.
- ALCÂNTARA, E.H. 2004. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão-Brasil. *Caminhos da Geografia* 7(11): 97–113.
- ANDERSON, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Aust. Ecol.* 26:32–46.
- ANDERSON, M.J. 2006. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics* 62:245–253.
- ANDRADE, E.B., LEITE, J.R.S.A. & ANDRADE, G.V. 2016. Diversity and distribution of anuran in two islands of Parnaíba River Delta, Northeastern Brazil. *J. Bio. Env. Sci.* 8(2):74–86.
- ANDRADE, E.B., LEITE-JÚNIOR, J.M.A., SILVA-LEITE, R.R., VIEIRA, D.L., SANTOS, R.C., SILVA, V.G., BARBOSA, E.A., SOUZA, V.V. & LEITE, J. R. S. A. 2012. Anuran diversity on the Ilha do Caju, Parnaíba Delta River, Maranhão State, Northeastern Brazil. *Rev. Biociênc.* 18(1):14–21.
- ARAÚJO, C.O., MATSUKUMA, C.K. & AMEIDA-SANTOS, S.M. 2013. Taxonomic composition and distribution of anurans in the Upper and Middle Paranapanema, São Paulo state, Brazil. *Biota Neotrop.*13(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n3/en/abstract?inventory+bn01713032013>
- ARAÚJO, K.C., SANTOS, M.V., LIMA, T.G.P., ANDRADE, E.B. & WEBER, L.N. 2015. First record of *Adenomera saci* Carvalho & Giaretta, 2013 (Anura: Leptodactylidae) for the State of Maranhão, Northeastern Brazil. *Herpetol. Notes* 8:183–185.
- ARZABE, C. 1999. Reproductive activity patterns of anurans in two different altitudinal sites within the Brazilian Caatinga. *Rev. Bras. Zool.* 16(3):851–864.
- ÁVILA, R.W. & FERREIRA, V.L. 2004. Riqueza e densidade de vocalizações de anuros (Amphibia) em uma área urbana de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21(4):887–892.
- AYRES, M., AYRES JR., M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. S. 2007. BioEstat - aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Version 5.0. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, MCT - CNPq. 324p.
- AZEVEDO-RAMOS, C., MAGNUSSON, W.E. & BAYLISS, P. 1999. Predation as the key factor structuring tadpole assemblages in a savanna area in Central Amazônia. *Copeia*, 1999(1):22–33.
- BARRETO, L. 2007. Cerrado Norte do Brasil – North Cerrado of Brazil. USEB, Pelotas.
- BARRETO, L., ARZABE, C. & LIMA, Y.C.C. 2007. Herpetofauna da região de Balsas. In *Cerrado Norte do Brasil – North Cerrado of Brazil* (L. Barreto, ed.). USEB, Pelotas, p. 221-229.
- BEGON, M., TOWNSEND, C.R. & HARPER, J. L. *Ecologia de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed. Artmed Editora S/A. Porto Alegre. 2007.
- BERNARDE, P.S. 2007. Ambientes e temporada de vocalização da anurofauna no Município de Espigão do Oeste, Rondônia, Sudoeste da Amazônia - Brasil (Amphibia: Anura). *Biota Neotropica*, 7(2): 87–92. [http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn\\_01507022007](http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn_01507022007)

- BERNARDE, P.S. & KOKUBUM, M.N.C. 1999. Anurofauna do município de Guararapes, estado de São Paulo, Brasil (Amphibia: Anura). *Acta Biol. Leopold.* 21(1):89–97.
- BERTOLUCI, J. & M.T. RODRIGUES. 2002a. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do sudeste do Brasil. *Pap. Avulsos Zool.* 42(11):287–297.
- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. 2002b. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic rainforest anurans at Boracéia, southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23:161–167.
- BITAR, Y. O. C.; PINHEIRO, L. C.; ABE, P. S. & SANTOS-COSTA, M. C. 2012. Species composition and reproductive modes of anurans from a transitional Amazonian forest, Brazil. *Zoologia* 29(1):19–26.
- BRASILEIRO, C.A., LUCAS, E.M., OYAMAGUCHI, H.M., THOMÉ, M.T.C. & DIXO, M. 2008. Anurans, northern Tocantins River Basin, states of Tocantins and Maranhão, Brazil. *Check List* 4(2):185–197.
- BRIDGEWATER, S., RATTER, J.A. & RIBEIRO, J.F. 2004. Biogeographic patterns,  $\beta$ -diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. *Biodivers. Conserv.* 13:2295–2318.
- CALDWELL, J.P. & SHEPARD, D.B. 2007. Calling Site Fidelity and Call Structure of a Neotropical Toad, *Rhinella ocellata* (Anura: Bufonidae). *J. Herpetol.* 41(4):611–621.
- CAMPOS, F. S. & VAZ-SILVA, W. 2010. Distribuição espacial e temporal da anurofauna em diferentes ambientes no município de Hidrolândia, GO, Brasil Central. *Neotrop. Biol. Conserv.* 5(3):179–187.
- CAMPOS, V.A., ODA, F.H., JUEN, L., BARTH, A. & DARTORA, A. 2013. Composition and species richness of anuran amphibians in three different habitat in an agrosystem in Central Brazilian Cerrado. *Biota Neotrop.* 13(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n1/en/abstract?inventory+bn03213012013>
- CARDOSO, A.J., ANDRADE, G.V. & HADDAD, C.F.B. 1989. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* 49:241–249.
- CARVALHO, T.R. & GIARETTA, A.A. 2013. Taxonomic circumscription of *Adenomera martinezi* (Bokermann, 1956) (Anura: Leptodactylidae: Leptodactylinae) with the recognition of a new cryptic taxon through a bioacoustic approach. *Zootaxa* 3701(2): 207–237.
- COLLI, G.R., BASTOS, R.P. & ARAUJO, A.F.B. 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p. 223–239.
- CONCEIÇÃO, G.M. & CASTRO, A.A.J.F. 2009. Fitossociologia de uma área de Cerrado Marginal, parque Estadual do Mirador, Mirador, Maranhão. *Scien. Plena* 5(10):1–16.
- CONTE, C.E. & MACHADO, R.A. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijuca do Sul, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 22(4):940–948.
- CONTE, C.E. & ROSSA-FERES, D.C.. 2006. Diversidade e ocorrência temporal da anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 23(1):162–175.
- CRUMP, M.L. & SCOTT Jr., N.J. 1994. Visual encounter surveys. In *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians* (W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.A.C. Hayek & M.S. Foster (eds.). Smithsonian Institution Press, p. 84–92.
- DAL VECHIO, F., RECODER, R., RODRIGUES, M.T. & ZAHER, H. 2013. The herpetofauna of the Estação Ecológica de Uruçuí-Una, state of Piauí, Brazil. *Pap. Avulsos. Zool.* 53(16): 225–243.

- DINIZ-FILHO, J.A.F., BASTOS, R.P., RANGEL, T.F.L.V.B., BINI, L.M., CARVALHO, P. & SILVA, R.J. 2005. Macroecological correlates and spatial patterns of anuran description dates in the Brazilian Cerrado. *Global Ecol. Biogeogr.* 14(5):469–477.
- DUELLMAN, W.E. & TRUEB, L. 1994. *Biology of amphibians*. New York, Johns Hopkins.
- DUELLMAN, W.E. 1999. Distribution patterns of amphibians in South America. In *Patterns of Distribution of Amphibians* (W.E. Duellman, ed.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, p. 255–327.
- FERREIRA, R.B., DANTAS, R.B. & TONINI, J.F.R. 2012. Distribuição espacial e sazonal de anfíbios em quatro poças na região serrana do Espírito Santo, sudeste do Brasil: influência de corredores florestais. *Iheringia, Sér. Zool.* 102(2):163–169.
- FREITAS, M.A., VIEIRA, R.S., ENTIAUSPE-NETO, O.M., SOUSA, S.O., FARIAS, T., SOUSA, A.G. & MOURA, G.J.B. 2017. Herpetofauna of the Northwest Amazon forest in the state of Maranhão, Brazil, with remarks on the Gurupi Biological Reserve. *ZooKeys* 643:141–155.
- GAMBALE, P.G., WOITOVICZ-CARDOSO, M., VIEIRA, R.R., BATISTA, V.G., RAMOS, J. & BASTOS, R.P. 2014. Composição e riqueza de anfíbios anuros em remanescentes de Cerrado do Brasil Central. *Iheringia, Sér. Zool.* 104(1):50–58.
- GARDA, A.A.; WIEDERHECKER, H.C., GAINSBURY, A.M., COSTA, G.C., PYRON, R.A., VIEIRA, G.H.C., WERNECK, F.P., COLLI, G.R. 2013. Microhabitat Variation Explains Local-scale Distribution of Terrestrial Amazonian Lizards in Rondônia, Western Brazil. *Biotropica* 45(2):245–252.
- GASCON, C. 1991. Population- and community-level analyses of species occurrences of Central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology* 72:1731–1746.
- GASTON, K.J. & WILLIAMS, P.H. 1996. Spatial patterns in taxonomic diversity. In *Biodiversity: a biology of numbers and difference* (K.J. Gaston, ed.). Blackwell Science, Oxford, p.202–229.
- GIARETTA, A.A. & COSTA, H.C.M. 2007. A redescription of *Leptodactylus jolyi* Sazima and Bokermann (Anura, Leptodactylidae) and the recognition of a new closely related species. *Zootaxa* 1608:1–10.
- GIARETTA, A.A. & FACURE, K.G. 2009. Habitat, egg-laying behaviour, eggs and tadpoles of four sympatric species of *Pseudopaludicola* (Anura, Leiuperidae). *J. Nat. Hist.* 43(15):995–1009.
- GOTTSBERGER, B. & GRUBER, E. 2004. Temporal partitioning of reproductive activity in a neotropical anuran community. *J. Trop. Ecol.* 20:271–280.
- GRANDINETTI, L. & JACOBI, C.M. 2005. Distribuição estacional e espacial de uma taxocenose de anuros (Amphibia) em uma área antropizada em Rio Acima-MG. *Lundiana* 6(1):21–28.
- HADDAD, C. F. B. & PRADO, C. P. A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *Bioscience* 55(3):207–217.
- HAMMER, D., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontol. Elect.* 4:1–9.
- HEYER, W.R., DONNELLY, M.A., McDIARMID, R.W., HAYEK, L.C. & FOSTER, M.S. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- HEYER, W.R., RAND, A.S., CRUZ, C.A.G., PEIXOTO, O.L. & NELSON, C.E. 1990. Frogs of Boracéia. *Arq. Zool.* 31(4):231–410.



- IBGE. 2011. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapas de vegetação, geologia e solos do Maranhão. <http://cod.ibge.gov.br/1XUKN> (last access in 15/Abr/2016).
- ISHARA, K. L. 2010. Aspectos florísticos e estruturais de três fisionomias de cerrado no município de Pratânia, São Paulo. Tese (doutorado) – Instituto de Biociências de Botucatu. Universidade Estadual Paulista.
- JUNGFER, K.-H., FAIVOVICH, J., PADIAL, J.M., CASTROVIEJO-FISHER, S., LYRA, M.M., BERNECK, B.V.M., IGLESIAS, P.P., KOK, P.J.R., MACCULLOCH, R.D., RODRIGUES, M.T., VERDADE, V.K., TORRES GASTELLO, C.P., CHAPARRO, J.C., VALDUJO, P.H., REICHLER, S., MORAVEC, J., GVOZDÍK, V., GAGLIARDI-URRUTIA, G., ERNST, R., DE La RIVA, I., MEANS, D.B., LIMA, A.P., SEÑARIS, J.C., WHEELER, W.C. & HADDAD, C.F.B. 2013. Systematics of spiny-backed treefrogs (Hylidae: *Osteocephalus*): an Amazonian puzzle. *Zool. Scripta* 42:351–380.
- KOPP, K., SIGNORELLI, L. & BASTOS, R.P. 2010. Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* 100(3):192–200.
- KREBS, C.J. 2000. *Ecological Methodology*. 2 ed. Harper and Row Publishers, New York.
- LIMA, A.P., MAGNUSSON, W.E., MENIN, M., ERDTMANN, L.K., RODRIGUES, D.J., KELLER, C. & HÖDL, W. 2005. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus: Áttema Design Editorial, 168p.
- LIMA, T.G.P., ANDRADE, E.B., ARAÚJO, K.C., LEITE, J.R.S.A. & WEBER, L. N. 2015. First record of *Leptodactylus sertanejo* (Anura: Leptodactylidae: Leptodactylinae) in the state of Maranhão, northeastern Brazil. *Check List* 11(5):1776. <http://dx.doi.org/10.15560/11.5.1776>
- MAFFEI, F., UBAID, F.K. & JIM, J. 2011. Anurans in an open cerrado area in the municipality of Borebi, São Paulo state, Southeastern Brazil: habitat use, abundance and seasonal variation. *Biota Neotrop.* 11(2): 221–233. <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/en/abstract?article+bn04011022011>
- MAGNUSSON, W.E. & J. HERO. 1991. Predation and the evolution of complex oviposition behaviour in Amazon rainforest frogs. *Oecol.* 86:310–318.
- MAGURRAN, A.E. & MCGILL, B.J. 2011. *Biological Diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press.
- MANLY, B.F.G. 2000. *A Primer of Multivariate Statistics*. London, Chapman & Hall.
- MARANHÃO. Lei nº 8.958 de 08 de maio de 2009. Altera o Decreto nº 7.641/80 de junho de 1980, que cria o Parque Estadual de Mirador e dá outras providências. São Luís: D.O.E, de 08.05.2009, Ano CIII, n. 087.
- MATAVELLI, R., CAMPOS, A.M., MENDONÇA, M.A. & ANDRADE, G.V. 2013. New records of anurans in the state of Maranhão, Brazil: *Hypsiboas boans* (Linnaeus, 1758) (Hylidae) and *Leptodactylus syphax* Bokermann, 1969 (Leptodactylidae). *Check List* 9(4):899–901.
- MATAVELLI, R., CAMPOS, A.M., SILVA, G.R. & ANDRADE, G.V. 2014. First record of *Rhinella ocellata* (Günther, 1858) (Bufonidae) for the state of Maranhão, northeastern Brazil. *Check List* 10(2):432–433.
- MELO, M., FAVA, F., PINTO, H.B.A., BASTOS, R.P., NOMURA, F. 2013. Anuran diversity (Amphibia) in the Extractivist Reserve Lado do Cedro, Goiás. *Biota Neotrop.* (13)2: <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n2/en/abstract?inventory+bn02913022013>

- MIRANDA, D.B., ALBUQUERQUE, S., TURCI, L.C.B. & BERNARDE, P.S. 2015. Richness, breeding environments and calling activity of the anurofauna of the lower moa river forest, state of Acre, Brazil. *Zoologia* 32(2):93–108.
- MORAES, H.G. 2014. Caracterização florística e estrutural de cerradões em diferentes cotas altitudinais no Estado do Maranhão, Brasil. Tese (doutorado) – Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- MORAIS, A.R.D., SIGNORELLI, L., GAMBALE, P.G., KOPP, K., GUIMARAES, L.D., VAZ-SILVA, W., RAMOS, J. & BASTOS, R.P. 2011. Anfíbios anuros associados a corpos d'água do sudoeste do estado de Goiás, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n3/en/abstract?inventory+bn03611032011>
- MORAIS, A.R., BASTOS, R.P., VIEIRA, R.R.S. & SIGNORELLI, L. 2012. Herpetofauna da Floresta Nacional de Silvânia, um remanescente de Cerrado no Brasil Central. *Neotrop. Biol. Conserv.* 7(2):114–121.
- MYERS N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- ODA, F.H., BASTOS, R.P. & LIMA, M.A.C.S. 2009. Anuran assemblage in the Cerrado of Niquelândia, Goiás State, Brazil: diversity, local distribution and seasonality. *Biota Neotrop.* 9(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n4/en/abstract?inventory+bn03609042009>
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, Coord.). New York, Columbia University Press. p.91–120.
- PIRES, J. M. & PRANCE, G.T. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In *Key Environments: Amazonia* (G.T. Prance & T.E. Lovejoy, eds.). Pergamon Press, Oxford, England. p.109–139.
- POMBAL Jr, J.P. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* 57:583–594.
- RIBEIRO JUNIOR, J.W. & BERTOLUCI, J. 2009. Anuros do cerrado da Estação Ecológica e da Floresta Estadual de Assis, sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 9(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n1/pt/abstract?inventory+bn02709012009>
- RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In.: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J. F. *Ecologia e flora*. Brasília: EMBRAPA, 2008. v. 1, p. 152-212.
- RICKLEFS, R.E. 2008. Disintegration of the ecological community. *American Natur.* 172(6): 741–750.
- ROBERTO, I.J., RIBEIRO, S.C. & LOEBMANN, D. 2013. Amphibians of the state of Piauí, Northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Biota Neotrop.* 13(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n1/en/abstract?inventory+bn04113012013>
- ROHLF, F.J. 2000. NTSYS 2.1: Numerical Taxonomic and Multivariate Analysis System. New York, Exeter Software.
- ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. 1996. Distribuição espacial em comunidades de girinos na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura). *Rev. Bras. Biol.* 56:309–316.
- ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. 2001. Similaridade do sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 18(2):439–454.

