

ADRIANA CASTRO RODRIGUES

**ANFÍBIOS DA SERRA DOS ALVES (ITABIRA, MINAS GERAIS):
COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE REPRODUTIVA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de Magister Scientiae.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R696a
2015
Rodrigues, Adriana Castro, 1987-
Anfíbio da Serra dos Alves (Itabira, Minas Gerais) :
composição e atividade reprodutiva / Adriana Castro
Rodrigues. - Viçosa, MG, 2015.
vi, 48f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.
Orientador : Renato Neves Feio.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

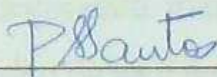
1. Anfíbios - Reprodução. 2. Anfíbios - Distribuição
geográfica - Itabira (MG). I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Biologia Animal. Programa de
Pós-graduação em Biologia Animal. II. Título.

CDD 22. ed. 597.8

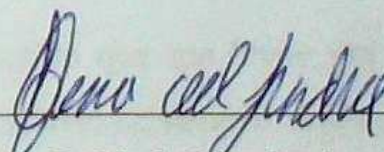
**ANFÍBIOS DA SERRA DOS ALVES (ITABIRA, MINAS GERAIS):
COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE REPRODUTIVA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

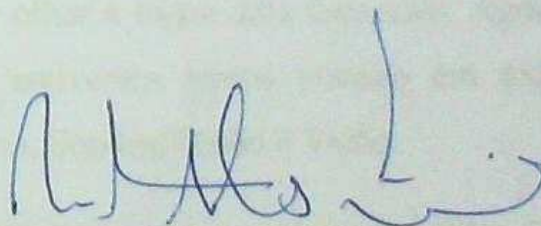
APROVADA: 23 de outubro de 2015.



Prof.^a. Patricia da Silva Santos



Prof.^a. Gisele Mendes Lessa Del
Giudice



Prof. Renato Neves Feio
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, minha mãe querida e meu paizinho, Dona Márcia de Lourdes e Seu Carlos Rogério pela vida, apoio, amor e compreensão. Por eles me apoiarem nas minhas escolhas e estarem sempre do meu lado. A minha irmã, Luciana, que me aconselha, me guia e me ouve. Ao meu irmão, Rogerinho, pelo amor e compreensão dos meus momentos difíceis.

Agradeço imensamente ao meu orientador Renato Feio por todo apoio e confiança depositados em mim desde 2007, quando entrei no museu pela primeira vez. Obrigado por me ensinar a beleza da biologia animal. Ao meu quase orientador e conselheiro de sempre Henrique Caldeira Costa, por todas as dicas e ensinamentos. E ao meu salvador Mário Moura, sem ele não estaria onde estou hoje. Obrigada também ao querido Manu pela ajuda e pelos ensinamentos desses últimos dias.

Agradeço aos membros da banca, Patrícia Santos e Gisele Lessa, pela disponibilidade e paciência, e pelas futuras dicas.

Gostaria de agradecer também a todos que, de uma forma ou de outra, tornaram possível essa conquista. Luizinha e Lele que me emprestaram a casa na serra, me receberam de portas abertas e ainda foram pra campo comigo, sem vocês nada disso seria possível. Aos que foram pra campo comigo e toparam subir aquele morro sem fim, meu muitíssimo obrigado: Luizinha, Lele, Grá, Luiza Reis, Larissinha, Dani, Carol, Mari, meu pai, Renatão e Candeia.

Um agradecimento mais que especial ao Seu Geraldo que me levou pra conhecer a serra, me deu dicas e aulas, além da companhia agradável de sempre. Aos moradores da Serra dos Alves por sempre me receberem de portas e sorrisos abertos, em especial Dona Marinha que me deixava olhar a lagoa dela todo mês. Agradeço as companhias caninas da serra que sempre estiveram juntos comigo em todos os campos, me protegendo e me guiando: Branco, Sorriso, Ursão e Velho.

Um parágrafo especial para agradecer meus amigos de vida. Carol, você é minha conselheira, parceira e inspiração, obrigada por existir na minha vida (e pelos mapas rs). Deborah, obrigada pelo teto, pelas pipocas e tapiocas, pelas conversas e por tudo que você representa na minha vida. Aos amigos de Viçosa, BH e Vitória, pelas cervejinhas nas horas certas e erradas. Aos amigos moojenianos e agregados, da nova e velha

guarda, obrigado pelas conversas, risadas, churrascos e amizade, sem vocês minha estadia em Viçosa perderia muita graça. Aos companheiros de aula e trabalhos, que deixaram os momentos difíceis mais fáceis.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos. A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade e infraestrutura oferecidas, principalmente a todos os professores que fizeram parte da minha formação desde a graduação até o mestrado. Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) pela concessão das licenças de coleta.

A todos e tantos outros, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

1. RESUMO	v
2. ABSTRACT	vi
3. INTRODUÇÃO GERAL	1
4. OBJETIVOS.....	3
5. REFERENCIAS	4
6. RESULTADOS	7
5.1 CAPÍTULO 1: COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE REPRODUTIVA DA COMUNIDADE DE ANFÍBIOS DA SERRA DOS ALVES, ITABIRA, MINAS GERAIS	7
5.2 CAPÍTULO 2: DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE PROCERATOPHRYS CURURU ETEROVICK & SAZIMA, 1998 (ANURA: ODONTOPHRYNIDAE) NA CADEIA DO ESPINHAÇO, BRASIL	28
7. CONCLUSÕES GERAIS	45
8. ANEXO FOTOGRÁFICO	46

RESUMO

RODRIGUES, Adriana Castro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2015. **Anfíbios da Serra dos Alves (Itabira, Minas Gerais): Composição e Atividade Reprodutiva.** Orientador: Renato Neves Feio.