- SANTORO, G.R.C.C. & BRANDÃO, R.A. 2014. Reproductive modes, habitat use, and richness of anurans from Chapada dos Veadeiros, central Brazil. *North-Western J. Zool.* 10(2):365–373.
- SANTOS, D.L., ANDRADE, S.P., VICTOR-JR., E.P. & VAZ-SILVA, W. 2014. Amphibians and reptiles from southeastern Goiás, Central Brazil. *Check List* 10(1):131–148.
- SANTOS, T.G. & ROSSA-FERES, D.C. 2007. Similarities in calling site and advertisement call among anuran amphibians in Southeastern Brazil. *South Am. J. Herpetol.* 2(1):17–30.
- 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. *Iheringia, Sér. Zool.* 97(1):37–49.
- SANTOS, T.G., KOPP, K., SPIES, M.R., TREVISAN, R. & CECHIN, S.Z. 2008. Distribuição temporal e espacial de anuros em área de Pampa, Santa Maria, RS. *Iheringia, Sér. Zool.* 98(2):244–253.
- SÃO PEDRO, V. A. & FEIO, R.N. 2010. Distribuição espacial e sazonal de anuros em três ambientes na Serra do Ouro Branco, extremo sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. *Biotemas* 23(1):143–154.
- SCOTT JR., N. & WOODWARD, B.D. 1994. Surveys at breeding sites, p.118-125. In *Measuring and Monitoring Biological Diversity - Standard Methods for Amphibians* (W.R. Heyer, M.A. Donnelly; R.W. McDiarmid; L.C. Hayek & M.S. Foster, Coord.). Washington, Smithsonian Institution Press.
- SEGALLA, M.V., CARAMASCHI, U., CRUZ, C.A.G., GRANT, T., HADDAD, C.F.B., GARCIA, P.C.A., BERNECK, B.V.M. & LANGONE, J.A. 2016. Brazilian Amphibians: List of Species. *Herpetol. Bras.* 5(2):34–46.
- SILVA, J.M.C. & BATES, J.M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52:225–234.
- SILVA, R.A., MARTINS, I.A. & ROSSA-FERES, D.C. 2011. Environmental heterogeneity: Anuran diversity in homogeneous environments. *Zoologia* 28(5):610–618.
- SILVA-LEITE, R.R., LEITE-JÚNIOR, J.M.A., BARBOSA, E.A., NORONHA, S.E. & LEITE, J.R.S.A. 2008. The Anurans of Terra Ronca State Park, municipality of São Domingos, State of Goiás, Central Brazil. *Sitientibus, Sér. Ciên. Biol.* 8(2):162–167.
- SILVEIRA NETO, S., NAKANO, O., BARBIM, D. & VILLA NOVA, N.A. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976, 419p.
- STARZOMSKI, B.M., PARKER, R.L. & SRIVASTAVA, D.S. (2008). On the relationship between regional and local species richness: A test of saturation theory. *Ecology* 89:1921–1930.
- TOCKNER, K., SCHIEMER, F., BAUMGARTNER, C., KUM, G., WEIGAND, E., ZWEIMULLER, I. & WARD J.V. 1999. The Danube restoration project: Species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system. *Regul. River.* 15:245–258.
- TOLEDO, L.F., ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. 2003. Distribuição Espacial e Temporal de uma Comunidade de Anfíbios Anuros do Município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Holos Environ.* 3(2):136–149.
- VALDUJO, P.H., SILVANO, D.L., COLLI, G. & MARTINS, M. 2012. Anuran species composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado, a neotropical hotspot. *South Am. J. Herpetol.* 7(2):63–78.
- VALDUJO, P.H., CAMACHO, A., RECODER, R.S., TEIXEIRA JR, M., GHELLERE, J.M.B., MOTT, T., NUNES, P.M.S., NOGUEIRA, C. & RODRIGUES, M. T. 2011. Anfíbios da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, região do Jalapão, Estados do Tocantins e Bahia. *Biota Neotrop.* 11(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/em/abstract?article+bn03511012011>

- VASCONCELOS, T.S., RODRÍGUEZ, M.A. & HAWKINS, B.A. 2011. Biogeographic Distribution Patterns of South American Amphibians: A Regionalization Based on Cluster Analysis. *Nat. Conserv.* 9(1):67–72.
- VASCONCELOS, T.S. & ROSSA-FERES, D.C. 2008. Habitat heterogeneity and use of physical and acoustic space in anuran communities in Southeastern Brazil. *Phyllomedusa*, 7(2):127–142.
- VASCONCELOS, T.S., SANTOS, T.G., HADDAD, C.F.B. & ROSSA-FERES, D. C. 2010. Climatic variables and altitude as predictors of anuran species richness and number of reproductive modes in Brazil. *J. Trop. Ecol.* 26:423–432.
- VASCONCELOS, T.S. & ROSSA-FERES, D.C. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* 5 (2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN01705022005>
- VIEIRA, W.L.S., ARZABE, C. & SANTANA, G.G. 2007. Composição e distribuição espaço-temporal de anuros no Cariri paraibano, Nordeste do Brasil. *Oecol. Bras.* 11(3):383–396.
- WELLS, K.D. 2007. *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago.
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4 ed. Prentice Hall, New Jersey.

**Tabela 1.** Anfíbios anuros registrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, região centro-sul do estado do Maranhão, entre dezembro de 2013 a fevereiro de 2015. Pontos de amostragens: P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7 (ver descrição na metodologia); Constância de ocorrência (Const. ocor.): C, constante; Acs, acessória; Oc, ocasional; Modo reprodutivo (Modo reprod.); (\*) espécies não consideradas nas análises estatísticas.

Táxon	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Const. Ocor.	Modo Reprod.
<b>FAMÍLIA BUFONIDAE (3)</b>									
<i>Rhinella jimi</i> (Stevaux, 2002)	1	1	0	0	2	4	0	Acs	1
<i>Rhinella mirandaribeiroi</i> (Gallardo, 1965)	4	0	0	0	0	9	0	Acs	1
<i>Rhinella ocellata</i> (Günther, 1858) <sup>a</sup>	0	6	0	0	0	0	0	-	1
<b>FAMÍLIA HYLIDAE (12)</b>									
<i>Dendropsophus branneri</i> (Cochran, 1948)	55	57	2	0	0	0	0	C	1
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	5	12	64	0	0	0	0	C	1
<i>Dendropsophus rubicundulus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	0	19	65	0	1	0	0	Acs	1
<i>Dendropsophus soaresi</i> (Caramaschi & Jim, 1983)	0	0	45	0	12	0	0	Acs	1
<i>Dendropsophus</i> sp.	0	0	0	0	7	0	5	Acs	1
<i>Hypsiboas boans</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0	0	0	0	3	Oc	4
<i>Hypsiboas multifasciatus</i> (Günther, 1859)	26	22	0	17	58	25	37	C	1
<i>Hypsiboas punctatus</i> (Schneider, 1799)	37	5	0	11	17	14	7	Acs	1
<i>Osteocephalus taurinus</i> Steindachner, 1862	7	0	0	0	11	0	0	Acs	1

<i>Scinax fuscomarginatus</i> (Lutz, 1925)	45	17	70	0	0	0	0	<b>C</b>	<b>1</b>
<i>Scinax nebulosus</i> (Spix, 1824)	68	9	0	20	11	5	0	<b>C</b>	<b>1</b>
<i>Scinax</i> aff. <i>ruber</i>	0	0	30	0	31	0	23	<b>C</b>	<b>1</b>
<b>FAMÍLIA LEPTODACTYLIDAE (14)</b>									
<i>Adenomera hylaedactyla</i> (Cope, 1868)	0	6	2	0	0	2	0	<b>Oc</b>	<b>32</b>
<i>Adenomera saci</i> Carvalho & Giaretta, 2013	0	0	0	0	0	0	92	<b>Acs</b>	<b>32</b>
<i>Adenomera</i> sp. <sup>a</sup>	0	0	0	0	0	5	14	-	?
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	0	2	30	2	10	0	0	<b>Acs</b>	<b>30</b>
<i>Leptodactylus mystaceus</i> (Spix, 1824) <sup>a</sup>	1	0	0	0	0	0	0	-	-
<i>Leptodactylus petersii</i> (Steindachner, 1864) <sup>a</sup>	0	0	0	0	1	0	0	-	-
<i>Leptodactylus sertanejo</i> Giaretta & Costa, 2007	0	0	0	0	0	0	42	<b>Acs</b>	<b>30</b>
<i>Leptodactylus troglodytes</i> Lutz, 1926	0	0	4	0	0	0	0	<b>Acs</b>	<b>30</b>
<i>Leptodactylus vastus</i> Lutz, 1930	0	0	1	0	3	0	0	<b>Acs</b>	<b>13</b>
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	0	0	34	0	0	1	0	<b>Acs</b>	<b>11</b>
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	0	1	23	0	12	0	0	<b>Acs</b>	<b>11</b>
<i>Pseudopaludicola canga</i> Giaretta & Kokubum, 2003	17	4	0	0	7	0	65	<b>Acs</b>	<b>1</b>
<i>Pseudopaludicola jaredi</i> Andrade, Magalhães, Nunes-de-Almeida, Veiga-Menoncello, Santana, Garda, Loebmann, Recco-Pimentel, Giaretta, and Toledo, 2016	0	0	0	0	0	0	12	<b>Acs</b>	<b>1</b>
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	4	0	30	0	3	0	0	<b>Acs</b>	<b>1</b>

**FAMÍLIA MICROHYLIDAE (1)**

<i>Elachistocleis</i> sp.	0	0	0	0	4	0	3	<b>Acs</b>	<b>?</b>
---------------------------	---	---	---	---	---	---	---	------------	----------

**FAMÍLIA PHYLLOMEDUSIDAE (1)**

<i>Pithecopus azureus</i> (Cope, 1862)	0	31	19	2	3	0	0	<b>C</b>	<b>24</b>
--	---	----	----	---	---	---	---	----------	-----------

---

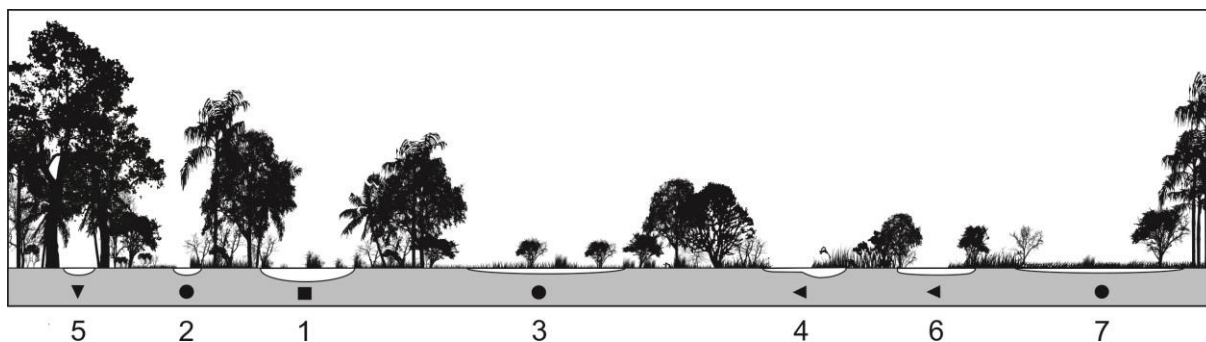
Riqueza de espécies (S)	11	14	14	5	17	7	10		
Diversidade de Shannon-Wiener (H')	2,193	2,269	2,286	1,461	2,526	1,671	1,927		
Equitabilidade de Pielou (e)	0,815	0,691	0,703	0,862	0,733	0,759	0,687		
H'/H' max (%)	91,45	85,97	86,62	90,77	87,39	85,87	80,32		
Dominância de Berger-Parker	0,185	0,268	0,164	0,333	0,195	0,306	0,251		

---

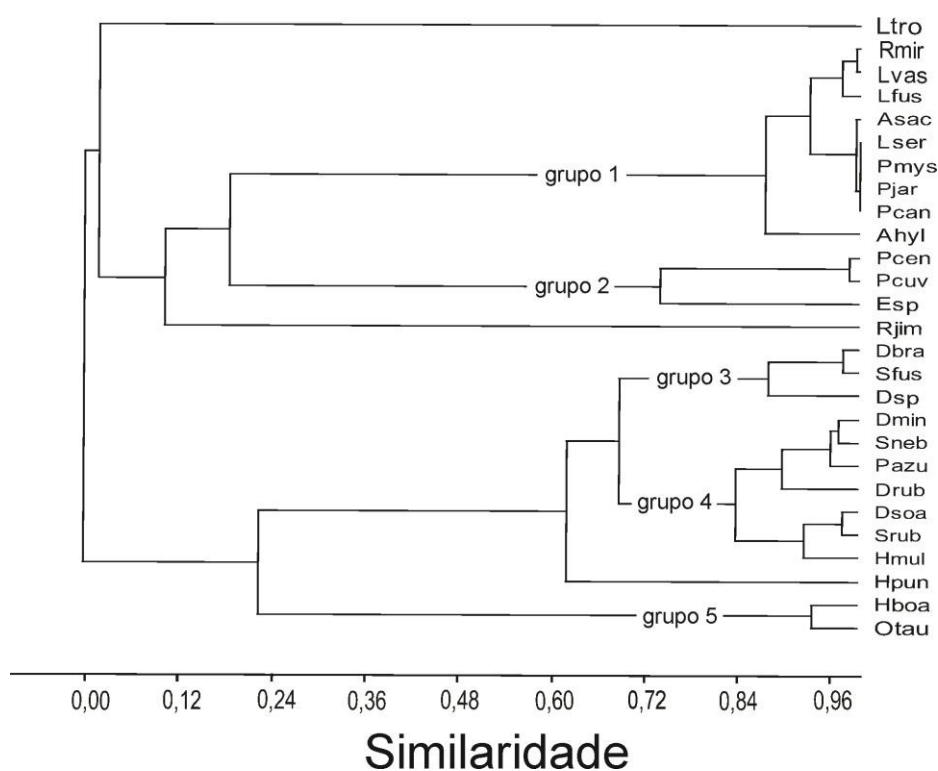
**Tabela 2.** Similaridade entre os sete corpos d'água estudados Parque Estadual do Mirador-PEM, com base na composição de espécies de anuros. Valores inferiores a 50% (negrito) indicam elevada substituição de espécies (diversidade  $\beta$ ) entre os vários pares de combinações. Em itálico, o número de espécies comum entre os corpos d'água.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P1	*	8	4	3	7	5	3
P2	<b>47,06</b>	*	8	5	9	5	4
P3	<b>19,05</b>	<b>40</b>	*	2	8	2	1
P4	<b>23,08</b>	<b>35,71</b>	<b>11,76</b>	*	5	3	2
P5	<b>33,33</b>	<b>40,91</b>	<b>34,78</b>	<b>29,41</b>	*	4	6
P6	<b>38,46</b>	<b>31,25</b>	<b>10,53</b>	<b>33,33</b>	<b>20</b>	*	2
P7	<b>16,67</b>	<b>20</b>	<b>4,35</b>	<b>15,38</b>	<b>28,57</b>	<b>13,33</b>	*





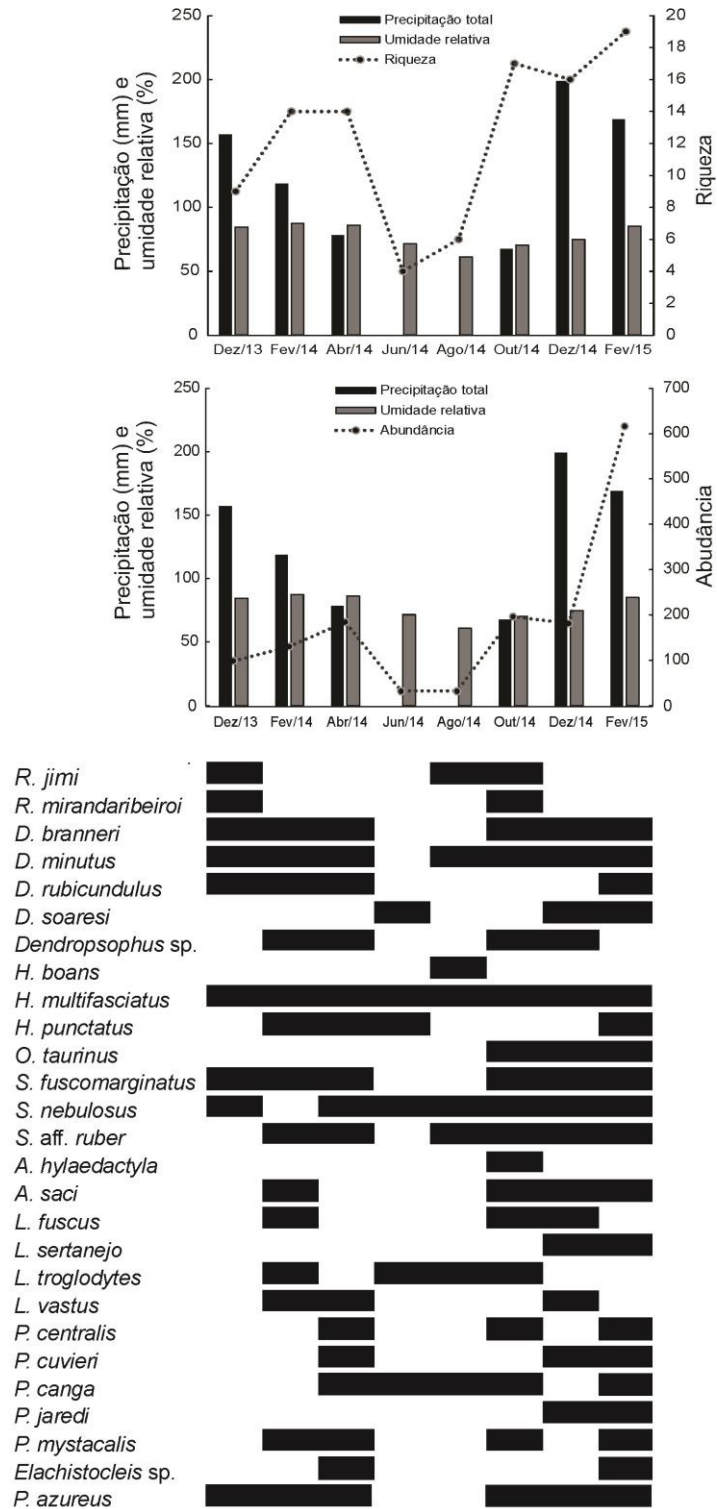
**Figura 1.** Perfil esquemático, sem escala, da vegetação no entorno dos corpos d'água pesquisados. Pontos de coletas (P1-P7) representados pelos números de 1 a 7. A ordem dos pontos de coleta no esquema não corresponde à ordem de amostragem. O triângulo representa o sentido da corrente da água no esquema: (▼) de cima para baixo e (◄) da direita para a esquerda; o círculo (●) representa água parada; e o quadrado (■) representa água com pouca movimentação.



**Figura 2.** Similaridade no uso de hábitat entre 29 das 31 espécies registradas em sete habitats no Parque Estadual do Mirador, com a formação de 5 grupos. Espécies: Ltro = *L. troglodites*; Rmir = *R. mirandaribeiroi*; Lvas = *L. vastus*; Lfus = *L. fuscus*; Asac = *A. saci*; Lser = *L. sertanejo*; Pmys = *P. mystacalis*; Pjar = *P. jaredi*; Pcan = *P. canga*; Ahyl = *A. hylaedactyla*; Pcen = *P. centralis*; Pcu = *P. cuvieri*; Esp = *Elachistocleis* sp.; Rjim = *R. jimii*; Dbra = *D. branneri*; Sfus = *S. fuscomarginatus*; Dsp = *Dendropsophus* sp.; Dmin = *D. minutus*; Sneb = *S. nebulosus*; Pazu = *P. azureus*; Drub = *D. rubicundulus*; Dsoa = *D. soaresi*; Srub = *S. aff. ruber*; Hmul = *H. multifasciatus*; Hpun = *H. punctatus*; Hboa = *H. boans*; Otau = *O. taurinus*. Coeficiente de correlação cofenético ( $r$ ) = 9609.



**Figura 3.** Sítio de vocalização e uso de habitat das espécies de anuros registradas no Parque Estadual do Mirador-MA. Família Bufonidae: 1) *Rhinella jimi*; 2) *Rhinella mirandaribeiroi*; Família Hylidae: 3) *Dendropsophus branneri*; 4) *Dendropsophus minutus*; 5) *Dendropsophus rubicundulus*; 6) *Dendropsophus soaresi*; 7) *Dendropsophus* sp.; 8) *Hypsiboas boans*; 9) *Hypsiboas multifasciatus*; 10) *Hypsiboas punctatus*; 11) *Osteocephalus taurinus*; 12) *Scinax fuscomarginatus*; 13) *Scinax nebulosus*; 14) *Scinax* aff. *ruber*; Família Leptodactylidae: 15) *Adenomera hylaedactyla*; 16) *Adenomera saci*; 17) *Leptodactylus fuscus*; 18) *Leptodactylus sertanejo*; 19) *Leptodactylus troglodytes*; 20) *Leptodactylus vastus*; 21) *Physalaemus centralis*; 22) *Physalaemus cuvieri*; 23) *Pseudopaludicola canga*; 24) *Pseudopaludicola jaredi*; 25) *Pseudopaludicola mystacalis*; Família Microhylidae: 26) *Elachistocleis* sp.; Família Phyllomedusidae: 27) *Pithecopus azureus*.



**Figura 4.** Relação entre a precipitação e umidade relativa do ar sobre a riqueza e abundância das espécies anuros e período de vocalização das espécies registradas no Parque Estadual do Mirador, registrada bimestralmente entre dezembro de 2013 a fevereiro de 2015.



**INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL SOBRE UMA  
COMUNIDADE DE ANFÍBIOS ANUROS EM ÁREAS DE CERRADO  
NO NORDESTE BRASILEIRO**

*Gielle  
R*

**Andrade, E.B.; Leite, J.R.S.A.; Weber, L.N. Influência da heterogeneidade ambiental sobre uma comunidade de anfíbios anuros em áreas de Cerrado no nordeste brasileiro. Manuscrito em preparação para ser submetido à revista *Acta Herpetologica*.**

## **Influência da heterogeneidade ambiental sobre uma comunidade de anfíbios anuros em áreas de Cerrado no Nordeste brasileiro**

ETIELLE B. ANDRADE<sup>1,2,3</sup>, JOSÉ ROBERTO S. A. LEITE<sup>2,4</sup>, LUIZ N. WEBER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia-BIONORTE, Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Campus do Bacanga, São Luís, MA, Brasil*

<sup>2</sup>*Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia-BIOTEC, Universidade Federal do Piauí-UFPI, Parnaíba, PI, Brasil*

<sup>3</sup>*Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Piauí-IFPI, Campus Paulistana, Paulistana, PI, Brasil*

<sup>4</sup>*Área de Morfologia, Faculdade de Medicina-FM, Universidade de Brasília-UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Distrito Federal, DF, Brasil*

### **Resumo**

O presente trabalho tem por objetivo avaliar os padrões de estruturação de uma comunidade de anuros na região centro-meridional do estado do Maranhão, porção norte do Cerrado brasileiro, investigando o papel da heterogeneidade ambiental sobre a riqueza, composição e distribuição da espécies. Sete corpos d'água foram bimestralmente amostrados entre os meses de dezembro de 2013 a fevereiro de 2015. Alguns descritores ambientais foram utilizados para avaliar as características estruturais de cada corpo d'água. A comunidade de anuros foi estruturada de forma não aleatória e composta por 31 espécies de cinco famílias (Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae e Phyllomedusidae). Houve diferenças na riqueza e na composição das espécies entre os diferentes pontos de amostragens independente da proximidade entre eles. Apesar de não significativo, algumas características estruturais dos corpos d'água explicaram grande parte da variância total na abundância das espécies. As espécies foram positivamente relacionadas com a heterogeneidade da vegetação na margem e no interior do corpo d'água e negativamente influenciada pelo tipo de corpo d'água, formando grupo de espécies ocorrendo em ambientes abertos, poças temporárias, lagoas e riachos permanentes. Os resultados mostram que ambientes estruturalmente complexos apresentam maior disponibilidade de recursos e que a

composição das comunidades é regulada pelo grau de sobreposição no uso dos microambientes disponíveis. Dessa forma, entender os mecanismos envolvidos na estruturação e distribuição das comunidades é um primeiro passo para apoiar o desenvolvimento de medidas de manejo e conservação das espécies.

**Palavras-chave:** Parque estadual do Mirador, co-ocorrência, complexidade estrutural, padrão de estruturação.

### **Abstract**

Here we evaluated the structuring pattern of an anurans community in the central-southern region of the Maranhão state, northern portion of the Brazilian Cerrado, investigating the role of environmental heterogeneity on the richness, composition and species distribution. Seven water bodies were bimonthly sampled between the months of December 2013 to February 2015. We used some environmental descriptors to evaluate the structural characteristics of each water body. The anurans community was structured in a non-random way and composed of 31 species of five families (Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae and Phyllomedusidae). There were differences in the richness and composition of the species between the different sampling points regardless of the proximity between them. Although not significant, some structural features of water bodies explained much of the total variance in species abundance. The species were positively related to the structural heterogeneity of the vegetation in the margin and inside the water body and negatively influenced by the water body type, forming group of species occurring in open environments, temporary ponds, ponds and permanent streams. The results show that structurally complex environments present greater availability of resources and that the composition of the communities is regulated by the degree of overlap in the use of available microenvironments. Thus, understanding the mechanisms involved in the structuring and distribution of anuran communities is a first step in supporting the development of management and conservation measures of the species.

**Keywords:** Parque estadual do Mirador, co-occurrence, structural complexity, structuring pattern.

## INTRODUÇÃO

A ecologia de comunidades, caracterizada como um ramo recente da Ecologia, se baseia na utilização conjunta de princípios e teorias que visam entender e explicar os padrões de estruturação e organização das comunidades biológicas (Begon et al., 2007). Diversos fatores são apontados como preditores de tal estruturação, agindo como forças seletivas sobre as características funcionais das espécies e influenciando a composição das comunidades em determinado local (Werner et al., 2007; Dória et al. 2015), como por exemplo, as interações bióticas (competição e predação) (Parris, 2004; Werner et al., 2007), os caracteres abióticos (seleção de habitat e clima) (Vasconcelos e Rossa-Feres, 2005; Kopp e Eterovick, 2006; Vasconcelos et al., 2011), além de processos históricos e evolutivos (fenologia e modos reprodutivos) (Abrunhosa et al., 2006; Vasconcelos et al., 2009; Dias-Terceiro et al., 2015). Esses fatores podem influenciar a distribuição das espécies em diferentes escalas de observação, seja pela influência do clima em uma escala regional (Valdujo et al., 2012), pela sobreposição de nicho em uma escala local (Prado e Rossa-Feres, 2014; Dias-Terceiro et al., 2015), ou até mesmo pela configuração dos ambientes disponíveis em uma determinada paisagem (Xavier e Napoli, 2011).

Dentre um conjunto de fatores, a heterogeneidade de habitats em ambientes terrestres e aquáticos tem sido a mais apontada entre os especialistas como principal determinante de variação estrutural das comunidades de anuros (Parris e McCarthy, 1999; Eterovick, 2003; Bastazini et al., 2007; Vasconcelos et al., 2009; Silva et al., 2011; Xavier e Napoli, 2011; Iop et al., 2012). A heterogeneidade de habitat, definida principalmente pelos diferentes estratos estruturais da vegetação horizontal e vertical de um determinado ambiente, influencia a disponibilidade de nichos e o modo como os recursos são explorados (Vasconcelos et al., 2009; Silva et al., 2011; Iop et al., 2012). Dessa forma, ambientes estruturalmente mais complexos acomodam um número maior de espécies a partir de formas especializadas no uso dos recursos (Santos et al., 2007; Vasconcelos et al., 2009). Além disso, outros fatores são fundamentalmente importantes na modelação das comunidades de anuros neotropicais: hidroperíodo (Babbitt 2005, Santos et al. 2007, Vasconcelos et al. 2009), profundidade da água (Babbitt, 2005, Both et al., 2010; Gonçalves et al., 2015), tamanho do corpo d'água (Afonso e Eterovick, 2007; Parris, 2004, Parris e McCarthy, 1999), vegetação marginal do corpo d'água

(Vasconcelos et al., 2009; Gonçalves et al., 2015) e distância entre os corpos d'água (Valério et al., 2016).

O domínio fitogeográfico do Cerrado cobre cerca de um quarto do território brasileiro, sendo considerado o segundo maior domínio da América do Sul (Silva e Bates, 2002). A influência dos biomas vizinhos, juntamente com os processos históricos, climáticos e geomorfológicos (Silva e Bates, 2002), é responsável pela formação de um complexo mosaico de fitofisionomias, o que faz do Cerrado uma das savanas mais biodiversas do mundo (Ribeiro e Walter, 2008). Apesar do aumento dos estudos sobre ecologia das comunidades de anfíbios nos últimos anos (Valdujo et al., 2012), o Cerrado continua sendo uma das áreas menos compreendida em relação aos padrões de distribuição e composição das comunidades de anuros (Colli et al., 2002; Giaretta et al., 2008), devido ao grande número de microambientes disponíveis (Ribeiro e Walter, 2008) e ao acelerado ritmo de descaracterização causada pela ocupação humana descontrolada e expansão do agronegócio (Klink e Machado, 2005, Diniz-Filho et al., 2008). Essa falta de compreensão é ainda mais evidente quando se leva em consideração a porção norte do Cerrado brasileiro, devido o reduzido número de estudos nessa região (e.g. Barreto, 2007; Brasileiro et al., 2008).

Diante deste cenário, o presente estudo tem como objetivo (1) investigar os padrões de estruturação de uma comunidade de anuros na porção norte do Cerrado brasileiro, (2) testar a relação da heterogeneidade ambiental sobre a riqueza e abundâncias das espécies entre os diferentes corpos d'água amostrados e (3) identificar quais as variáveis ambientais melhor explicam a composição e os padrões de distribuição das espécies de anuros registrados na região centro-meridional do estado do Maranhão.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O estudo foi realizado em uma área de Cerrado típico localizando dentro dos limites do Parque Estadual do Mirador-PEM, porção centro-meridional do estado do Maranhão, nordeste do Brasil. Situado entre as nascentes dos rios Itapecuru e Alpercintas (06°10' - 42' S e 44°43' - 45°54' W), é considerado a maior unidade de conservação (UC) do estado, com uma área



total de 766.781,00 ha (Maranhão, 2009). O PEM abrange atualmente os municípios de Mirador, Formosa da Serra Negra e Fernando Falcão (Maranhão, 2009) e apresenta um dos mais bem preservados blocos de Cerrado da porção norte e nordeste do Brasil (Barreto 2007, Brasileiro et al. 2008). A região apresenta solo do tipo litólico, pedregoso e rochoso e clima tropical sub-úmido seco (Alcântara, 2004), que possibilita o surgimento da uma vegetação característica do Cerrado *sensu lato* (Conceição e Castro, 2009). As temperaturas médias variam de 19,5° a 33°C e a precipitação pluviométrica anual varia de 1.200 a 1.400 mm (Alcântara, 2004).

Foram selecionados sete corpos d'água (temporários ou permanentes) com diferentes características estruturais utilizados como sítio reprodutivo pelas espécies de anfíbios do parque, distribuídos entre duas áreas: área "A" (localizado próximo ao posto avançado de fiscalização da Geraldina) e área "B" (localizado próximo ao posto de fiscalização avançado Zé Miguel). Estes pontos foram selecionados a partir de expedições de campo diurnas e noturnas nos meses anteriores à realização das coletas de dados. Seis destes corpos d'água estão localizados na área "A": P1 (6°37'49.60" S - 45°52'44.00" W) - Grande lagoa permanente localizada em meio a uma vegetação de médio a grande porte e formada por água acumulada a partir das nascentes do Rio Alpercatas; P2 (6°36'10.6" S - 45°50'32.0" W) - Lagoa temporária de pequeno porte, localizada em uma região alagada que apresenta grande quantidade de vegetação herbácea e aquática em seu interior; P3 (6°36'27.65" S - 45°50'29.58" W) - Extensa lagoa temporária, localizada em um campo alagável em meio a uma vegetação arbórea espaçada e com pouca vegetação em seu interior; P4 (6°36'13.30" S - 45°49'1.50" W) - Riacho permanente localizado em uma área de vegetação aberta e com forte fluxo de água; P5 (6°36'37.30" S - 45°47'59.20" W) - Curso d'água permanente em meio a uma formação vegetacional arbórea e com presença de grandes palmeiras; P6 (6°36'34.20" S - 45°46'43.90" W) - Curso d'água permanente em uma área de campo aberto com presença de palmeiras e uma pequena mata arbustiva; e apenas um corpo d'água foi selecionado na área "B": P7 (6°47'28.20" S - 45°28'25.10" W) - Campo alagado grande extensão formado periodicamente no período chuvoso e coberto por vegetação emergente.

### *Amostragem*

Cada local foi visitado bimestralmente por três pesquisadores entre os meses de dezembro de 2013 a fevereiro de 2015, tanto no período chuvoso quanto no período de estiagem. Durante o período chuvoso, onde a maioria das espécies estão ativas, determinou-se as características estruturais de cada ponto a partir da avaliação dos seguintes descritores ambientais: 1) Tipo de corpo d'água: 1 = poça; 2 = lagoa; 3 = riacho; 4 = brejo; b) Tamanho do corpo d'água: 1 = menor que 200 m<sup>2</sup>, 2 = 201-400 m<sup>2</sup>, 3 = 400-600 m<sup>2</sup>, 4 = acima de 601 m<sup>2</sup>; c) Inclinação da margem (plano, inclinado): 1 = somente um tipo de margem, 2 = dois tipos de margem; d) Tipos de margens (seca com vegetação, seca sem vegetação, molhada com vegetação, molhada sem vegetação): 1 = somente um tipo de margem, 2 = dois tipos de margens, 3 = três tipos de margens, 4 = quatro tipos de margens; e) Altura predominante da vegetação na margem: 1 = 0-60 cm, 2 = 60-120 cm, 3 = 120-180 cm, 4 = acima de 180 cm; f) Porcentagem de vegetação na superfície da água: 1 = 0%, 2 = 25%, 3 = 50%, 4 = 75%, ou 5 = 100%; g) Número de agrupamento de plantas dentro corpo d'água: 1 = um agrupamento, 2 = 2-4 agrupamento, 3 = 5-7 agrupamentos; 4 = mais de 7; h) Número de tipos de vegetação dentro corpo d'água: (SHV) vegetação arbustiva, (ARV) vegetação arbórea, (M) macrófitas, (UHV) vegetação herbácea na posição vertical, (SHV) pequena vegetação herbácea, (NS) do solo nu; 1 = 1 tipo de vegetação, 2 = 2-3 tipos de vegetação, 3 = 4-5 diferentes vegetações, 4 = mais de 5 tipos vegetacionais; i) Número de tipos de vegetação marginal (arbusto, arbóreo, macrófitas, herbáceas médias, herbáceas pequenas, sem vegetação): 1 = 1 tipos de vegetação, 2 = 2-3 tipos de vegetação, 3 = 4-5 tipos de vegetação, 4 = mais de 5 tipos de vegetação; j) Profundidade: 1 = raso (30 cm), 2 = médio (31-60 cm) e 3 = profundo (acima de 61 cm); k) Duração do corpo d'água: 1 = efêmero (até 3 meses), 2 = temporário (de 4-10 meses) e 3 = permanente; l) Movimentação da água: 1 = parada; 2 = pouca movimentação e 3 = corrente.

A amostragem dos adultos foi realizada através do método de levantamento em sítio reprodutivo (Scott Jr. e Woodward, 1994), no qual trechos específicos dos corpos d'água foram lentamente percorridos em busca de machos em atividades de vocalização. O esforço amostral foi proporcional ao tamanho e à complexidade estrutural dos corpos d'água (Scott Jr. e Woodward, 1994). Foram registrados todos os indivíduos visualizados e a estimativa da abundância total foi feita a partir do número de machos em atividade de vocalização (Vasconcelos e Rossa-Feres, 2005; Santos et al., 2007). Para evitar superestimativa resultante de recontagem de machos em diferentes campanhas ou subestimativa devido ao uso de média de abundância entre campanhas sucessivas, foi considerado como abundância o número máximo de machos em atividade de vocalização em todo o período de amostragem

(Vasconcelos e Rossa-Feres, 2005; Silva et al., 2011). A sequência das amostragens em cada ponto foi alternada para evitar influência na composição das espécies (Valdujo et al., 2011). Alguns indivíduos foram fixados e depositados na Coleção Zoológica Delta do Parnaíba, Universidade Federal do Piauí-IFPI.