O presente estudo apresenta a composição de espécies de Anfíbios Anuros da Serra dos Alves, bem como sua distribuição temporal e atividade reprodutiva ao longo dos meses de outubro de 2013 a setembro de 2014. Também apresenta a distribuição potencial de *Proceratophrys cururu*, feita a partir da modelagem preditiva de distribuição de espécies. Foram registradas 32 espécies de anuros, distribuídos em seis famílias, sendo a família Hylidae a mais abundante. A maior riqueza de espécie foi encontrada na região de brejo temporário. Foram registradas cinco espécies endêmicas do Espinhaço, dentre elas o registro de *Proceratophrys cururu* assume grande relevância, uma vez que essa espécie encontra-se na lista da IUCN como deficiente de dados. Os modelos projetaram grande adequabilidade ambiental e probabilidade de ocorrência de *P. cururu* no espinhaço meridional, o que já era esperado, e também no quadrilátero ferrífero, onde não há registros da espécie. A composição de espécies presentes na Serra do Alves é similar a de outras áreas já estudadas do Espinhaço mineiro situadas na vertente leste da cadeia, recebendo maior influência do bioma Mata Atlântica.

ABSTRACT

RODRIGUES, Adriana Castro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, octuber, 2015. **Amphibians of Serra dos Alves (Itabira, Minas Gerais): Composition and Reproductive Activity.** Adviser: Renato Neves Feio.

The present study shows the composition of species of amphibians present at the Serra dos Alves, the distribution throughout the months between October 2013 to September 2014 and the reproductive activity of the species. Also presents the potential distribution of *Proceratophrys cururu*, made from niche modeling. Were recorded 32 species of amphibians, distributed in six families. The family Hylidae the most abundant. The largest number of species was found in the temporary swamp. Were recorded five species endemic of Espinhaço, amongst them the register of *Proceratophrys cururu* has great relevance, once that specie is in the IUCN list as data deficient. The models designed environmental suitability and probability of occurrence of *P. cururu* at the southern of Espinhaço, it was expected, and also at the quadrilátero ferrífero, which was not registered. The species composition present in it's similar to others areas of southern Espinhaço.

INTRODUÇÃO GERAL

A Cadeia do Espinhaço é um conjunto de montanhas que se estende por 1.000 km da região sul de Ouro Preto, Minas Gerais ao norte de Jacobina, Bahia (Gontijo 2009). Atua como um divisor de águas entre as bacias do Rio São Francisco e dos grandes rios costeiros: Rio Doce, Jequitinhonha, Mucuri, Prado, Paraguaçu e de Contas (Saadi 1995). A cobertura vegetal é diversificada sendo a maior parte ocupada por campos rupestres (Giulietti et al. 1987). O Espinhaço pode ser dividido em dois compartimentos de planaltos separados nitidamente por uma zona de depressão na região de Couto de Magalhães e Diamantina, Minas Gerais: Planalto meridional e Planalto Setentrional (Saadi 1995).

A descoberta de recursos minerais (diamante e ouro) incentivou estudos na região a partir da década de 1970, bem como a exploração desses recursos como fonte de renda (Saadi 1995). Apesar de ser considerado um dos mais relevantes centros de endemismos da América do Sul (Biodiversitas 2007) e constituir um divisor entre dois dos principais hotspots para conservação do Brasil, Cerrado e Mata Atlântica (Myers et al. 2000; Contijo 2009), o Espinhaço possui um reduzido número de áreas protegidas, sendo que, áreas de conservação de proteção integral recobrem apenas 2,6% do território (Silva et al. 2008).

A Serra do Alves está situada no extremo sul da Serra do Espinhaço Meridional, inserida na vertente leste do Espinhaço, dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira. Dentro do território da Serra dos Alves existe um parque municipal de Itabira e áreas particulares de Reserva Legal, possuindo grande parte do seu território preservado. Abriga a nascente do Rio Tanque e de inúmeros riachos. É uma área rica em recursos hídricos de extrema importância para o município de Itabira que enfrenta grandes problemas com abastecimento de água. Sua riqueza de paisagens incentiva a atividade turística, uma importante fonte de renda para região.

Os trópicos abrigam a maior diversidade de anfíbios do mundo (Duellman 1999) e o Brasil é o país que possui a maior riqueza com 1026 espécies conhecidas (Segalla et al. 2014). Para a Cadeia do Espinhaço são registradas 127 espécies, sendo que dessas, 29 só ocorrem nesse conjunto montanhoso (Leite et al. 2008, Fonseca et al. 2011, São-Pedro & Feio 2011, Pirani et al. 2013, Pimenta et al. 2014). Os estudos da anurofauna do Espinhaço iniciaram-se a partir da década de 50 com a descrição de espécies da Serra

do Cipó, ganhando mais força a partir da década de 90 com estudos mais constantes e abrangendo demais regiões e aspectos ecológicos e evolutivos do grupo (Leite et al. 2008).

O pouco conhecimento sobre a da distribuição geográfica das espécies é um dos problemas mais importantes a ser resolvido na definição adequada de áreas prioritárias para conservação (Leite et al. 2008). Por isso, as lacunas de conhecimento são um risco para conservação das espécies. A maior parte das lacunas de conhecimento do Espinhaço está ligada às espécies, com grande concentração de estudos em poucas áreas (Silva et al. 2008). A modelagem preditiva de distribuição de espécies pode ser utilizada para analisar a distribuição geográfica potencial, levando em consideração extrapolações de características ambientais dos locais conhecidos de ocorrência de uma determinada espécie (Giannini et al. 2012). A maior parte dos estudos de modelagem preditiva de distribuição era baseada em espécies de ampla distribuição (Siqueira & Durigan 2007; Phillips et al. 2006; Ron 2005). Mais recentemente trabalhos com espécies de distribuição restrita e raras vêm sendo publicados (Engler et al. 2004, Guisan et al. 2006, Peterson & Papes 2006, Papes & Gaubert 2007, Giovanelli et al. 2008, Costa et al. 2015).