### *Análise de Dados*

Para as análises foram produzidas inicialmente três matrizes de dados: uma para avaliar a composição e estrutura das comunidades de anuros (matriz A), uma para analisar a complexidade estrutural do ambiente (matriz B) e uma para avaliar a influência das distâncias geográficas entre os pontos de amostragem (matriz C). A matriz “A” tem os sete pontos amostrais como objetos (linhas) e a abundância das espécies de anuros como atributos (colunas). A matriz “B” possui os pontos amostrais como os objetos e as variáveis ambientais como os atributos, representando as variáveis independentes da análise. A matriz “C” apresenta uma relação, par a par, entre as distâncias geográficas reais em metros das unidades amostrais.

Diferenças entre as localidades devido à abundância das espécies foram avaliadas a partir de uma análise de variância (ANOVA), com posterior aplicação do teste de Tukey para identificar os pares de ambientes com diferenças estatisticamente significantes (Zar, 1999). O teste de Levene foi inicialmente aplicado para avaliar a suposição de normalidade e homogeneidade das variâncias (Zar, 1999). O índice de diversidade de Shannon-Winner (Krebs, 2000) foi aplicado sobre a matriz de composição das comunidades (“A”) para determinar a diversidade de espécies em cada ponto de amostragem. Para determinar a heterogeneidade ambiental e acessar a influência desta sobre a composição, riqueza e diversidade foi determinado a média categórica dos descritores ambientais de cada ponto (Dória et al., 2015). A uniformidade na distribuição das abundâncias entre as espécies registradas foi determinada pelo índice de equitabilidade de Pielou (Krebs, 2000). A influência da heterogeneidade ambiental sobre a riqueza, diversidade, e a uniformidade na distribuição das espécies entre os corpos d’água amostrados foi verificada através da aplicação do teste de correlação de Spearman (Zar, 1999).

Para verificar a hipótese nula de estruturação aleatória das comunidades de anfíbios anuros em cada ponto de amostragem, foi aplicado um modelo nulo de co-ocorrência (Gotelli e Graves, 1996) com 5000 simulações, utilizando o índice C-score proposto por Gotelli (2000). Neste caso, foi utilizado o algoritmo SIM9, no qual o somatório das linhas (espécies) e colunas (locais) são fixados, mantendo as características ecológicas intrínsecas da comunidade (Gotelli, 2000). Após essa análise, foi utilizado o Coeficiente de Similaridade Geográfica (CSG) (Duellman, 1990; Bolzan et al., 2016) para estimar a similaridade na composição das comunidades de anuros registradas em cada ponto de amostragem, definido pela fórmula  $CGR = 2N_S/N_A+N_B$ , onde  $N_S$  é o número de espécies compartilhada entre as áreas A e B;  $N_A$  é número de espécies na área A e  $N_B$  é o número de espécie registrada na área B. Este índice resulta em um maior valor de similaridade entre os pares de localidade comparadas devido ao peso dado às espécies compartilhadas, variando de 0 (máxima dissimilaridade) e 1 (máxima similaridade) (Bertoluci et al., 2007).

Para verificar diferenças entre os diferentes pontos de amostragem levando em consideração a estruturação das comunidades foi conduzida uma Análise de Similaridade (ANOSIM) (Clarke, 1993) sobre a matriz de abundância (“A”), utilizando como medida de distância o índice de Bray-Curtis (Krebs, 2000). Os dados de abundância foram transformados usando o  $\log(x+1)$  para reduzir o efeito das espécies dominantes (Campos et al., 2013). Posteriormente, foi aplicado uma análise de percentual de similaridade (SIMPER) (Clarke, 1993) para identificar as espécies que mais contribuíram para formação dos agrupamentos detectados na ANOSIM, considerando nos resultados apenas as espécies com contribuição cumulativa de até 20% (Conte et al., 2013). Da mesma forma, utilizando o índice de distância Euclidiana (Krebs, 2000), uma ANOSIM foi conduzido para testar diferenças no padrão de similaridade de estruturação (heterogeneidade) dos corpos d’água estudados. As matrizes de similaridade e de dissimilaridade (CSG, Bray-Curtis e Euclidiana) foram representadas a partir de uma análise de agrupamento, utilizando como medida de distância o método de associação de média ponderada (UPGMA) (Krebs, 2000). De acordo com Clarke e Gorley (2006), em locais onde as comunidades são estruturadas pelas características ambientais, é esperado que os gráficos de similaridade e de dissimilaridade formem agrupamentos semelhantes entre os corpos d’água. A significância estatística dos grupos resultantes da análise de agrupamento foi determinada pelo teste de perfil de similaridade (SIMPROF) proposto por Clarke e Gorley (2006), utilizando 1000 permutações ao acaso.

Uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Zar, 1999) foi utilizada para verificar a influência dos descritores ambientais (matriz “B”) na estruturação das comunidades de anfíbios anuros do PEM (matriz “A”). Esta análise é bastante robusta e representa simultaneamente a ordenação espacial das comunidades (espécies) e o modo como elas variam de acordo com a estruturação do ambiente (descritores ambientais) (Ter Braak e Smilauer, 2002). Para verificar a influência das distâncias geográficas (Km) sobre a matriz de similaridade na composição de espécies, foi aplicado o teste de Mantel parcial (Manly, 2000), no qual compara as matrizes A e B, removendo o efeito da matriz C. Neste caso, a matriz residual resultante representa a variação de A e B, não explicada pela matriz C (Smouse et al., 1986). O teste de Monte Carlo, com 10000 permutações, foi usado para acessar a significância estatística do teste de Mantel (Smouse et al., 1986) e do CCA (Ter Braak e Smilauer, 2002). As análises estatísticas foram geradas com o auxílio do programa PAST 1.4 (Hammer et al., 2001) e do R versão 2.15.1 (R Development Core Team; <http://www.R-project.org>).

## RESULTADOS

Foram amostrados 880 indivíduos de 31 espécies de anuros no PEM, distribuídas em cinco famílias (Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae e Phyllomedusidae). A família Leptodactylidae foi a mais numerosa em termos de riqueza, contendo 14 espécies, enquanto que as famílias Bufonidae e Phyllomedusidae apresentam apenas uma espécie cada. A composição das espécies dentro das famílias é mostrada com mais detalhes na Tabela 1. Para atender aos objetivos do presente estudo, apenas 27 espécies foram consideradas nas análises estatísticas, uma vez que *Adenomera* sp. e *Rhinella ocellata* foram encontradas vocalizando fora das áreas de coleta, enquanto que *Leptodactylus mystaceus* e *L. petersii* foram representados por apenas um indivíduo cada e encontrados ao acaso. A espécie mais abundante foi *Scinax fuscomarginatus* com 83 indivíduos, porém esse grande número se concentrou somente nos três primeiros corpos d’água (P1-P3). *Hypsiboas multifasciatus*, juntamente com *H. punctatus*, foram as espécies com maior distribuição no parque, ocorrendo em seis dos sete pontos de amostragem.

O corpo d'água com maior diversidade e riqueza observada foi o P5 ( $S = 16$  spp.;  $H' = 2,493$ ), seguido pela lagoa P3 ( $S = 14$  spp.;  $H' = 2,286$ ). Houve uma diferença altamente significativa entre os corpos d'água amostrados devido as abundância das espécies ( $F = 5,153$ ,  $P < 0,001$ ). Essa diferença foi causada principalmente pela grande abundância registrada na lagoa P3 (cerca de 40% do total de indivíduos registrados), diferindo de todos os outros corpos d'água, com exceção de P7 (teste de Tukey,  $P = 0,077$ ). O ponto P7 apresentou o segundo maior número de indivíduos registrados (18% do total), no entanto, não houve uniformidade na distribuição dos indivíduos ( $J = 0,837$ ). Além disso, o ponto P4 apresentou os menores valores de riqueza e abundância ( $A = 18$ ;  $S = 5$  spp.) e, conseqüentemente, menor diversidade ( $H' = 1,461$ ).

Em relação à heterogeneidade dos ambientes amostrados, os pontos P1 e P5 apresentaram maior diversidade de micro-habitats ( $x = 2,92$ ) em comparação com os outros ambientes (Tabela 2). Os pontos P2 e P3 se mostraram semelhantes em relação a suas estruturas físicas, dispondo de habitats pouco heterogêneos ( $x = 2,00$ ), e em relação ao número de espécies em cada um ( $S = 14$ ). O ponto P7, por sua vez, apresentou o menor valor de heterogeneidade ( $x = 1,92$ ), contrastando com sua riqueza e abundância ( $S = 10$ ;  $A = 160$ ). Apesar de coincidente a associação entre a maior diversidade de espécies com a maior heterogeneidade observada no ponto P5, não houve uma relação direta entre os descritores ambientais e nenhum dos pares testados (diversidade de espécie, uniformidade, riqueza e abundância). No entanto, apesar de não significativa, houve uma forte correlação positiva com a distribuição das abundâncias entre as espécies ( $r_s = 0,728$ ;  $P = 0,063$ ). Isso foi constatado ao observar o P7, no qual apresentou o menor índice de uniformidade na distribuição dos indivíduos ( $J = 0,837$ ) e grande parte dessa abundância (67%) se concentrou em apenas três espécies (*A. saci*, *L. sertanejo* e *Pseudopaludicola canga*).

A análise de co-ocorrência revelou uma comunidade estruturada de forma não aleatória ( $C\text{-score}_{\text{observado}} = 2,182$ ;  $C\text{-score}_{\text{simulado}} = 2,099$ ;  $P_{\text{observado} \geq \text{esperado}} = 0,014$ ). Além disso, houve diferença na estruturação das comunidades anfíbios anuros entre os diferentes pontos de amostragens (ANOSIM,  $R = 0,2673$ ,  $P = 0,016$ ) não influenciada pelas distâncias geográficas entre os pontos ( $R = 0,4181$ ,  $P = 0,1891$ ). No entanto, é possível perceber no gráfico (Figura 1) uma leve redução na similaridade da composição à medida que aumenta a distância entre os pontos de coleta ( $t = -2,5314$ ,  $R^2 = 0,2522$ ,  $P = 0,020$ ). Apenas dez das 27 espécies consideradas nas análises (*Pithecopus azureus*, *D. rubicundulus*, *D. soaresi*, *D. minutus*, *D.*

*branneri*, *A. saci*, *S. gr. ruber*, *S. fuscomarginatus*, *L. sertanejo* e *R. mirandaribeiroi*) contribuíram para a dissimilaridade entre os sete pontos de amostragens (Tabela 3).

A semelhança na composição das espécies pode ser comparada a partir do gráfico de similaridade geográfica (CSG), onde pode ser observado a separação completa do ponto P7 dos demais (Figura 2). Essa separação foi devida a ocorrência de três espécies exclusivas desse ambiente (*A. saci*, *L. sertanejo* e *P. jaredi*). Os demais pontos formaram dois grupos distintos, um deles formado por P1, P2, P3 e P5 e outro formando por P4 e P6. Os pontos P1 e P2 apresentaram o maior coeficiente de similaridade entre os grupos formados, causados pela presença de oito espécies em comum (*R. jimi*, *Dendropsophus branneri*, *D. minutus*, *H. multifasciatus*, *H. punctatus*, *S. fuscomarginatus*, *S. nebulosus* e *P. canga*). Além disso, P3 e P5 foram agrupados juntos com estes por apresentarem três espécies em comum cada (P3: *D. branneri*, *D. minutus* e *S. fuscomarginatus*; e P5: *R. jimi*, *H. multifasciatus* e *H. punctatus*). Por outro lado, os pontos P4 e P6, além de apresentarem os menores números de riqueza (5 e 7, respectivamente), formaram um grupo distinto devido à presença em comum de três espécies (*H. multifasciatus*, *H. punctatus* e *S. nebulosus*).

O teste de perfil de similaridade (SIMPROF) revelou dois grupos consistentes ( $P < 0,05$ ) em relação à estruturação das comunidades de anuros do PEM (Figura 2). O primeiro grupo formado apenas pelo ponto P3, causados pela dominância de *D. rubicundulus* e a presença exclusiva de *L. troglodytes*. O grupo 2 foi formado por todos os outros pontos de amostragem. Apesar de não consistente ( $P > 0,05$ ), observa-se a formação de 3 subgrupos com redução progressiva no número de indivíduos amostrados (Figura 3; Tabela 1). Da mesma forma, observamos diferenças estruturais nos pontos de amostragem (ANOSIM,  $R = 0,0912$ ,  $P = 0,0038$ ) e formação de apenas dois grupos (SIMPROF) para as características ambientais (Figura 4). O primeiro deles representa o ponto P7 com pouca heterogeneidade ambiental (1,92; Tabela 2). Os demais corpos d'água formam o segundo grupo com três subgrupos não consistentes: I – consiste de poças temporárias com estruturação ambiental intermediária (P2 e P3); II – representado por P1, lagoa permanente com grande heterogeneidade ambiental (2,92); e III - agrupa os riachos permanentes com maiores diversidades estruturais (P4-P6), sendo os pontos P5 e P6 mais similares por apresentar profundidade média em relação à P4 (Figura 4).

Apesar de não significativa ( $F = 1,734$ ,  $P = 0,1495$ ) a associação entre a comunidade de anfíbios anuros com as características estruturais dos corpos d'água, os dois primeiros eixos

da CCA explicaram mais da metade da variância total na abundância das espécies (41,4% e 26,1%). O eixo 1 foi positivamente relacionada com a altura predominante da vegetação na margem (AVM), número de tipos de vegetação na margem e no interior do corpo d'água (NTV e NTM), e negativamente ao tipo de corpo d'água (TPC) e à quantidade de vegetação na superfície da água (PVS). Por outro lado, o eixo 2 foi positivamente relacionado com a inclinação da margem (IM), tipos de margens (TM), profundidade (PRO), duração do corpo d'água (DCD) e movimentação da água (MAG) (Tabela 2; Figura 5). Grande parte das espécies parecem estar mais relacionadas com ambientes temporários, uma vez que *A. canga*, *Dendropsophus* sp., *Elachistocleis* sp., *H. boans*, *L. sertanejo*, *P. canga* e *P. jaredi* foram fortemente relacionadas ao ponto P7, caracterizado como uma vasta área de brejo com presença de inúmeras plantas emergentes e com água em apenas alguns meses do ano. Além destas, *D. minutus*, *D. rubicundulus*, *D. soaresi*, *L. fuscus*, *L. troglodytes*, *Physalaemus centralis*, *P. cuvieri*, *Pseudopaludicola mystacalis* e *S. fuscomarginatus* foram fortemente relacionados com o ponto P3, caracterizado com uma grande poça d'água temporária formada a partir de acúmulo de água da chuva. *Pithecopus azureus* foi influenciada pela presença de vegetação no interior e ao redor do ponto P2. O ponto P5 apresentou a maior número de espécies, porém foi pouco influenciado pelos descritores ambientais.

## DISCUSSÃO

As assembleias de anuros registrados nos ambientes estudados foram espacialmente distribuídas de forma não aleatória, diferindo do modelo nulo de co-ocorrência de espécies. De acordo com Gotelli e Graves (1996), este modelo analisa o padrão de distribuição das espécies na ausência de mecanismos específicos, no qual as distribuições refletem ou não os processos biológicos entre elas. Os resultados aqui apresentados mostram que as comunidades foram competitivamente estruturadas, sugerindo uma distribuição influenciada pelas histórias de vida das espécies. As comunidades de anuros podem então ser influenciadas por fatores bióticos determinísticos resultante de possíveis interações entre as espécies, como por exemplo, competição intra e interespecífica por recursos alimentares e reprodutivos e/ou até mesmo por restrições filogenéticas (Iop et al., 2012; Santos et al., 2012; Vignoli et al., 2016).

Esse tipo de padrão de estruturação onde as comunidades de anfíbios são distribuídas de forma não randômica pode ser observado em adultos (Vasconcelos et al., 2009; Iop et al., 2012; Vignoli e Luiselli, 2012) e larvas de anuros (Both et al., 2011; Vasconcelos et al., 2011;



Queiroz et al., 2015), e também em outras espécies de anfíbios urodelos (Vignoli et al., 2016). Santos et al. (2012) ao estudarem uma comunidade de anuros em uma Floresta Estacional Semidecidual no sudeste do Brasil, registraram uma comunidade estruturada de forma não aleatória e compararam seus resultados com o modelo de neutralidade de comunidade proposto por Hubbell (2001), no qual afirma que as comunidades ecológicas são “neutras”, onde todos os membros de uma comunidade tem as mesmas chances de vida e morte, e que diferenças estruturais nesta comunidade são causadas meramente pelo acaso (McGill, 2003). Porém, apesar de alguns autores considerarem esse modelo como uma versão mais complexa dos outros modelos nulos (Enquist et al., 2002; Nee e Stone, 2003), o modelo neutro não leva em consideração os mecanismos biológicos particulares das espécies (diferenças de nicho, por exemplo) e necessita de parâmetros complexos (taxas de extinção, especiação e migração) para explicar os padrões (Gotelli, 2006), não sendo útil como hipótese estatística para detectar padrões nas comunidades.