Os anfíbios são altamente dependentes da qualidade ambiental (Duellman & Trueb 1994), além de significativamente influenciáveis por fatores abióticos, tais como pluviosidade, temperatura e vegetação (Eterovick 2003, Werner et al. 2007). A coexistência de várias espécies em um mesmo ambiente é possível, pois esses animais apresentam diferentes mecanismos de isolamento reprodutivo (Haddad et al. 1994, Eterovick & Sazima 2000) que podem ser: diferença na utilização de sítios reprodutivos, diferentes sítios de vocalização, preferências por determinadas épocas do ano ou por determinados horários ao longo do dia (Rossa-Feres & Jim 1994, Cardoso & Haddad 1992, Eterovick & Sazima 2000).

Para conservação é importante ter conhecimento aprofundado sobre a da biologia e história natural das espécies, além disso, é de suma importância o conhecimento sobre a distribuição geográfica e potencial das mesmas (Papes & Gaubert 2007). Dentro deste contexto, destaca-se a grande importância biológica da Serra dos Alves, possuindo uma variedade estrutural de ambientes e fitofisionomias, tendo grande potencial para riqueza de espécies e, apesar disso, nunca ter sido estudada.

OBJETIVOS

- Analisar a composição e atividade reprodutiva das espécies de anfíbios anuros da Serra dos Alves;
- Ampliar o conhecimento da distribuição das espécies presentes na Cadeia do Espinhaço;
- Avaliar as variações das atividades reprodutivas dessa comunidade;
- Comparar a composição de espécies da Serra dos Alves com as demais localidades do Espinhaço Mineiro;
- Ampliar o conhecimento biogeográfico da espécie *Proceratophrys cururu* utilizando modelagem preditiva de distribuição;

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biodiversitas. 2007. **Espinhaço Sempre Vivo: Diagnóstico do Status do Conhecimento da Biodiversidade e de sua Conservação na Cadeia do Espinhaço**. Fundação Biodiversitas e Conservação Internacional (CI-Brasil). Disponível em <http://www.biodiversitas.org.br/espinhaco/semprevivo.htm>. Acessado em 07/2015.
- Cardoso, A. J. & Haddad, C. F. B. 1992. **Diversidade e turno de vocalização de anuros em comunidade neotropical**. Acta zool. Littoana 41:93-105.
- Costa, H. C., Rezende, D. T., Molina, F. B., Nascimento, L. B., Leite, F. S., Fernandes, A. P. B. 2015. **New distribution records and potentially suitable áreas for the threatened snake-necked turtle *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae)**. Chelonian Conservation and Biology 14(1): 88-94.
- Duellman, W. E. & Trueb, L. 1994. **Biology of amphibians**. Baltimore, McGraw-Hill 642p.
- Duellman, W. E. 1999. **Distribution patterns of amphibian in South America**. Pp. 255-328. In: Duellman, W. E. (ed). Patterns of distribution of amphibians: a global perspective. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Engler, R., Guisan, A., Rechsteiner, L. 2004. **An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data**. Journal of Applied Ecology 41: 263-274.
- Eterovick, P. C. 2003. **Distribution of anuran species among montane streams in south-eastern Brazil**. Journal of Tropical Ecology 19: 219-228.
- Eterovick, P. C. & Sazima, I. 2000. **Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat and predation**. Amphibia-Reptilia 21:439-461.
- Fonseca, R. A. M., Gonçalves, M. A. F., Nascimento, L. B. 2011. **New state record and distribution map of *Dendropsophus giesleri* (Mertens, 1950) in Serra do Espinhaço mountain range, Brazil**. Herpetology Notes, v. 4, p. 143–144.

Giannini, T. C., Siqueira, M. F., Acosta, A. L., Barreto, F. C. C., Saraiva A. M., Alves-dos-Santos, I. 2012. **Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies**. *Rodriguésia* 63(3): 733-749.

Giovanelli, J. G. R., Araujo, C. O., Haddad C. F. B., Alexandrino, J. 2008. **Modelagem do nicho ecológico de *Phyllomedusa ayeaye* (Anura: Hylidae): previsão de novas áreas de ocorrência para uma espécie rara**. *Neotropical Biology and Conservation* 3(2): 59-65.

Giulietti, A. M., Menezes, N. L., Pirani, J. R., Meguro, M., Wanderley, M. G. 1987. **Flora da Serra do Cipó: caracterização e lista das espécies**. *Bolm. Boltânica, Universidade de São Paulo* 9: 1-151.

Gontijo, B. M. 2009. **Uma geografia para Cadeia do Espinhaço**. *Megadiversidade* 4(1-2): 7-14.

Guisan, A., Broennimann, O., Engler, R., Vust, M., Yoccoz, N. G., Lehmann, A., Zimmermann, N. E. 2006. **Using nichebased models to improve the sampling of rare species**. *Conservation Biology* 20:501-11.

Haddad, C. F. B., Pombal JR, J. P., Batistic, R. F. 1994. **Natural hybridization between diploid and tetraploid species of Leaf-frogs, genus *Phyllomedusa* (Amphibia)**. *J. Herpetol.* 28:425-430.

Leite, F. S., Juncá, F. A., Eterovick, P. C. 2008. **Status do Conhecimento, Endemismo e Conservação de Anfíbios Anuros da Cadeia do Espinhaço, Brasil**. *Megadiversidade* 4(1-2):158-176.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., Kent, J. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature* 403: 853-858.

Papes, M. & Gaubert, P. 2007. **Modelling ecological niches from low numbers of occurrences: assessment of the conservation status of poorly known viverrids (Mammalia, Carnivora) across two continents**. *Diversity and Distributions* 13:890-902.

- Peterson, A. T. & Papeş, M. 2006. **Potential geographic distribution of the Bugun Liocichla Liocichla bugunorum, a poorly-known species from north-eastern India.** Indian Birds 2: 146-149.
- Pimenta, B., Costa, D., Murta-Fonseca, R., Pezzuti, T. 2014. **Anfibios: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim: Minas Gerais.** Belo Horizonte: Bicho do Mato, 196p.
- Pirani, R. M., Nascimento, L. B., Feio, R. N. 2013. **Anurans in a Forest remnant in the transition zone between cerrado and atlantic rain Forest domains in southeastern Brazil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, 85(3): 1093-1104.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E. 2006. **Maximum entropy modeling of species geographic distributions.** Ecological Modelling 190: 231-259.
- Ron, S. R. 2005. **Predicting the distribution of the amphibian pathogen Batrachochytrium dendrobatidis in the new world.** Biotropica 37: 209-221.
- Rossa-Feres, D. C. & Jim, J. 1994. **Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo.** Revista Brasileira de Biologia 54(2):323-334.
- Saadi, A. 1995. **A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e suas margens.** Geonomos 3(1): 41-63.
- 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.** CheckList, 7(5): 671-680.
- Segalla, M. V., Caramaschi, U., Cruz, C. A. G., Grant, T., Haddad, C. F. B., Langone, J. A., Garcia, P. C. de A. 2014. **Brazilian Amphibians: List of Species.** Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br/index.php/anfibios>. Acessado em 07/2015.
- Silva, J. de A., Machado, R. B., Azevedo, A. A., Drumond, G. M., Fonseca, R. L., Goulart, M. F., Junior, E. A. M., Martis, C. S., Neto, M. B. R. 2008. **Identificação de áreas insubstituíveis para conservação da Cadeia do Espinhaço, estado de Minas Gerais e Bahia, Brasil.** Megadiversidade 4(1-2): 273-309.

Siqueira, M. & Durigan, G. 2007. **Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Botânica 30: 233-243.

Werner, E. E., Skelly, D. K., Relyea, R. A., Yurewicz, K. L. 2007. **Amphibian species richness across environmental gradients**. Oikos 116: 1697-1712.

RESULTADOS

**CAPÍTULO 1: COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE REPRODUTIVA DA
COMUNIDADE DE ANFÍBIOS DA SERRA DOS ALVES, ITABIRA, MINAS
GERAIS.**

Adriana Castro Rodrigues & Renato Neves Feio

INTRODUÇÃO

No Brasil existe uma grande diversidade de relevos, dentre eles se destaca a Cadeia do Espinhaço com 1.000 km de extensão iniciando ao sul do município de Ouro Preto, Minas Gerais até o norte do município de Jacobina, Bahia (Gontijo 2009). O Espinhaço separa dois dos principais hotspots para conservação, Cerrado e Mata Atlântica (Myers et al. 2000), além de atuar como divisor fundamental entre as bacias do Rio São Francisco e as bacias costeiras (Rio Doce, Jequitinhonha, Mucuri, Pardo, Paraguaçu e de Contas)(Saadi 1995). A região é considerada um dos mais relevantes centros de endemismo de espécies de animais e plantas da América do Sul (Biodiversitas 2007), sendo considerada pela UNESCO (2005) como Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço.

A Serra do Alves está inserida na vertente leste do Espinhaço ($19^{\circ}30'32.0''S$ $43^{\circ}27'28.6''W$) no extremo sul da Serra do Espinhaço Meridional, dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental (APA) Morro da Pedreira, que inclui também a Serra do Cipó. Nessa área existe um parque municipal de Itabira, além de áreas particulares de Reserva Legal, tendo grande parte do seu território preservado. É uma área rica em recursos hídricos, abrigando nascentes de riachos e rios, como o Rio Tanque. É uma importante reserva aquífera para o município de Itabira, que enfrenta grandes problemas com abastecimento de água, além de representar importante fonte de renda turística para região.

O Brasil possui a maior riqueza de espécies de anfíbios anuros do mundo, com 1026 espécies conhecidas (Segalla et al. 2014). Para as localidades inseridas na Cadeia do Espinhaço são registradas 127 espécies, dentre elas 29 são endêmicas (Leite et al. 2008, Fonseca et al.2011, São-Pedro & Feio 2011, Pirani et al. 2013, Pimenta et al. 2014). A anurofauna do Espinhaço começou a ser estudada a partir da década de 50 com a descrição de espécies da Serra do Cipó, mas a partir da década de 90 os estudos na região têm sido mais constantes e amplos, abrangendo demais regiões e aspectos ecológicos e evolutivos do grupo (Leite et al. 2008).

A qualidade ambiental exerce grande influencia na composição da comunidade de anfíbios (Duellman & Trueb 1994), assim como fatores abióticos (pluviosidade e temperatura) (Eterovick 2003, Werner et al. 2007). Em um mesmo ambiente podem coexistir várias espécies de anuros, isso porque esses animais apresentam diferentes

mecanismos de isolamento reprodutivo (Haddad et al. 1994, Eterovick & Sazima 2000). Esses mecanismos podem ser: diferença na utilização de sítios reprodutivos, diferentes sítios de vocalização, preferências por determinadas épocas do ano ou por determinados horários ao longo do dia (Rossa-Feres & Jim 1994, Cardoso & Haddad 1992, Eterovick & Sazima 2000, São-Pedro & Feio 2010, Moura et al. 2012, Pirani et al. 2013, Pimenta et al. 2014).