Inúmeros estudos apontam a heterogeneidade ambiental como um dos fatores mais importantes na formação de gradientes de diversidade ambientais em diversas regiões do Brasil (e.g. Vasconcelos e Rossa-Feres, 2008; Xavier e Napoli, 2011; Iop et al., 2012; Santos et al., 2012; Dória et al., 2015; Andrade et al., 2016; Stein et al., 2014). No entanto, apesar de alguns dos descritores utilizados aqui terem sido utilizados em estudos anteriores, não foi observado relação significativa destes com a diversidade das espécies nos pontos amostrados no PEM. Vasconcelos e Rossa-Feres (2005) obtiveram resultados semelhantes ao analisarem a influência da estruturação ambiental de 10 corpos d'água sobre a riqueza de espécies em uma área de floresta na região sudeste do Brasil. Santos et al. (2007) também não observaram nenhuma influência das características estruturais dos corpos d'água sobre o grau de sobreposição dos locais de vocalização, sugerindo que a baixa heterogeneidade estrutural dos corpos d'água amostrados não foi suficiente para permitir segregação entre as espécies. Esta inconsistência nos resultados sobre a presença ou ausência de correlação entre os fatores ambientais e a dinâmica das comunidades pode estar relacionado às diferentes abordagens metodológicas e/ou ao número de amostras analisadas (Stein et al., 2014), uma vez que a significância estatística tende a ser maior quanto maior for o número de corpos d'água amostrados (Vasconcelos e Rossa-Feres, 2008; Vasconcelos et al., 2009).

A ausência de relação significativa entre os descritores ambientais e as comunidades de anfíbios pode ter sido causada pela incongruência dos resultados obtidos, ou seja, riachos com elevada diversidade estrutural (P4 e P6) exibiram baixa riqueza e abundância de indivíduos,

ao mesmo tempo que lagoas com baixa heterogeneidade (P3 e P7) exibiram considerável riqueza e elevada abundância. Além disso, a duração, a profundidade e a ocorrência de maior movimentação de água nos corpos d'água P4 e P6 possivelmente influenciaram de forma negativa a ocorrência da maioria das espécies. Isso se evidencia ao observar os corpos d'água P3 e P7 que constituem ambientes temporários, pouco profundos, formados a partir de água acumulada da chuva e sem movimentação, características contrárias às registradas anteriormente para P4 e P6. Historicamente, os caracteres ambientais inerentes aos corpos d'água têm sido testados para explicar a estruturação e a distribuição das comunidades de anfíbios (e.g., Parris e McCarthy, 1999; Eterovick, 2003; Vasconcelos e Rossa-Feres, 2005; Bastazini et al., 2007; Santos et al., 2007; Xavier e Napoli, 2011; Lion et al., 2014), devido à importância destes como ambientes de reprodução das espécies (Dória et al., 2015).

A profundidade, hidroperíodo e fluxo de água são variáveis comumente observadas influenciando as comunidades de anfíbios Neotropicais (Eterovick e Sazima, 2000; Babbitt, 2005; Santos et al., 2007; Werner et al., 2007; Both et al., 2010; Vasconcelos et al., 2011; Gonçalves et al., 2015; Valério et al., 2016). Em ambientes lênticos, o hidroperíodo é um dos principais preditores de riqueza de espécies (Vasconcelos et al., 2011), influenciando diretamente o comportamento das espécies em cada ponto, principalmente das formas larvais (Heyer et al., 1975; Werner et al., 2007). Ambientes efêmeros, com permanência de água em poucos meses do ano, abrigam menos predadores (Heyer et al., 1975), no entanto, os indivíduos sofrem constantemente com o risco de dessecação, o que os força a se alimentarem e se desenvolverem mais rápido (Skelly, 1997). Por outro lado, os indivíduos de ambientes permanentes não sofrem com o risco de dessecação, mas gastam menos tempo na alimentação, a fim de sobreviver ao maior número de predadores registrados nesses ambientes (Skelly, 1997). Corpos d'água temporários, por sua vez, apresentam uma interação equilibrada entre os fatores abióticos (dessecação) e os fatores bióticos (predação) (Heyer et al., 1975), que resulta em elevada riqueza de espécies (Heyer et al., 1975; Werner et al., 2007; Both et al., 2010; Vasconcelos et al., 2011) em decorrência tanto da presença de espécies com reprodução explosiva quanto de reprodução prolongada (Vasconcelos et al., 2011). Dessa forma, o padrão de distribuição dos anfíbios ao longo de um gradiente hidrológico ocorre de forma não aleatória impulsionada pelo tempo de permanência de água em determinado hábitat e pela capacidade de persistir frente aos predadores, influenciando inclusive a história de vida e os traços comportamentais das espécies (Babbitt, 2005).

O baixo número de espécies registrados nos ambientes lóticos do PEM (P4 e P6) corroboram os resultados dos estudos realizados em várias regiões do Brasil (Gascon, 1991; Brasileiro et al., 2005; Vasconcelos e Rossa-Feres, 2005; Vasconcelos et al., 2011; Miranda et al., 2015). Os ambientes lóticos estão geralmente sujeitos ao regime de hidroperíodo prolongado, o que propicia o surgimento de predadores aquáticos (Babbitt et al., 2003; Werner et al., 2007). A presença de peixes predadores em corpos d'água permanente reflete negativamente na distribuição dos anfíbios (Werner et al., 2007), influenciando diretamente a escolha dos locais de vocalização e ovoposição de um grande número de espécies (Werner et al., 2007). Adicionalmente, o efeito negativo de peixes predadores sobre a riqueza de anfíbios pode se manifestar ainda através de predação direta ou competição por recursos alimentares (Hartel et al., 2007). Outros fatores, como o fluxo de água e a profundidade, podem influenciar o sucesso reprodutivo das espécies (Eterovick e Sazima, 2000; Santos et al., 2007), uma vez que são variáveis geralmente autorrelacionadas com os corpos d'água permanentes (Santos et al., 2007). Neste contexto, o baixo valor de riqueza observado em ambientes lóticos é causado principalmente pela ausência de adaptações dos girinos para lidar com o fluxo de água, elevada pressão de predador aquáticos, e restrições de evolutivas das espécies (Gascon, 1991).

Além dos fatores intrínsecos aos corpos d'água, houve uma forte influência da estrutura da vegetação sobre as comunidades de anfíbios do PEM, corroborada pela análise do CCA. A maior complexidade estrutural da vegetação no interior dos três primeiros corpos d'água amostrados (P1, P2 e P3), provocou o aumento na riqueza e na abundância de algumas espécies hilídeos, como *S. fuscomarginatus* e *D. branneri*, por exemplo. O aumento da vegetação permite a segregação de espécies arbóreas, uma vez que a utilização de diferentes estratos verticais como sítios reprodutivos reduz as interações intraespecíficas entre elas (disputas por fêmeas e/ou pontos específicos de vocalização) (Gonçalves et al., 2015). Vasconcelos et al. (2009) e Andrade et al. (2016) encontraram resultados semelhantes e afirmam que a vegetação é provavelmente o descritor ambiental mais importante para a composição de espécies de hilídeos, sendo o uso tridimensional do espaço e a co-ocorrência de espécies só é possível graças a utilização de diferentes sítios de vocalização (Afonso e Eterovick, 2007; Vasconcelos e Rossa-Feres, 2008; Vasconcelos et al., 2009; Andrade et al., 2016). Do mesmo modo, a constituição marginal (gradiente de umidade e estrutura da vegetação) dos corpos d'água influencia a riqueza e a composição das comunidades, especialmente das espécies terrestres (Vasconcelos et al., 2009; Gonçalves et al., 2015) que

vocalizam em diferentes tipos de substratos ou em margens alagadas cobertas por vegetação (Vasconcelos et al., 2009), como *L. fuscus*, *A. hylaedactyla*, *P. canga* e *P. mystacalis*, por exemplo. Além disso, a ausência da vegetação marginal diminui a disponibilidade de micro-habitats e aumenta o risco de predação e dessecação dos ovos (Hazell et al. 2001; Vasconcelos et al., 2009; Gonçalves et al., 2015).

A influência da heterogeneidade estrutural foi testada em diversas regiões do Brasil (Kopp e Eterovick, 2006; Bastazini et al., 2007; Xavier e Napoli, 2011) podendo ser observada tanto em escala regional, com substituição de espécies ao longo de um gradiente horizontal de vegetação (de áreas abertas a áreas florestadas) (Parris, 2004; Bastazini et al., 2007; Xavier e Napoli, 2011; Andrade et al., 2016), quanto em escala local, com variação na composição das espécies devido aos diferentes graus de sobreposição de nichos (Afonso e Eterovick, 2007). De modo geral, a diversidade estrutural do ambiente P5 foi o principal responsável pela elevada riqueza e diversidade observadas neste ponto. Esse pequeno curso d'água permanente percorre grandes áreas em meio à vegetação arbórea e ao transbordar durante o período chuvoso formam inúmeras e pequenas áreas alagadas, tanto em área aberta, quanto em área de vegetação fechada. O conjunto de habitats permanente e temporários neste local aumenta a disponibilidade de diferentes sítios reprodutivos (Afonso e Eterovick, 2007; Dória et al., 2015; Andrade et al., 2016). O aumento da riqueza em áreas alagadas adjacentes aos cursos d'água é comumente observado em estudos sobre a comunidade de anfíbios em matas ciliares (Parris e McCarthy, 1999; Dória et al., 2015). Segundo Dória et al. (2015), o período de inundação durante a estação chuvosa abastece as planícies adjacentes, aumentando o número de corpos d'água disponíveis, locais preferencialmente utilizados pelas espécies de anuros para a reprodução (Santos et al., 2007; Xavier e Napoli, 2011; Lion et al., 2014).

Em ambiente homogêneo é esperado uma menor riqueza e abundância de espécies (Silva et al., 2011). Neste sentido, o ponto P7 apresentou o maior grau de homogeneidade em relação aos demais pontos de coleta, sendo grande parte de sua extensão constituída apenas de plantas emergentes, típicas de ambientes alagados. Mesmo apresentando essa constituição, o ponto P7 apresentou maior diversidade do que os pontos P4 e P6. No entanto, esse resultado não reflete necessariamente a capacidade desse ambiente suportar um maior número de espécies, mas sim que houve uma grande distorção entre o número de espécies e de indivíduos em cada ponto (Tabela 1). A maioria dos índices de diversidade levam em consideração a relação entre a riqueza e a abundância de espécies (Krebs, 2000), o que leva interpretações errôneas quando se compara ambientes estruturalmente diferentes (Silva et al.,

2011). Além disso, a baixa complexidade de um habitat pode limitar o surgimento de determinadas espécies (Eterovick, 2003; Vasconcelos e Rossa-Feres, 2008; Vasconcelos et al., 2009), ao mesmo tempo que favorece o crescimento populacional de outras (Silva et al., 2011). Isso fica claro ao analisar os resultados dos testes de correlação e do CSG, no qual evidenciam a diferença na composição e na estruturação das espécies do ponto P7 causado pela elevada substituição e alto grau de dominância das espécies. Poucas espécies de hilídeos foram registradas nesse ambiente e grande parte dos indivíduos amostrados (67%) pertenceram à apenas três espécies (*A. saci*, *L. sertanejo* e *P. canga*), sendo estas, inclusive, as principais responsáveis pelo grau de dissimilaridade em relação aos demais pontos.

Apesar das comunidades de anfíbios do PEM mostrarem uma distribuição bem estruturada de acordo com a configuração ambiental dos pontos de coleta, independente da distância entre eles, não foi observado nenhuma relação entre os descritores ambientais utilizados aqui e a diversidade de espécies (riqueza e abundância) em cada ponto. O número reduzido de ambientes amostrados (Vasconcelos et al., 2009), a ocorrência de outros fatores históricos e evolutivos (Dias-Terceiro et al., 2015), ou até mesmo diferenças fenológicas (Abrunhosa et al., 2006) e comportamentais (Ernst e Rödel, 2008; Valério et al., 2016) podem alterar os resultados das análises de composição de espécies (Ernst e Rödel, 2008) e explicar a falta de um padrão claro de correlação entre os dados. Dessa forma, o efeito das variáveis ambientais sobre a riqueza e abundância de espécies não constitui uma medida analítica consistente para suportar medidas de conservação ou planos de manejo (Parris e McCarthy, 1999; Vasconcelos et al., 2009; Silva et al., 2011), uma vez que pequenas alterações nos atributos físicos e químicos do ambiente pode determinar a ocorrência ou não de uma determinada espécie (Hazell et al., 2004).

Por outro lado, a heterogeneidade ambiental estar fortemente ligados aos processos que regulam a composição e a distribuição das espécies dentro do parque. Isso mostra que ambientes estruturalmente complexos apresentam uma gama maior de recursos e que a composição das comunidades é regulada pelo grau de sobreposição no uso dos microambientes disponíveis (Begon et al., 2007). O PEM é um dos mais importantes refúgios de Cerrado do estado do Maranhão, e vem sofrendo constantemente com queimadas e com o aumento das fronteiras agrícolas, o que torna emergencial o desenvolvimento de um plano de conservação do parque. Com isso, entender os fatores que regulam a ocorrência das espécies e os mecanismos envolvidos na estruturação das comunidades é um primeiro passo para apoiar o desenvolvimento de medidas de manejo para cada espécie (Silva et al., 2011; Vasconcelos

et al., 2009). Além disso, a manutenção de um mosaico de ambientes estruturalmente diferentes constitui um modelo ecologicamente importante de conservação, o que permite a transição e a substituição dinâmica das espécies entre os diversos micro-habitats disponíveis.

#### AGRADECIMENTOS

We thank Tássia Grazielle Pires Lima, Micheli Vêras dos Santos, Kássio de Castro Araújo, Johnny Sousa Ferreira and Sâmia Caroline Melo Araújo for helping in fieldwork. We thank Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais-SEMA for providing collecting permit (008/2013), APERMIRA for permission to access to the Parque Estadual do Mirador and to Universidade Federal do Piauí-UFPI (Campus de Parnaíba) for logistical support. EBA thanks Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão (FAPEMA) for financial support through the Support Program for Research Projects UNIVERSAL (edital nº 001/2013 – FAPEMA) and Ph.D. grant (BD-01163/13).

#### REFERÊNCIAS

- Abrunhosa, P.A., Wogel, H., Pombal JR., J.P. (2006): Anuran temporal occupancy in a temporary pond from the Atlantic Rain Forest, South-Eastern Brazil. *Herpetol. J.* **16**:115-122.
- Afonso, L.G., Eterovick, P.C. (2007): Spatial and temporal distribution of breeding anurans in streams in Southeastern Brazil. *J. Nat. Hist.* **41**: 949-963.
- Alcântara, E.H. (2004). Caracterização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão-Brasil. *Cam. Geog.* **7**(11): 97–113.
- Andrade, E.B., Leite, J.R.S.A., Andrade, G.V. (2016): Diversity and distribution of anuran in two islands of Parnaíba River Delta, Northeastern Brazil. *J. Bio. Env. Sci.* **8**:74–86.
- Babbitt K.J., Baber M.J and Tarr T.L. 2003: Patterns of larval amphibian distribution along the wetland hydroperiod gradient. *Can. J. Zool.* **81**: 1539–1552.

- Babbitt, K.J. (2005): The relative importance of wetland size and hydroperiod for amphibians in southern New Hampshire, USA. *Wetl. Ecol. Manag.* **13**: 269-279.
- Barreto, L. (2007): Cerrado Norte do Brasil – North Cerrado of Brazil. USEB, Pelotas.
- Bastazini, C.V., Munduruca, J.F.V., Rocha, P.L., Napoli, M.F. (2007): Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case study in the resting of Mata de São João, Bahia, Brazil. *Herpetol.* **63**: 459-471.
- Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L. (2007): *Ecologia de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed. Artmed Editora S/A. Porto Alegre.
- Bertoluci, J., Brassaloti, R.A., Júnior, J.W.R., Vilela, V.M.F.N., Sawakuchi, H.O. (2007): Species composition and similarities among anuran assemblages of forests in south-eastern Brazil. *Sci. agric.* **64**: 364-374.
- Bolzan, A.M.R., Saccol, S.A., Santos, T.G. (2015): Composition and diversity of anurans in the largest conservation unit in Pampa biome, Brazil. *Biota Neotropica*. 16(2): e20150113. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0113>
- Both, C., Cechin, S.Z., Melo, A.S., Hartz, S.M. (2010). What controls tadpole richness and guild composition in ponds in subtropical grasslands? *Aust. Ecol.* **36**: 530-536.
- Both, C., Melo, A.S., Cechin, S.Z., Hartz, S.M. (2011): Tadpole co-occurrence in ponds: When do guilds and time matter? *Acta Oecol.* **37**: 140-145.
- Brasileiro, C. A.; Sawaya, R. J.; Kiefer, M. C.; Martins, M. (2005): Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* **5**: – <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00405022005>.
- Brasileiro, C.A., Lucas, E.M., Oyamaguchi, H.M., Thomé, M.T.C., Dixo, M. (2008). Anurans, northern Tocantins River Basin, states of Tocantins and Maranhão, Brazil. *Check List* **4**: 185–197.
- Campos, V.A., Oda, F.H., Juen, L., Barth, A., Dartora, A. (2013): Composition and species richness of anuran amphibians in three different habitat in an agrosystem in Central Brazilian Cerrado. *Biota Neotrop.* **13**: 124-132.

- Clarke, K. R. (1993): Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.* **18**: 117-143.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. (2006): Software PRIMER v.6. PRIMER-E, Plymouth UK.
- Colli, G.R., Bastos, R.P., Araújo, A.F.B. (2002): The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna*, pp. 223-239, Oliveira, P.S., Marquis, R.J., Eds, Columbia University Press, New York.
- Conceição, G.M., Castro, A.A.J.F. (2009): Fitossociologia de uma área de Cerrado Marginal, parque Estadual do Mirador, Mirador, Maranhão. *Scien. Plena* **5**: 1-16.
- Conte, C.E., Silva, D.R., Rodrigues, A.P. (2013): Anurofauna da bacia do Rio Tijuco, Minas Gerais, Brasil e sua relação com taxocenoses de anfíbios do Cerrado e suas transições. *Iheringia, Sér. Zool.* **103**: 280-288.
- Dias-Terceiro, R.G., Kaefer, I.L., Fraga, R., Araújo, M.C., Simões, P.I., Lima, A.P. (2015): A matter of scale: Historical and environmental factors structure anuran assemblages from the Upper Madeira River, Amazonia. *Biotrop.* **47**:259–266.
- Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M., Vieira, C.M., Blamires, D., Terribile, L., Bastos, R., Oliveira, G., Barreto, B. (2008): Spatial patterns of terrestrial vertebrate species richness in the Brazilian Cerrado. *Zool. Stud.* **47**: 146-157.
- Dória, T.A.F., Klein, W., Abreu, R.O., Santos, D.C., Cordeiro, M.C., Silva, L.M., Bonfim, V.M.G., Napoli, M.F. (2015): Environmental Variables Influence the Composition of Frog Communities in Riparian and Semi-Deciduous Forests of the Brazilian Cerrado. *South Am J Herpetol.* **10**: 90–103.
- Duellman, W.E. (1990): Herpetofauna in Neotropical rainforests: comparative composition, history, and resource use. In: *Four Neotropical Rainforests*, pp. 405-505. Gentry, A.H., Eds, New Haven, Yale University Press.
- Enquist, B.J., Sanderson, J., Weiser, M.D., Bell, G. (2002): Modeling macroscopic patterns in ecology. *Science* **295**: 1835-1837.



- Ernst, R., Rödel, M.-O. (2008): Patterns of community composition in two tropical tree frog assemblages: separating spatial structure and environmental effects in disturbed and undisturbed forests. *J. Trop. Ecol.* **24**: 111-120.
- Eterovick, P.C, Sazima, I. (2000): Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. *Amphib. Reptil.* **21**: 439-461.
- Eterovick, P.C. (2003): Distribution of anuran species among montane streams in southeastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* **19**: 219-228.
- Gascon, C. (1991): Population- and community-level analyses of species occurrences of central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecol.* **72**: 1731-46.
- Giaretta, A.A., Menin, M., Facure, K.G., Kokubum, M.NC., Oliveira Filho, J.C. (2008). Species richness, relative abundance, and habitat of reproduction of terrestrial frogs in the Triângulo Mineiro region, Cerrado biome, southeastern Brazil. *Iheringia, Sér. Zool.* **98**(2): 181-188.
- Gonçalves, D.S., Crivellari, L.B., Conte, C.E. (2015): Linking environmental drivers with amphibian species diversity in ponds from subtropical grasslands. *An. Acad. Bras. Ciênc.* **87**: 1751-1762.
- Gotelli, N.J. (2000): Null model analysis of species co-occurrence patterns. *Ecol.* **81**: 2606-2621.
- Gotelli, N.J. (2006): Null versus neutral models: what's the difference? *Ecograp.* **29**: 793-800.
- Gotelli, N.J., Graves, G.R. (1996): *Null models in ecology*. Smithsonian Inst. Press.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontol. Elet.* **4** (1): 1-9.
- Hartel, T., Nemes, S., Cogalniceanu, D., Öllerer, K., Schweiger, O., Moga, C., Demeter, L. (2007): The effect of fish and aquatic habitat complexity on amphibians. *Hydrobiol.* **583**: 173–182.

- Hazell, D., Hero, J.M., Lindenmayer, D., Cunningham, R. (2004): A comparison of constructed and natural habitat for frog conservation in an Australian agricultural landscape. *Biol. Conserv.* **119**: 61-71.
- Heyer, W.R., McDiarmid, R.W., Weigmann, D.L. (1975): Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics. *Biotrop.* **7**: 100-111.
- Hubbell, S.P. (2001): *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography. Monographs in Population Biology.* Princeton University Press, New Jersey.
- Iop, S., Caldart, V.M., Santos, T.G., Cechin, S.Z. (2012): What is the role of heterogeneity and spatial autocorrelation of ponds in the organization of frog communities in southern Brazil? *Zool. Stud.* **51**: 1094-1104.
- Klink, C.A., Machado, R.B. (2005): A conservação do Cerrado brasileiro. Belo Horizonte, *Megadiversidade* **1**: 148-155.
- Kopp, K., Eterovick, P.C. (2006): Factors influencing spatial and temporal structure of frog assemblages at ponds in southeastern Brazil. *J. Nat. Hist.* **40**: 1813-1830.
- Krebs, C.J. (2000). *Ecological Methodology.* 2 ed. Harper and Row Publishers, New York.
- Lion, M.B., Garda, A.A., Fonseca, C.B. (2014): Split distance: a key landscape metric shaping amphibian populations and communities in forest fragments. *Divers Distrib.* **20**: 1245-1257.
- Manly, B.F.G. (2000): *Multivariate statistical methods-a primer.* Boca Raton (FL), Chapman and Hall/CRC.
- Maranhão. Lei nº 8.958 de 08 de maio de 2009. Altera o Decreto nº 7.641/80 de junho de 1980, que cria o Parque Estadual de Mirador e dá outras providências. São Luís: D.O.E, de 08.05.2009, Ano CIII, n. 087.
- McGill, B.J. (2003): A test of the unified neutral theory of biodiversity. *Nature* **422**: 881-885.
- Nee, S., Stone, G. (2003): The end of the beginning for neutral theory. *Trends Ecol. Evol.* **18**: 433-434.
- Parris, K.M. (2004): Environmental and spatial variables influence the composition of frogs assemblages in sub-tropical eastern Australia. *Ecography* **27**: 392-400.

- Parris, K.M., McCarthy, M. (1999): What influences the structure of frog assemblages at forest streams? *Austr. J. Ecol.* **24**: 495-502.
- Prado, V.H.M., Rossa-Feres, D.D.C. (2014). The influence of niche and neutral processes on a neotropical anuran metacommunity. *Aust. Ecol.* **39**(5): 540-547.
- Queiroz, C.S., Silva, F.R., Rossa-Feres, D.C. (2015): The relationship between pond habitat depth and functional tadpole diversity in an agricultural landscape. *R. Soc. Open Sci.* **2**: 1-6.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T. (2008): As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: *Cerrado Ecologia e Flora*. Embrapa Cerrados, pp. 151-199, Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F., Eds, Brasília.
- Santos, T.G., Casatti, L., Rossa-Feres, D.C. (2007): Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* **97**: 37-49.
- Santos, T.G., Vasconcelos, T.S., Haddad, C.F.B. (2012): The Role of Environmental Heterogeneity in Maintenance of Anuran Amphibian Diversity of the Brazilian Mesophytic Semideciduous Forest, *Tropical Forests*, Dr. Padmini Sudarshana (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/31241. Available from: <http://www.intechopen.com/books/tropical-forests/the-role-of-environmental-heterogeneity-in-maintenance-of-anuran-amphibian-diversity-of-the-brazilia>.
- Scott Jr., N., Woodward, B.D. (1994): Surveys at breeding sites. In: *Measuring and Monitoring Biological Diversity - Standard Methods for Amphibians*, pp. 118-125, Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.C., Foster, M.S., Eds, Washington, Smithsonian Institution Press.
- Silva, J.M.C., Bates, J.M. (2002): Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna Hotspot. *BioScien.* **52**:225-233.
- Silva, R.A., Martins, I.A., Rossa-Feres, D.C. (2011): Environmental heterogeneity: Anuran diversity in homogeneous environments. *Zoologia* **28**: 610-618.
- Skelly, D.K. (1997): Tadpole communities. *Amer. Sci.* **85**: 36-45.

- Smouse, P.E., Long, J.C., Sokal, R.R. (1986): Multiple regression and correlation extensions of the Mantel test of matrix correspondence. *Syst. Zool.* **35**: 627-632.
- Stein, A., Gerstner, K., Kreft, H. (2014): Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecol. Lett.* **17**: 866-880.
- Ter Braak, C.J.F., Smilauer, P. (2002): Canoco Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4,5). Ithaca, Microcomputer Power.
- Valdujo, P.H., Camacho, A., Recoder, R.S., Teixeira, J.R.M., Ghellere, J.M.B., Mott, T., Nunes, P.M.S., Nogueira, C., Rodrigues, M.T. (2011): Anfíbios da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, região do Jalapão, Estados do Tocantins e Bahia. *Biota Neotrop.* **11**: 251-262.
- Valdujo, P.H., Silvano, D.L., Colli, G., Martins, M. (2012). Anuran species composition and distribution patterns in brazilian Cerrado, a neotropical hotspot. *South Am. J. Herpetol.* **7**(2): 63-78.
- Valério, L.M., Dorado-Rodrigues, T.F., Chupel, T.F., Penha, J., Strüssmann, C. (2016): Vegetation Structure and Hydroperiod Affect Anuran Composition in a Large Neotropical Wetland. *Herpetol.* **72**: 181-188.
- Vasconcelos, T.S., Rossa-Feres, D.C. (2005): Diversidade, Distribuição Espacial e Temporal de Anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na Região Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* **5**: 2-14.
- Vasconcelos, T.S., Rossa-Feres, D.C. (2008): Habitat heterogeneity and use of physical and acoustic space in anuran communities in southeastern Brazil. *Phyllomedusa* **7**: 127-142.
- Vasconcelos, T.S., Santos, T.G., Rossa-Feres, D.C., Haddad, C.F.B. (2011): Spatial and temporal distribution of tadpole assemblages (Amphibia, Anura) in a seasonal dry tropical forest of southeastern Brazil. *Hydrobiol.* **673**: 93-104.
- Vasconcelos, T.S., Santos, T.G., Rossa-Feres, D.C., Haddad, C.F.B. (2009): Influence of the environmental heterogeneity of breeding ponds on anuran assemblages from southeastern Brazil. *Canad. J. Zool.* **87**: 699-707.

- Vignoli, L., Bissattini, A.M., Luiselli, L. (2016): Food partitioning and the evolution of non-randomly structured communities in tailed amphibians: a worldwide systematic review. *Biological Journal of the Linnean Society*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bij.12906/epdf>
- Vignoli, L., Luiselli, L. (2012): Dietary relationships among coexisting anuran amphibians: a worldwide quantitative review. *Oecol.* **169**: 499–509.
- Werner, E.E., Skelly, D.K., Relyea, R.A., Yurewicz, K.L. (2007): Amphibian species richness across environmental gradients. *Oikos* **116**: 1697-1712.
- Xavier, A.L., Napoli, M.F. (2011): Contribution of environmental variables to anuran community structure in the Caatinga Domain of Brazil. *Phyllomedusa* **10**:45–64.
- Zar, J.H. (1999): *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

**Tabela 1.** Abundância de anfíbios anuros registrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, entre dezembro de 2013 a fevereiro de 2015, em cada ponto de amostragem (P1-P7), destacando a abundância total de cada espécie, além da riqueza, abundância, índice de diversidade e uniformidade em cada pontos de amostragem. (\*) espécies não consideradas nas análises estatísticas.

<b>Táxon</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>Total</b>
<b>FAMÍLIA BUFONIDAE (3)</b>								
<i>Rhinella jimi</i> (Stevaux, 2002)	1	1	0	0	2	3	0	<b>7</b>
<i>Rhinella mirandaribeiroi</i> (Gallardo, 1965)	4	0	0	0	0	9	0	<b>13</b>
<i>Rhinella ocellata</i> (Günther, 1858)*	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FAMÍLIA HYLIDAE (12)</b>								
<i>Dendropsophus branneri</i> (Cochran, 1948)	20	26	2	0	0	0	0	<b>48</b>
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	5	5	46	0	0	0	0	<b>56</b>
<i>Dendropsophus rubicundulus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	0	9	58	0	1	0	0	<b>68</b>
<i>Dendropsophus soaresi</i> (Caramaschi & Jim, 1983)	0	0	45	0	11	0	0	<b>56</b>



<i>Leptodactylus petersii</i> (Steindachner, 1864)*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptodactylus sertanejo</i> Giaretta & Costa, 2007	0	0	0	0	0	0	31	<b>31</b>
<i>Leptodactylus troglodytes</i> Lutz, 1926	0	0	2	0	0	0	0	<b>2</b>
<i>Leptodactylus vastus</i> Lutz, 1930	0	0	1	0	2	0	0	<b>3</b>
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	0	0	28	0	0	1	0	<b>29</b>
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	0	1	23	0	7	0	0	<b>31</b>
<i>Pseudopaludicola canga</i> Giaretta & Kokubum, 2003	8	4	0	0	4	0	35	<b>51</b>
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	4	0	30	0	3	0	0	<b>37</b>
<i>Pseudopaludicola jaredi</i> Andrade, Magalhães, Nunes-de-Almeida, Veiga-Menoncello, Santana, Garda, Loebmann, Recco-Pimentel, Giaretta, and Toledo, 2016	0	0	0	0	0	0	8	<b>8</b>
<b>FAMÍLIA MICROHYLIDAE (1)</b>								
<i>Elachistocleis</i> sp.	0	0	0	0	4	0	3	<b>7</b>
<b>FAMÍLIA PHYLLOMEDUSIDAE (1)</b>								



<i>Pithecopus azureus</i> (Cope, 1862)	0	12	9	1	2	0	0	<b>24</b>
Abundância (A)	108	97	353	18	108	36	160	<b>880</b>
Riqueza de espécies (S)	11	14	14	5	16	7	10	
Diversidade de Shannon-Wiener (H')	2,193	2,269	2,286	1,461	2,493	1,671	1,927	
Equitabilidade de Pielou (J)	0,9145	0,860	0,866	0,908	0,899	0,859	0,837	

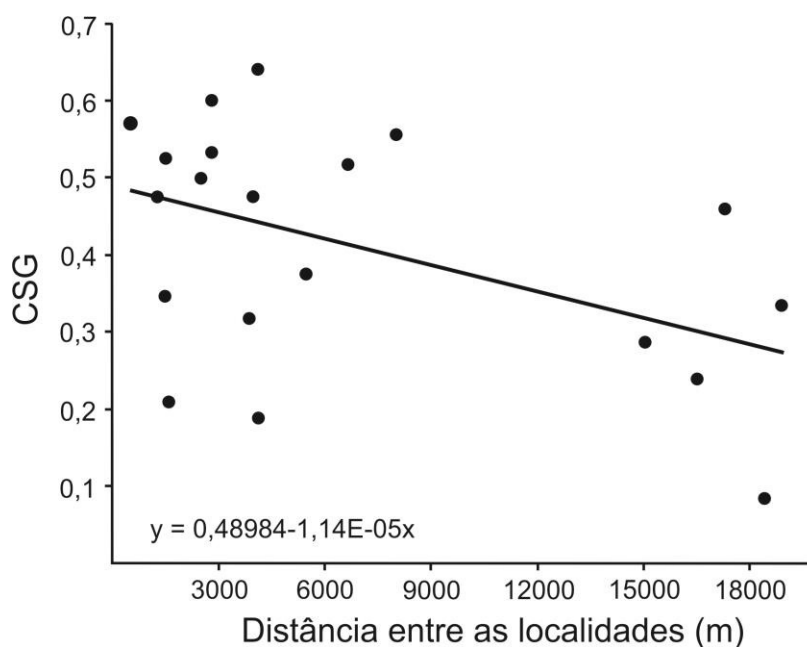
**Tabela 2.** Média aritmética dos descritores ambientais analisados nos sete pontos de coleta (P1-P7) do Parque Estadual do Mirador-PEM e resultados da Análise de Correspondência Canônica-CCA mostrando a contribuição das variáveis ambientais dos corpos d'água sobre a composição das espécies. Abreviações: TPC - Tipo de corpo d'água; TMC - Tamanho do corpo d'água; IM - Inclinação da margem; TM - Tipos de margens; AVM - Altura predominante da vegetação na margem; PVS - Porcentagem de vegetação na superfície da água; NAP - Número de agrupamento de plantas dentro do corpo d'água; NTV - Número de tipos de vegetação dentro do corpo d'água; NTM - Número de tipos de vegetação marginal; PRO - Profundidade; DCD - Duração corpo d'água; MAG - Movimentação da água. Ver metodologia para maiores detalhes.

Variáveis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Coef. de correlação	
								Eixo 1	Eixo 2
TPC	2	1	1	3	3	3	4	<b>-0.84425</b>	0.082938
TMC	3	1	4	3	3	3	4	-0.33634	-0.44597
IM	1	1	1	2	2	2	1	0.03496	<b>0.529179</b>
TM	3	3	2	3	4	4	1	0.477529	<b>0.714697</b>
AVM	4	2	3	3	4	2	1	<b>0.584121</b>	0.123163
PVS	3	3	2	1	1	2	5	<b>-0.65864</b>	-0.34919
NAP	3	2	3	2	1	2	2	0.312934	-0.06683
NTV	4	4	3	2	5	4	1	<b>0.61595</b>	0.355948
NTM	4	3	2	2	4	3	1	<b>0.490987</b>	0.455341
PRO	3	1	1	3	2	2	1	0.108083	<b>0.647934</b>
DCD	3	2	1	3	3	3	1	0.217336	<b>0.819442</b>
MAG	2	1	1	3	3	3	1	0.075455	<b>0.66133</b>
Média ( $\bar{X}$ )	<b>2,92</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,50</b>	<b>2,92</b>	<b>2,75</b>	<b>1,92</b>		

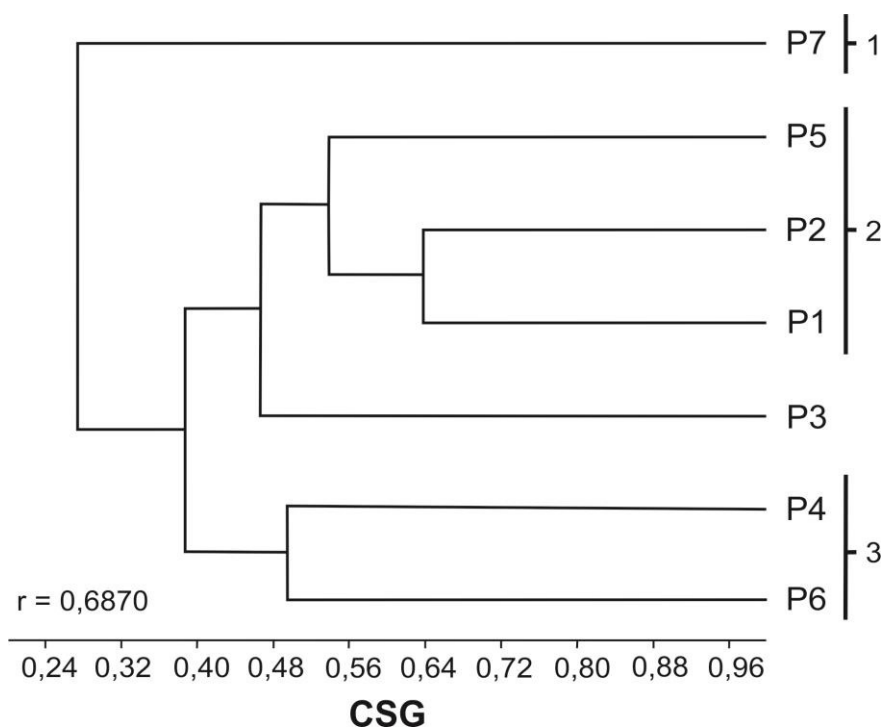
**Tabela 3.** Contribuição das espécies à dissimilaridade entre os pares de combinação dos sete pontos de amostragem do Parque Estadual do Mirador-PEM, considerando a contribuição cumulativa de até 20%.