Dentro deste contexto, destaca-se a grande importância biológica da Serra dos Alves, possuindo uma variedade estrutural de ambientes e fitofisionomias como campo rupestre, matas semidecíduais, áreas de campos abertos e alagados. A região encontra-se localizada entre duas unidades de conservação (PARNA Cipó e PE Mata do Limoeiro), podendo atuar como corredor ecológico. Apesar disso, nunca foi feito nenhum estudo de levantamento na localidade para nenhum grupo de seres vivos. Nesse trabalho, buscamos analisar a composição e atividade reprodutiva das espécies de anfíbios anuros presentes na Serra dos Alves, a fim de ampliar os conhecimentos a respeito da distribuição das espécies presentes na cadeia do Espinhaço e avaliar as variações das atividades reprodutivas do grupo, contribuindo para o direcionamento dos esforços de conservação na região, que é de grande relevância.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Serra dos Alves, Itabira, Minas Gerais, está localizada na porção leste da Cadeia do Espinhaço, dentro dos limites da APA Morro da Pedreira (Figura 1). A região encontra-se entre duas unidades de conservação (PARNA Serra do Cipó e PE Mata do Limoeiro). O clima da região é definido como mesotérmico do tipo Cwb de Köppen (Köppen et al. 1930), com período de chuva de outubro a março e de seca de abril a setembro. A vegetação caracteriza-se por ser de transição entre Mata Atlântica e Cerrado, com composições de campo rupestre.

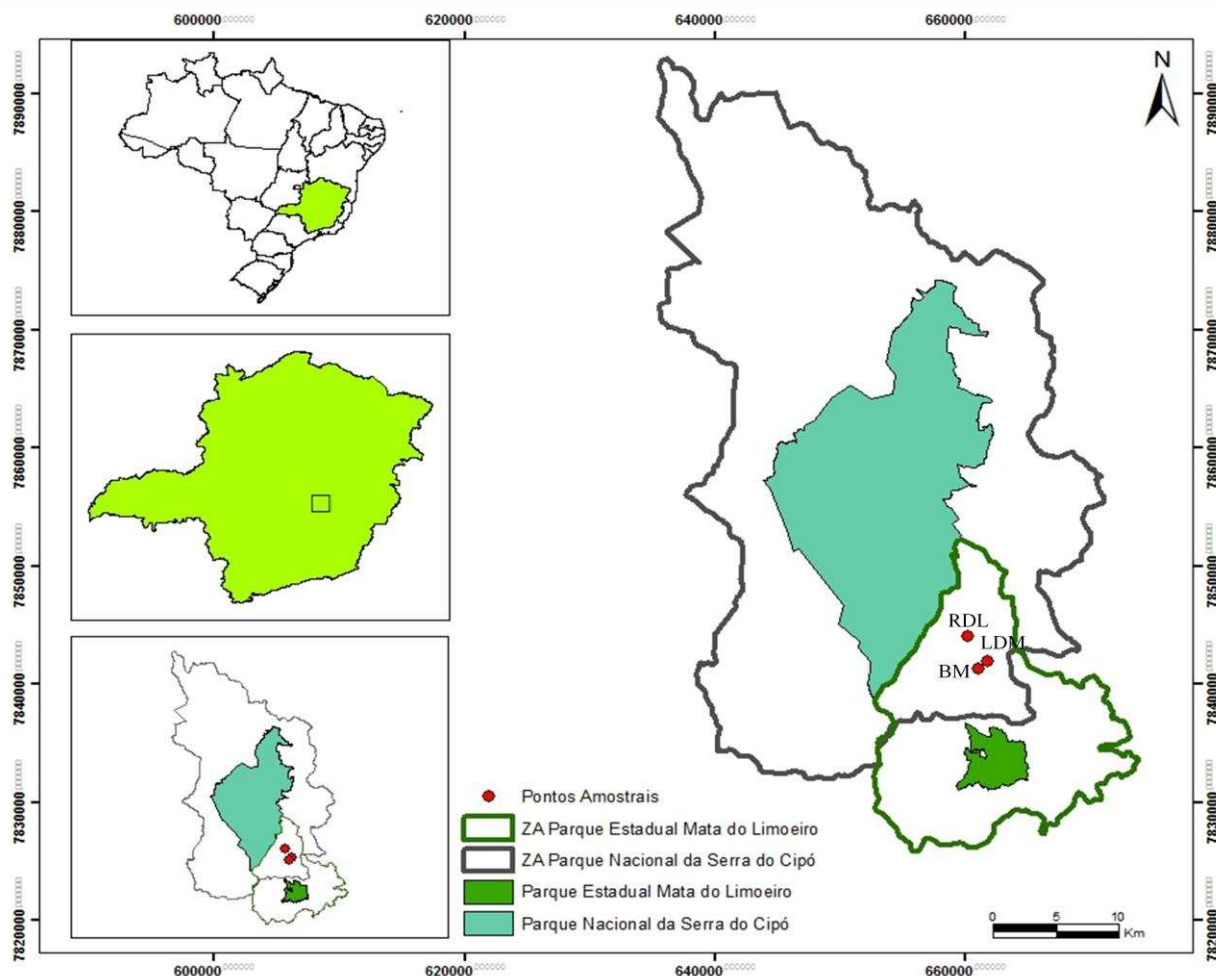


Figura 1 - Mapa da APA Morro da Pedreira mostrando o Parque Nacional da Serra do Cipó em azul e Parque Estadual Mata do Limoeiro em verde, com as zonas de amortecimento do PARNA Serra Do Cipó em roxo e ao Parque Estadual Mata do Limoeiro em verde. Os pontos amostrais dentro da APA Morro da Pedreira, na região da Serra dos Alves, Itabira, Minas Gerais, em vermelho: LDM (Lagoa Dona Maria), BM (Brejo Marques) e RDL (Riacho Dona Luci).