	Taxon*	Dissim.	Contrib. %	Cumulative %
P1 e P2	<i>Pithecopus azureus</i>	5.242	14.11	14.11
P1 e P3	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	6.508	8.497	8.497
	<i>Dendropsophus soaresi</i>	6.111	7.979	16.48
P1 e P4	<i>Dendropsophus branneri</i>	9.775	14.89	14.89
P1 e P5	<i>Dendropsophus branneri</i>	5.706	10.54	10.54
P1 e P6	<i>Dendropsophus branneri</i>	8.633	15.94	15.94
P1 e P7	<i>Adenomera saci</i>	7.697	10.39	10.39
P2 e P3	<i>Dendropsophus soaresi</i>	6.022	10.2	10.2
	<i>Scinax gr. ruber</i>	5.402	9.152	19.36
2 e 4	<i>Dendropsophus branneri</i>	10.28	18.53	18.53
2 e 5	<i>Dendropsophus branneri</i>	6.072	10.53	10.53
	<i>Scinax gr. ruber</i>	5.22	9.048	19.57
2 e 6	<i>Dendropsophus branneri</i>	9.108	14.69	14.69
2 e 7	<i>Adenomera saci</i>	7.554	10.03	10.03
	<i>Leptodactylus sertanejo</i>	7.005	9.302	19.33
3 e 4	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	8.906	9.662	9.662
	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	8.752	9.496	19.16
3 e 5	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	5.893	9.702	9.702

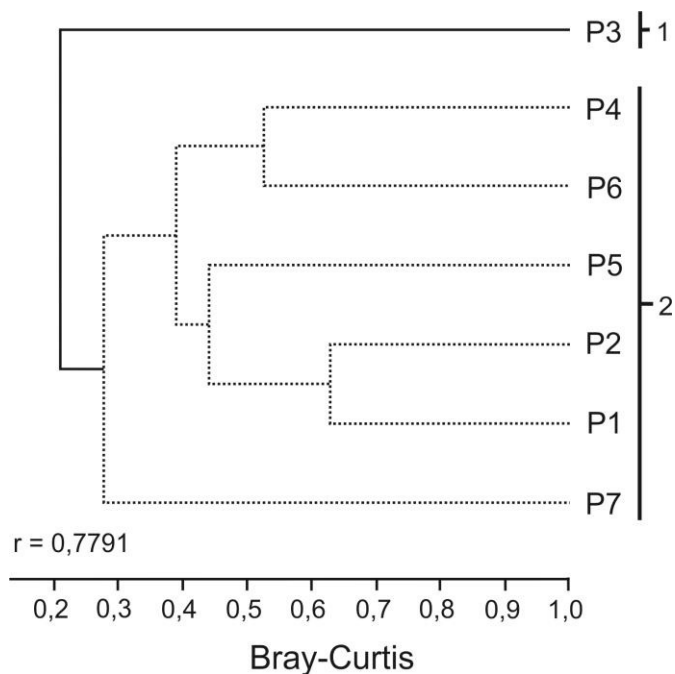
	<i>Dendropsophus minutus</i>	5.662	9.321	19.02
3 e 6	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	8.17	8.802	8.802
	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	8.029	8.651	17.45
3 e 7	<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	6.452	6.959	6.959
	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	6.341	6.839	13.8
4 e 5	<i>Scinax gr. ruber</i>	7.764	12.75	12.75
4 e 6	<i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	12.51	26.38	26.38
4 e 7	<i>Adenomera saci</i>	11.79	15.21	15.21
5 e 6	<i>Scinax gr. ruber</i>	6.976	10.33	10.33
	<i>Dendropsophus soaresi</i>	6.118	9.058	19.39
5 e 7	<i>Adenomera saci</i>	6.934	12.33	12.33
6 e 7	<i>Adenomera saci</i>	10.44	13.25	13.25



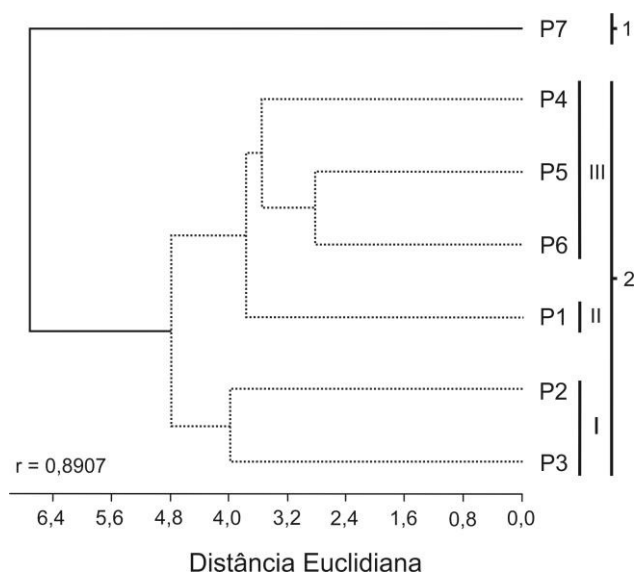
**Figura 1.** Relação entre o Coeficiente de Similaridade de Geográfica e as distâncias geográficas dos sete corpos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM.



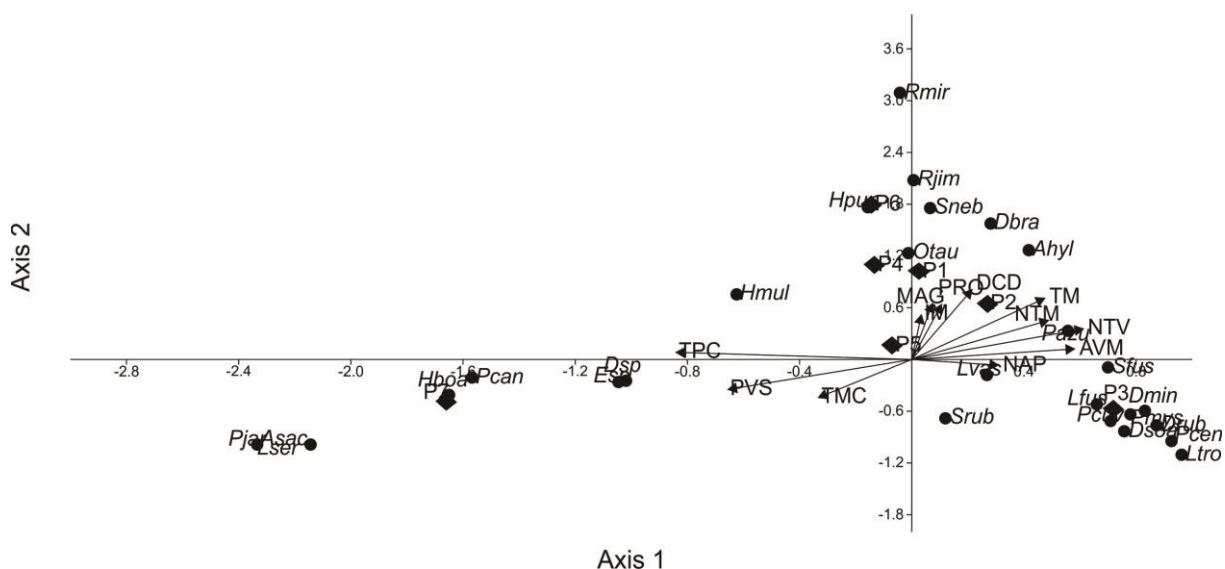
**Figura 2.** Similaridade entre as comunidades de anfíbios anuros registrados em sete corpos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, utilizando o Coeficiente de Similaridade de Geográfica (CSG).



**Figura 3.** Similaridade entre a composição das espécies de anfíbios anuros registrados em sete corpos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, utilizando o Coeficiente de Similaridade de Bray-Curtis. As linhas contínuas representam agrupamentos estatisticamente significantes ( $P < 0,05$ ), enquanto que as linhas tracejadas indicam ausência de significância entre os agrupamentos.



**Figura 4.** Similaridade entre a composição estrutural (descritores ambientais) dos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, utilizando a distância Euclidiana. As linhas contínuas representam agrupamentos estatisticamente significantes ( $P < 0,05$ ), enquanto que as linhas tracejadas indicam ausência de significância entre os agrupamentos.



**Figura 5.** Análise de Correspondência Canônica (CCA) utilizando os descritores ambientais e a composição das espécies de anfíbios anuros registrados nos corpos dos d'água amostrados no Parque Estadual do Mirador-PEM, entre dezembro de 2013 a fevereiro de 2015. Descritores ambientais: TPC - Tipo de corpo d'água; TMC - Tamanho do corpo d'água; IM - Inclinação da margem; TM - Tipos de margens; AVM - Altura predominante da vegetação na margem; PVS - Porcentagem de vegetação na superfície da água; NAP - Número de agrupamento de plantas dentro do corpo d'água; NTV - Número de tipos de vegetação dentro do corpo d'água; NTM - Número de tipos de vegetação marginal; PRO – Profundidade; DCD - Duração corpo d'água; MAG - Movimentação da água. Ver metodologia para maiores detalhes. Abreviações das espécies: Rjim - *Rhinella jimi*; Rmir – *R. mirandaribeiroi*; Dbra - *Dendropsophus branneri*; Dmin – *D. minutus*; Drub – *D. rubicundulus*; Dsoa – *D. soaresi*; Dsp - *Dendropsophus* sp.; Hboa - *Hypsiboas boans*; Hmul – *H. multifasciatus*; Hpun – *H. punctatus*; Otau - *Osteocephalus taurinus*; Sfus - *Scinax fuscomarginatus*; Sneb – *S. nebulosus*; Srub - *Scinax* gr. *ruber*; Ahyl - *Adenomera hylaedactyla*; Asac – *A. saci*; Lfus - *Leptodactylus fuscus*; Lser – *L. sertanejo*; Ltro - *L. troglodytes*; Lvas - *L. vastus*; Pcen - *Physalaemus centralis*; Pcuvi – *P. cuvieri*; Pcan - *Pseudopaludicola canga*; Pjar – *P. jaredi*; Pmys – *P. mystacali*; Esp - *Elachistocleis* sp.; Pazu - *Pithecopus azureus*.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de tese se configura como um importante estudo sobre os aspectos ecológicos das comunidades de anfíbios em um remanescente de Cerrado da porção centro-meridional do estado do Maranhão, contribuindo para o conhecimento atual das espécies e adicionando novas informações sobre a ocorrência e distribuição de espécies pouco conhecida para o estado. Além disso, foi possível atualizar o número de espécies de anfíbios anuros registrados na porção norte do Cerrado, que até pouco tempo era considerado pobre em relação ao número de espécies.

O número de espécies do Parque Estadual do Mirador-PEM (31 spp.) é considerado bastante expressivo, uma vez que representa a segunda maior riqueza já registrada no estado, superando o número de espécies registradas em diversas áreas do Cerrado brasileiro. O registro de novas espécies para o estado (*A. saci*, *L. sertanejo* e *P. jaredi*), inclusive endêmicas do Cerrado, evidencia a necessidade de se aumentar os esforços para caracterizar a anurofauna da região. Cerca de 19% das espécies do PEM são consideradas endêmicas, isso indica que, apesar da intensa descaracterização que o Cerrado vem sofrendo, a conservação das áreas remanescentes, como a observada no PEM, contribui para a manutenção das comunidades biológicas, em especial de anfíbios. Outras espécies (26%) foram compartilhadas com outros domínios fitogeográficos vizinhos (Amazônia e Caatinga), indicando ainda que o PEM atua como um corredor biorregional de dispersal entre diferentes localidades.

As comunidades de anuros registradas aqui apresentaram uma configuração estruturada, com elevada substituição de espécies entre os locais estudados, indicando que diferentes fatores agem sobre os padrões de ocorrência e uso de hábiats das espécies. Devido a sua localização, o PEM, um dos mais importantes refúgios de Cerrado do estado do Maranhão, apresenta elevada diversidade de fitofisionomias, com formação de diferentes tipos de microhábitat para reprodução, o que permite a coocorrência de um grande número de anfíbios anuros, inclusive de espécies típicas de outros ambientes. A estruturação dos ambientes amostrados e os fatores ligados ao hidroperíodo influenciou de forma direta a diversidade e a patilha de hábiats. Ambientes estruturalmente mais complexos apresentaram maior diversidade de espécies que ambientes homogêneos, do mesmo modo que ambientes permanentes abrigaram maior número de hilídeos que os ambientes temporários. Dessa forma, a manutenção de um mosaico de ambientes estruturalmente diferentes constitui um modelo ecologicamente importante de



conservação, o que permite a transição e a substituição dinâmica das espécies entre os diversos micro-habitats disponíveis.

Apesar da riqueza observada, acredita-se que o número de espécies possa ser ainda maior, uma vez que não foram amostrados todos os ambientes do parque e nem utilizado metodologias alternativas para registrar espécies com diferentes modos de vida, como as fossoriais ou aquelas com reprodução do tipo explosiva, por exemplo. Dessa forma, é necessário o desenvolvimento de trabalhos futuros de modo a expandir os locais de estudo para incrementar o conhecimento sobre a composição real da fauna de anfíbios do PEM. De forma geral, o presente trabalho fornece informações básicas sobre a estrutura das comunidades de anfíbios do Parque Estadual do Mirador, que a princípio, será de fundamental importância para a finalização do plano de manejo do parque, considerado emergencial devido às constantes queimadas e à expansão das fronteiras agrícolas. Além disso, a compreensão dos mecanismos que regulam os padrões de coocorrência e modulam a estruturação das comunidades se configura como um passo fundamental para o desenvolvimento de medidas de manejo e conservação das espécies.

## **ANEXOS**

**ANEXO A – Resumo apresentado no X Congresso Latino-Americano de Herpetologia  
Realizado em Cartagena, Colômbia de 1 a 5 de dezembro de 2014**

**Levantamento preliminar da anurofauna do Parque Estadual do Mirador-MA, nordeste do Brasil**

Andrade, Etielle Barroso, Universidade Federal do Maranhão-UFMA, [etlandrade@ifpi.edu.br](mailto:etlandrade@ifpi.edu.br)  
Cunha, José Alex Silva, Universidade Federal do Maranhão-UFMA, [j.alexbio@gmail.com](mailto:j.alexbio@gmail.com)  
Guzzi, Anderson, Universidade Federal do Piauí-UFPI, [guzzi@ufpi.edu.br](mailto:guzzi@ufpi.edu.br)  
Leite, José Roberto Sousa Almeida, Universidade Federal do Piauí-UFPI, [jrsaleite@gmail.com](mailto:jrsaleite@gmail.com)  
Weber, Luiz Norberto, Universidade Federal da Bahia-UFBA, [luiznorbertow@gmail.com](mailto:luiznorbertow@gmail.com)

O conhecimento sobre a composição das comunidades de anfíbios de uma área, sobretudo de suas particularidades ecológicas, é fator primordial para o sucesso das ações que buscam conservação da biodiversidade. O Parque Estadual do Mirador (PEM) situa-se região centro-meridional do estado do Maranhão (06°10'-42'S e 44°43'-45°54'W), nordeste do Brasil, entre as nascentes dos rios Itapecuru e Alpercintas. O parque apresenta como vegetação característica o cerrado sensu lato, e apesar de ser considerado uma importante Unidade de Conservação do estado, vem sofrendo intensa descaracterização e pressão por parte da ocupação desordenada, desmatamento e criação de gado de forma extensiva. Assim, o presente trabalho tem por objetivo descrever de forma preliminar a anurofauna do Parque Estadual do Mirador-MA, nordeste do Brasil. As atividades de campo foram feitas entre os meses de outubro de 2013 e junho de 2014, realizadas a cada 2 meses e com duração de três dias em campo. As espécies foram coletadas utilizando o método de levantamento nos sítios de reprodução, percorrendo lentamente todo o perímetro dos corpos d'água em busca de machos em atividade de vocalização e procura ativa. Os espécimes foram fixados e depositados na Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Até o momento 26 espécies distribuídas em quatro famílias foram registradas. A família Hylidae apresentou maior riqueza com 12 espécies (*Scinax nebulosus*, *Scinax* cf. *fuscovarius*, *Scinax ruber*, *Scinax fuscomarginatus*, *Phyllomedusa azurea*, *Dendropsophus* sp.1, *Dendropsophus* sp.2, *Dendropsophus minutus*, *Dendropsophus braneri*, *Dendropsophus rubicundulus*, *Hypsiboas multifasciatus* e *Hypsiboas punctatus*), seguida das famílias Leptodactylidae que apresentou 10 espécies (*Adenomera* sp., *Adenomera saci*, *Leptodactylus fuscus*, *Leptodactylus troglodytes*, *Leptodactylus mystaceus*, *Leptodactylus* cf. *labyrinthicus*, *Pseudopaludicola* cf. *mystacalis*, *Pseudopaludicola canga*, *Physalaemus centralis* e *Physalaemus cuvieri*) e de Bufonidae com três espécies (*Rhinella mirandaribeiroi*, *Rhinella schneideri* e *Rhinella ocellata*). A família Microhylidae apresentou até o momento somente uma espécie (*Elachistocleis* sp.). Acredita-se que o número de espécies registrada no parque esteja ainda bastante subestimada, principalmente levando-se em consideração o pequeno número de coletas e a grande extensão territorial do parque (450,838 ha). Além disso, grande parte das espécies de anfíbios esperadas para esse tipo de ambiente ainda não foram registradas. Dessa forma, o presente trabalho é de grande importância não só para o conhecimento das espécies de anfíbios da região, mas para subsidiar as estratégias de conservação do parque.

Palavras Chave: Anfíbios, Anuros, Diversidade, Inventário.

**ANEXO B – Resumo apresentado no X Congresso Latino-Americano de Herpetologia  
Realizado em Cartagena, Colômbia de 1 a 5 de dezembro de 2014**

**Primeira ocorrência de *Adenomera saci* Carvalho e Giaretta, 2013 (Anura:  
Leptodactylidae) no estado do Maranhão, nordeste do Brasil**

Santos, Micheli Vêras dos, Universidade Federal do Piauí, [smcardoso\\_phb@hotmail.com](mailto:smcardoso_phb@hotmail.com)  
Lima, Tássia Grazielle Pires, Universidade Federal do Piauí, [tassiagrazielle@gmail.com](mailto:tassiagrazielle@gmail.com)  
Araújo, Kássio de castro, Universidade Federal do Piauí, [kassio.ufpi@gmail.com](mailto:kassio.ufpi@gmail.com)  
Cunha, José Alex, Universidade Federal do Maranhão, [j.alexbio@gmail.com](mailto:j.alexbio@gmail.com)  
Guzzi, Anderson, Universidade Federal do Piauí. [guzzi@ufpi.edu.br](mailto:guzzi@ufpi.edu.br)  
Andrade, Etielle Barroso, Universidade Federal do Maranhão, [etlandrade@ifpi.edu.br](mailto:etlandrade@ifpi.edu.br)  
Leite, José Roberto Sousa Almeida, Universidade Federal do Piauí, [jrsaleite@gmail.com](mailto:jrsaleite@gmail.com)  
Weber, Luiz Norberto, Universidade Federal da Bahia, [luiznorbertow@gmail.com](mailto:luiznorbertow@gmail.com)

O gênero *Adenomera*, pertencente à subfamília Leptodactylinae, é representado atualmente por 18 espécies, amplamente distribuídas na América do Sul à Oeste dos Andes, que possuem grande similaridade e incertezas filogenéticas. *Adenomera saci* foi recentemente descrita a partir da revisão taxonômica de populações registradas no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, estado de Goiás-Brasil, anteriormente reconhecida como *A. martinezi*. Segundo artigo de descrição, *A. saci* ocorre em ambientes de Cerrado rochoso associados com áreas alagadas na região centro-oeste (nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás) e norte do Brasil (somente no estado de Tocantins), contudo, o presente trabalho registra a primeira ocorrência da desta espécie para o estado do Maranhão (região nordeste do Brasil). Durante estudos para caracterizar a fauna de anfíbios do Parque Estadual do Mirador (6°47'28.20"S e 45°28'25.10"W), localizado na região sul do estado do Maranhão, foram registrados vários indivíduos de *A. saci* vocalizando ao entardecer, por volta das 17:30 h do dia 12 de abril de 2014. A espécie foi registrada em um campo alagado coberto por vegetação emergente em uma área de Cerrado típico. Apesar de possuir hábitos noturnos os indivíduos da espécie pararam de vocalizar por volta das 18 h. Um macho adulto teve sua vocalização gravada para auxiliar na identificação. O mesmo indivíduo foi coletado e depositado na Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Maranhão-UFMA. O Parque Estadual do Mirador, com cerca de 450,838 ha, é uma importante Unidade de Conservação para o estado, localizado entre as nascentes dos rios Itapecuru e Alpercatas. Esse novo registro para o estado do Maranhão estende a distribuição geográfica de *A. saci* cerca de 530 km em linha reta à nordeste do município de Rio da Conceição, no estado de Tocantins. Este registro enfatiza a importância da realização de inventários e levantamentos sobre a fauna de anfíbios não só no estado do Maranhão, mas em toda a região Nordeste, visto que trabalhos sobre anfíbios são muito escassos quando comparados a outras regiões do Brasil.

**Palavras Chave:** Distribuição geográfica, Anfíbios, Mirador.

**ANEXO C – Resumo apresentado no VII Congresso Brasileiro de Herpetologia  
Realizado em Gramado-RS de 7 a 11 de setembro de 2015**

**Primeira ocorrência de *Leptodactylus sertanejo* Giaretta & Costa, 2007 (Anura:  
Leptodactylidae) no estado do Maranhão, Brasil**

Tássia Grazielle Pires Lima<sup>1\*</sup>; Kássio de Castro Araújo<sup>2</sup>; Etielle Barroso Andrade<sup>3,4</sup>; José Roberto Sousa Almeida Leite<sup>1</sup>; Luiz Norberto Weber<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí, <sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará, <sup>3</sup>Universidade Federal do Maranhão, <sup>4</sup>Instituto Federal do Piauí, <sup>5</sup>Universidade Federal do Sul da Bahia.

*Leptodactylus sertanejo* (Leptodactylidae) foi descrito em 2007 a partir da revisão taxonômica de populações registradas do município de Uberlândia, no estado de Minas Gerais. Esta espécie é caracterizada por apresentar muitas semelhanças morfológicas com outras espécies do gênero, como por exemplo, *L. gracilis*, *L. marambaiae*, *L. plaumanni* e *L. jolyi*. Esta última, possui vocalização composta por 1 a 3 pulsos, enquanto que *L. sertanejo* possui vocalização simples ou duplamente pulsada, além disso, *L. jolyi* tem vocalização de 25% a 100% mais extensa. Até recentemente acreditava-se que as populações de *L. sertanejo* eram restritas a região Sudeste do Brasil (Minas Gerais e São Paulo), no entanto no ano de 2009, em estudos para caracterizar a diversidade da fauna de anfíbios de Cerrado, na parte Leste do município de São Desidério, estado da Bahia foi registrada a primeira ocorrência dessa espécie fora do estado de Minas Gerais. Outros trabalhos registraram ainda a ocorrência de *L. sertanejo* para os estados de Goiás e Tocantins. O presente trabalho registra a primeira ocorrência *L. sertanejo* para o Estado do Maranhão, nordeste do Brasil. Durante estudos para caracterizar a fauna de anfíbios do Parque Estadual do Mirador (6°47'28.20"S e 45°28'25.10"W), localizado na região sul do estado do Maranhão, foi coletado um espécime de *L. sertanejo* vocalizando em um campo alagadiço coberto por vegetação típica de Cerrado. O espécime coletado foi depositado na Coleção Zoológica da Universidade Federal do Piauí-UFPI (CZDP(I1) 0456). Alguns indivíduos tiveram suas vocalizações gravadas e apresentaram padrão similar ao da descrição original, confirmando assim a identidade da espécie. Esse novo registro de *L. sertanejo* para o estado do Maranhão estende sua distribuição geográfica cerca 600 km em linha reta à noroeste do município de São Desidério-BA, região Nordeste, e cerca de 420 km, em linha reta, à nordeste do Jalapão-TO, região norte do Brasil. O encontro desta espécie na região sugere que a distribuição do *L. sertanejo* ocorra em toda a região Sudeste, além de Centro Oeste e sudeste da região Nordeste em áreas de Cerrado. O registro de *L. sertanejo* no sul do Maranhão enfatiza a importância de se realizarem mais estudos voltados para o levantamento de espécies nessa região, uma vez que o conhecimento da fauna de silvestre, em especial de anfíbios, é fundamental para implantação de planos de manejo e conservação ambiental.

**Palavras-chave:** Distribuição geográfica, Parque Estadual, Nordeste, Cerrado.

**ANEXO D – Resumo apresentado no VII Congresso Brasileiro de Herpetologia  
Realizado em Gramado-RS de 7 a 11 de setembro de 2015**

**Ocorrência simpátrica de duas espécies de *Pseudopaludicola* (anura: leptodactylidae) no sul do estado do Maranhão**

Etielle B. Andrade<sup>1,2\*</sup>; Micheli V. Santos<sup>3</sup>; Tássia Grazielle P. Lima<sup>3</sup>; Kássio C. Araújo<sup>4</sup>; José Roberto S. A. Leite<sup>3</sup>; Luiz N. Weber<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão, <sup>2</sup>Instituto Federal do Piauí, <sup>3</sup>Universidade Federal do Piauí, <sup>4</sup>Universidade Federal do Ceará, <sup>5</sup>Universidade Federal do Sul da Bahia.

O gênero *Pseudopaludicola*, descrito em 1926 por Miranda-Ribeiro e representado por pequenas rãs paludícolas (< 20mm), apresenta atualmente 18 espécies descritas e possui ampla distribuição na América do Sul. Na região Nordeste, são encontradas até o momento somente três espécies de *Pseudopaludicola* e é comum algumas espécies ocorrem simpatricamente no mesmo hábitat (*P. mystacalis* e *P. pocoto*), contudo, não havia sido registrada ainda a ocorrência simpátrica de *P. canga* e *P. saltica* para esta região. Assim, o presente trabalho tem por objetivo relatar a ocorrência simpátrica de *P. canga* e *P. saltica* e o primeiro registro destas para o sul do estado do Maranhão. As espécies foram coletadas no Parque Estadual do Mirador (6°47'28.20" S - 45°28'25.10" W), localizado no sul do estado do Maranhão, no dia 05 de fevereiro de 2015 e depositados na Coleção Zoológica do Delta do Parnaíba-UFPI. *Pseudopaludicola canga* tem como localidade tipo a Cerra dos Cararás, cidade de Marabá-PA e possui poucas informações sobre sua distribuição e biologia, sendo encontrada ainda nas cidades de Conceição do Araguaia e Curinópolis (sudeste do Pará) e em Barreirinhas (nordeste do Maranhão). De acordo com a IUCN, *P. canga* apresenta dados insuficientes na lista de espécies ameaças de extinção. Por outro lado, *P. saltica* apresenta ampla distribuição na região central do Brasil, sendo encontrada nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Tocantins. Foi classificada como uma espécie sem risco de extinção devido a sua grande população e seu grau de tolerância em viver em ambientes perturbados. As duas espécies foram encontradas vocalizando juntas numa região alagada e com vegetação típica nas margens do Rio Itapecuru. Esse trabalho aumenta a distribuição de *P. canga* cerca de 460 km à leste da cidade de Curinópolis e 530 km ao sul de Barreirinhas. Isso indica a ocorrência de *P. canga* em quase todo o estado do Maranhão. Além disso, o presente trabalho registra a primeira ocorrência *P. saltica* para o estado do Maranhão, aumentando sua distribuição geográfica cerca de 480 km em linha reta à nordeste da Serra do Jalapão-TO. De acordo com o que foi apresentado nesse trabalho, fica evidente a necessidade de realizar mais estudos sobre a fauna de anfíbios do Brasil, em especial da região Nordeste, e aumentar o conhecimento sobre a biologia das espécies de *Pseudopaludicola*.

Palavras-chaves: Anfíbio; Distribuição geográfica; Simpatría.

**ANEXO E – Resumo apresentado no VII Congresso Brasileiro de Herpetologia  
Realizado em Gramado-RS de 7 a 11 de setembro de 2015**

**Descrição do girino de *Pseudopaludicola canga* Giaretta & Kokubum, 2003 (Anura:  
Leptodactylidae)**

Etielle B. Andrade<sup>1,2\*</sup>; Johnny S. Ferreira<sup>1</sup>; Anna Evelin C. Libório<sup>1</sup>; Micheli V. Santos<sup>3</sup>;  
Tássia Grazielle P. Lima<sup>3</sup>; Kássio C. Araújo<sup>4</sup>; José Roberto S. A. Leite<sup>3</sup>; Luiz N. Weber<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão, <sup>2</sup>Instituto Federal do Piauí, <sup>3</sup>Universidade Federal do Piauí, <sup>4</sup>Universidade Federal do Ceará, <sup>5</sup>Universidade Federal do Sul da Bahia.

Apesar de comuns, pouco se sabe sobre a história natural e biologia reprodutiva da maioria das espécies do gênero *Pseudopaludicola*. Das 18 espécies descritas, apenas quatro possuem a descrição completa da morfologia externa dos girinos (*P. boliviana*, *P. ternetzi*, *P. mineira* e *P. falcipes*). Assim, o presente trabalho tem por objetivo descrever a morfologia externa da larva de *P. canga*. Os girinos foram coletados no Parque Estadual do Mirador (6°37'49.60" S - 45°52'44.00" W), localizado no sul do estado do Maranhão, no dia 29 de agosto de 2014. Os espécimes foram preservados em formalina 10% e depositados na Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Maranhão. A larva de *P. canga* apresenta o corpo elíptico em vista dorsal e arredondado deprimido em vista lateral e apresenta comprimento médio maior que os outros girinos descritos ( $x = 21,28$  mm). Apresenta como caracteres morfológicos básicos: focinho arredondado em vista lateral e oval em vista dorsal; narinas localizadas no dorso do corpo; olhos localizados no terço anterior do corpo, com posição dorsal e orientados dorsolateralmente; espiráculo sinistro; tubo anal mediano e ligado à nadadeira ventral; musculatura caudal correspondendo a cerca de 61% da altura do corpo; nadadeira dorsal tem início na junção corpo-cauda e apresenta contorno em arco amplo; altura da nadadeira ventral representa 59% da altura da nadadeira dorsal e possui extremidade arredondada. Além do tamanho médio, *P. canga* difere dos seus congêneres principalmente pela configuração do disco oral. *Pseudopaludicola canga* possui fórmula dentária 2(2)/2(1) e diferencia-se de *P. boliviana* e *P. ternetzi* que apresentam 2(2)/2 e de *P. falcipes* que possui 2(2)/3. Em relação à fórmula dentária assemelha-se à *P. mineira*, contudo diferem na distribuição das papilas marginais. Enquanto que em *P. canga* pode-se observar a presença de um “gap” nas papilas marginais do lábio inferior, em *P. mineira* essa característica é ausente. Apesar da configuração do disco oral ser considerado uma característica conservadora dentro do grupo, há evidências que indicam que estas podem ser utilizadas como caracteres diagnósticos entre larvas de *Pseudopaludicola*. Dessa forma, o presente trabalho apresenta informações importantes sobre o girino de *P. canga* e evidencia a necessidade de maiores estudos a fim de se descrever e caracterizar as larvas de *Pseudopaludicola* de modo a fornecer ferramentas adicionais na identificação e diagnose das espécies.

Palavras-chaves: Morfologia externa; Larva; Diagnose.

**ANEXO F – Resumo apresentado no VII Congresso Brasileiro de Herpetologia  
Realizado em Gramado-RS de 7 a 11 de setembro de 2015**

**Composição da anurofauna do Parque Estadual do Mirador, sul do estado do Maranhão**

Tássia Grazielle Pires Lima<sup>1\*</sup>; Micheli Vêras dos Santos<sup>1</sup>; Kássio de Castro Araújo<sup>2</sup>; Etielle Barroso Andrade<sup>3,4</sup>; José Roberto Sousa Almeida Leite<sup>1</sup>; Luiz Norberto Weber<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí, <sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará, <sup>3</sup>Universidade Federal do Maranhão, <sup>4</sup>Instituto Federal do Piauí, <sup>5</sup>Universidade Federal do Sul da Bahia.

O conhecimento básico sobre a composição e ocorrência das comunidades de anfíbios de uma área é fundamental para o desenvolvimento e implantação de medidas que visem a conservação da biodiversidade. O Parque Estadual do Mirador (PEM) situa-se região centro-meridional do estado do Maranhão (06°10' - 42' S e 44°43' - 45°54' W), nordeste do Brasil, entre as nascentes dos rios Itapecuru e Alpercartas. O parque é considerado uma importante Unidade de Conservação por apresentar um grande remanescente de Cerrado *sensu lato* no estado. Contudo, apesar de sua importância, vem sofrendo intensa descaracterização e pressão por parte da ocupação desordenada, desmatamento e criação de gado de forma extensiva. O objetivo do presente trabalho é descrever a fauna de anfíbios do Parque Estadual do Mirador-MA. Ao longo de 15 meses (de outubro de 2013 a fevereiro de 2015) foram realizadas atividades de campo com intervalo de dois meses e duração de três dias, utilizado o método de levantamento nos sítios de reprodução, em sete pontos de coleta dentro do parque. Os espécimes coletados foram fixados e depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal do Piauí – UFPI. Foram registradas 31 espécies distribuídas em quatro famílias: Leptodactylidae com 14 espécies (*Adenomera* sp., *A. saci*, *A. hylaedactyla*, *Leptodactylus* cf. *podicipinus*, *L. fuscus*, *L. troglodytes*, *L. mystaceus*, *L. vastus*, *L. sertanejo*, *Pseudopaludicola mystacalis*, *P. canga*, *P. saltica*, *Physalaemus centralis* e *Ph. cuvieri*); Hylidae com 12 espécies (*Scinax nebulosus*, *S. ruber*, *S. fuscomarginatus*, *Phyllomedusa azurea*, *Dendropsophus* sp.1, *Dendropsophus* sp.2, *D. minutus*, *D. braneri*, *D. rubicundulus*, *D. melanargireus*, *Hypsiboas* aff. *boans*, *H. multifasciatus* e *H. punctatus*); Bufonidae com três espécies (*R. mirandaribeiroi*, *R. jimi* e *R. ocellata*); e Microhylidae com apenas uma espécie (*Elachistocleis* sp.). Acredita-se que o número de espécies registrada no parque esteja ainda bastante subestimada, principalmente levando-se em consideração a grande extensão territorial do parque (450,838 ha) e ao encontro de novos registros a cada atividade de coleta. Dessa forma, o presente trabalho é de grande importância para o conhecimento das espécies de anfíbios do Maranhão, uma vez que representa o primeiro registro de *A. saci*, *P. saltica* e *L. sertanejo* para o estado, e fornece uma lista complementar de espécies de anuros para a região sul do estado.

Palavras-chaves: Diversidade, Anuros, Cerrado, Levantamento.