Foram monitorados três ambientes (Figura 2): (1) lagoa permanente denominada com a sigla LDM (Lagoa Dona Maria), (2) brejo temporário denominado com a sigla BM (Brejo Marques) e (3) riacho temporário intitulado RDL (Riacho Dona Luci) (Tabela 1). As áreas foram escolhidas devido ao potencial para presença de espécies de anfíbios e por serem relativamente de fácil acesso. Outros ambientes adjacentes também foram monitorados para complementação do levantamento da anurofauna.

Tabela 1 – Descrição, coordenadas e altitude dos ambientes monitorados na Serra dos Alves, Itabira, Minas Gerais: LDM (Lagoa Dona Maria), BM (Brejo Marques) e RDL (Riacho Dona Luci).

Ambiente	Descrição	Coordenada	Altitude
LDM	Lagoa antropizada permanente com vegetação arbustiva no entorno (Fig. 2A).	19°30'40.05"S 43°27'26.52"O	850 metro
BM	Brejo antropizado temporário com vegetação de pastagem no entorno (Fig. 2B).	19°31'0.20"S 43°27'51.90"O	776 metros
RDL	Riacho Temporário preservado com vegetação de campo rupestre no entorno (Fig. 2C).	19°29'30.37"S 43°28'22.98"O	1053 metros

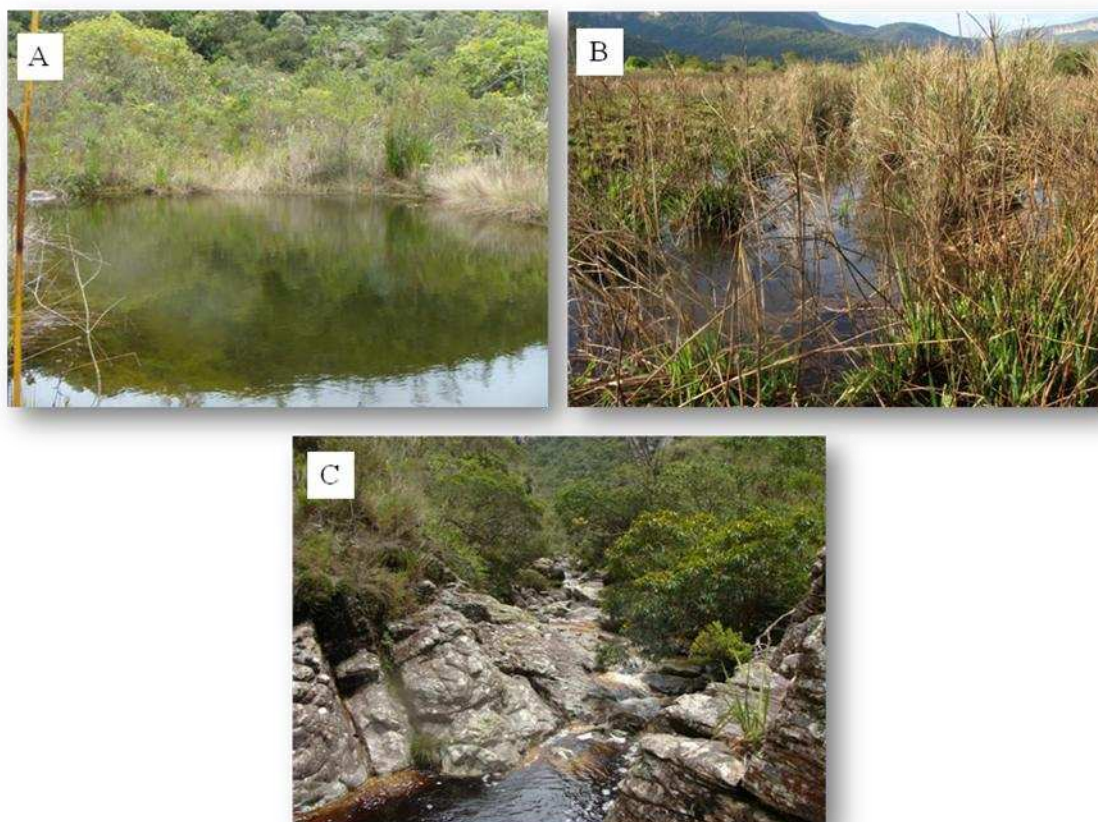


Figura 2 - Ambientes monitorados na Serra dos Alves, Itabira Minas Gerais. A) Lagoa Dona Maria (LDM); B) Brejo Marques (BM); C) Riacho Dona Lucí (RDL).

Atividade de campo

As coletas foram realizadas entre os meses de outubro de 2013 a setembro de 2014, com campanhas mensais com duração de três noites, monitorando um ambiente por noite. Campanhas adicionais foram realizadas até o mês de março de 2015, para fim de complementação da lista de espécies. Os trabalhos de campo tiveram duração de 4 horas/noite, iniciando às 18h e encerrando às 22h (desconsiderando o horário de verão). Para cada ambiente amostrado foram medidos a temperatura e a umidade relativa do ar, no início e no final das coletas, posteriormente fazendo uma média. Os dados de pluviosidade e temperatura média mensal foram fornecidos pela estação meteorológica da mina de Conceição pertencente à empresa Vale, a 12 km de distância da Serra dos Alves.

A metodologia utilizada é a de busca ativa auditiva e visual dos anuros, registrando as espécies encontradas e os dados sobre o microambiente utilizado como sítio de vocalização e reprodução. Foram utilizados dez microambientes de vocalização: árvore, arbusto, serrapileira, solo seco, solo brejoso, toca, pedra, água, vegetação aquática e bromélia.

Como indício de atividades reprodutivas foram registrados os seguintes parâmetros: vocalização, casais em amplexo, fêmeas maduras identificadas pela observação de ovócitos pela transparência abdominal, desova, girinos e jovens recém metamorfoseados.

Os espécimes coletados estão depositados na coleção herpetológica do Museu de Zoologia João Moojen da Universidade Federal de Viçosa, sob licença do IBAMA nº 40924-2. Quando necessária, a eutanásia dos espécimes foi feita respeitando os princípios de bem estar animal, reduzindo ao máximo o desconforto e a dor. Utilizaremos um método seguro e eficiente que consiste na utilização de anestésicos em pomada (Lidocaina 5%) aplicados na pele e no interior da mucosa oral, que levam o animal rapidamente a morte, reduzindo ao máximo o tempo de contenção (Charbonneau et al. 2010).

Padrão de Atividade de Vocalização

Foram estabelecidos seis padrões de atividade de vocalização: (1) Prolongado: atividade de vocalização de doze a sete meses, sendo pelo menos dois meses da estação seca (abril a setembro); (2): Início da estação chuvosa: nos dois primeiros meses de chuva (outubro e novembro); (3): Estação chuvosa: vocalização de seis a três meses, sendo esses meses da estação chuvosa (outubro a março); (4): Estação seca: vocalização de seis a três meses da estação seca (abril a setembro); (5): Explosivo: grande número de indivíduos vocalizando no primeiro mês da estação chuvosa (outubro); (6) Indefinido: devido ao reduzido número de registros, não foi possível estabelecer um padrão de atividade de vocalização.

Análises Estatísticas

Para análise de similaridade entre as áreas do Espinhaço mineiro adjacentes à Serra dos Alves foi feita uma análise de agrupamento pelo método de média não ponderada (UPGMA) (Krebs, 1999) utilizando o índice de Sorensen (Vieira et al. 2007) com o programa PAST versão 2.17c (Hammer & Harper 2001). Para essa análise apenas os táxons com identidade confirmada foram utilizados.

RESULTADOS

Foram registradas 32 espécies de anfíbios anuros distribuídos em seis famílias: Brachycephalidae (1), Bufonidae (1), Cycloramphidae (2), Hylidae (21), Leptodactylidae (6) e Microhylidae (1). A família Hylidae foi a mais representativa e o ambiente BM apresentou maior riqueza, com 19 espécies, seguido pelo ambiente LDM com 15 e RDL com sete espécies de anuros (Tabela 2). Foram registradas cinco espécies endêmicas do Espinhaço (*Proceratophrys cururu*, *Thoropa megatympanum*, *Bokermannohyla alvarengai*, *Bokermannohyla saxicola* e *Scinax curicica*). Com exceção de *Scinax curicica*, que ocorreu nos outros dois ambientes, as espécies endêmicas foram registradas somente no ambiente RDL. O registro de *Proceratophrys cururu* é de grande relevância, uma vez que a espécie encontra-se listada como deficiente de dados (DD) na lista da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza).

Tabela 2 - Espécies de anuros registradas na Serra dos Alves e seus respectivos ambientes de registro. Lagoa Dona Maria (LDM), Brejo Marques (BM) e Riacho Dona Luci (RDL).

Anfíbios Serra dos Alves	LDM	BM	RDL
Família Brachycephalidae			
Ischnocnema cf. juipoca (Sazima & Cardoso, 1978)			X
Família Bufonidae			
Rhinella crucifer (Wied-Neuwied, 1821)	X	X	
Família Cycloramphidae			
Proceratophrys cururu Eterovick & Sazima, 1998			X
Thoropa megalotympanum Caramaschi & Sazima, 1984			X
Família Hylidae			
Aplastodiscus cf. cavicola (Cruz & Peixoto, 1985 "1984")			X
Bokermannohyla alvarengai (Bokermann, 1956)			X
Bokermannohyla saxicola (Bokermann, 1964)			X
Bokermannohyla gr. circundata (Cope, 1871)			X
Dendropsophus elegans (Wied-Neuwied, 1824)	X	X	
Dendropsophus rubicundulus (Reinhardt & Lütken, 1862" 1861")		X	
Dendropsophus minutus (Peters, 1872)	X	X	
Dendropsophus seniculus (Cope, 1868)		X	
Hypsiboas albopunctatus (Spix, 1824)	X	X	
Hypsiboas crepitans (Wied-Neuwied, 1824)	X		
Hypsiboas faber (Wied-Neuwied, 1821)	X	X	
Hypsiboas polytaenius (Cope, 1870"1869")	X	X	
Hypsiboas semilineatus (Spix, 1824)	X		
Phyllomedusa burmeisteri Boulenger, 1882	X		
Scinax curicica Pugliesse, Pombal & Sazima, 2004	X	X	
Scinax eurydice (Bokermann, 1968)		X	
Scinax fuscomarginatus (A. Lutz, 1925)		X	
Scinax fuscovarius (A. Lutz, 1925)		X	
Scinax luizotavioi (Caramaschi & Kisteumacher, 1989)	X		
Scinax aff. perereca Pombal, Haddad & Kasahara, 1995	X		
Scinax sp.		X	
Família Leptodactylidae			
Physalaemus cuvieri Fitzinger, 1826	X	X	
Leptodactylus cf. furnarius Sazima & Bokermann, 1979		X	
Leptodactylus fuscus (Schneider, 1799)		X	
Leptodactylus jolyi Sazima & Bokermann, 1978		X	
Leptodactylus labyrinthicus (Spix, 1824)	X	X	
Leptodactylus latrans (Steffen, 1815)	X	X	
Família Microhylidae			
Elachistocleis cesarii (Miranda Ribeiro (1920)		X	

Nos meses chuvosos e de temperaturas mais elevadas foi possível observar maior número de espécies em atividade reprodutiva, contrastando com redução desse número

em meses secos e frios (Figura 3). Cada espécie apresentou padrões de distribuição ao longo dos meses que podem ser divididos em: prolongado, estação chuvosa, estação seca, explosivo e indefinido (Tabela 3).

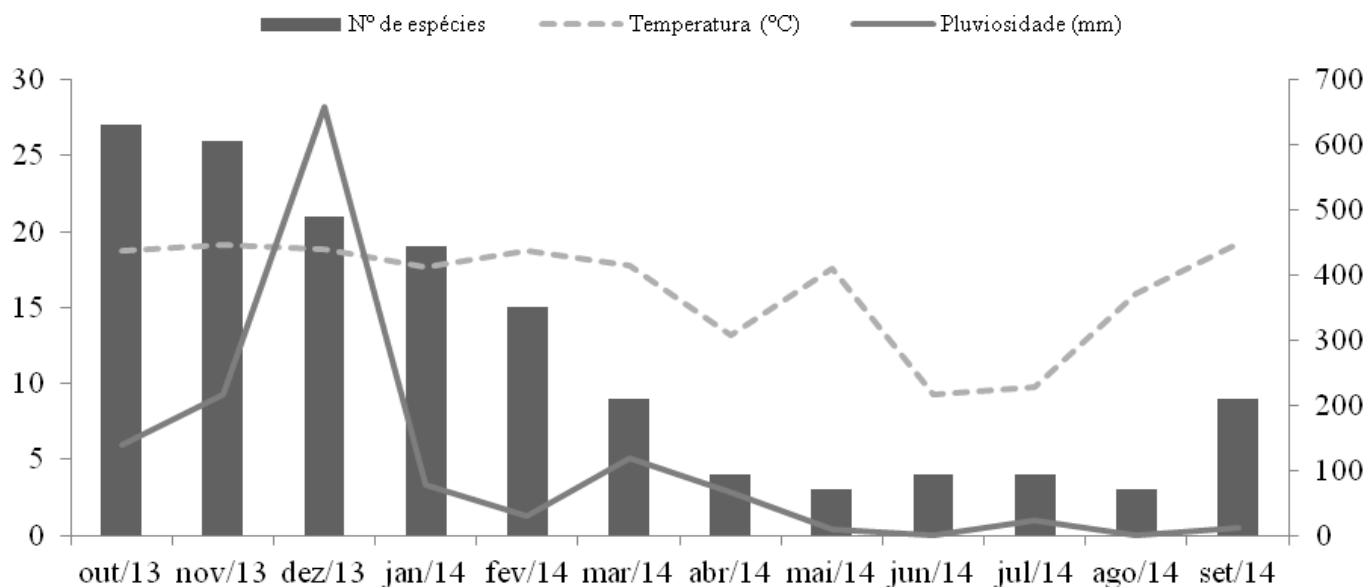


Figura 3 - Relação entre o número de espécies em atividade reprodutiva registradas em cada mês de coleta na Serra dos Alves, Itabira, Minas Gerais, com a temperatura média e pluviosidade mensal.

Tabela 3 - Padrão de atividade de vocalização das espécies coletadas na Serra dos Alves, Itabira, Minas Gerais: PA: Padrão de atividade de vocalização; P: Prolongado; IEC: Início da estação chuvosa; EC: Estação chuvosa; ES: Estação seca; E: Explosivo; I: Indefinido.

Anfíbios Serra dos Alves	out/13	nov/13	dez/13	jan/14	fev/14	mar/14	abr/14	mai/14	jun/14	jul/14	ago/14	set/14	PA
<i>Ischnocnema juipoca</i>		X	X	X									EC
<i>Rhinella crucifer</i>	X	X	X	X				X					EC
<i>Proceratophrys cururu</i>	X												I
<i>Thoropa megatympanum</i>	X	X											IEC
<i>Aplastodiscus cf. cavicola</i>		X											I
<i>Bokermannohyla alvarengai</i>	X	X											IEC
<i>Bokermannohyla saxicola</i>	X	X	X	X									EC
<i>Dendropsophus elegans</i>	X	X	X	X	X				X	X			P
<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	X	X	X	X	X				X	X			EC
<i>Dendropsophus minutus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	P
<i>Dendropsophus seniculus</i>	X												E

Hypsiboas albopunctatus	x	x	x	x	x	x						x	EC
Hypsiboas crepitans	x	x			x								EC
Hypsiboas faber	x	x	x	x	x							x	EC
Hypsiboas polytaenius	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	P
Hypsiboas semilineatus		x	x										I
Phyllomedusa burmeisteri	x	x	x									x	EC
Scinax curicica	x	x	x	x	x	x	x					x	P
Scinax eurydice	x												I
Scinax fuscomarginatus	x	x	x	x	x	x							EC
Scinax fuscovarius	x		x		x								EC
Scinax luizotavioi							x		x	x	x		ES
Scinax aff. perereca			x										I
Physalaemus cuvieri	x	x	x	x	x	x						x	EC
Leptodactylus furnarius	x	x	x	x									EC
Leptodactylus fuscus	x	x	x	x							x	x	EC
Leptodactylus jolyi	x											x	I
Leptodactylus labyrinthicus													I
Leptodactylus latrans	x	x			x								EC
Elachistocleis cesarii	x		x										I
Nº de espécies	27	26	21	19	15	9	4	3	4	4	3	9	

A composição de espécies da Serra dos Alves é semelhante a outras regiões do Espinhaço mineiro, sendo mais similar ao Parque Estadual Mata do Limoeiro (PEML). Ambas as localidades encontram-se no extremo sul do Espinhaço Meridional e muito próximas entre si. Além disso, o PEML é drenado por sub-bacias do Rio Tanque, cuja nascente encontra-se na Serra dos Alves. O grupo formado por Serra dos Alves e PEML é mais próximo do grupo formado pelas localidades que englobam o Quadrilátero Ferrífero (RPPN Caraça, FLOE Uaimi, PE Itacolomi/ EE Tripuí e Serra do Ouro Branco). A PARNA Serra do Cipó encontra-se mais distante, demonstrando menos similaridades com as demais regiões (Figura 4).

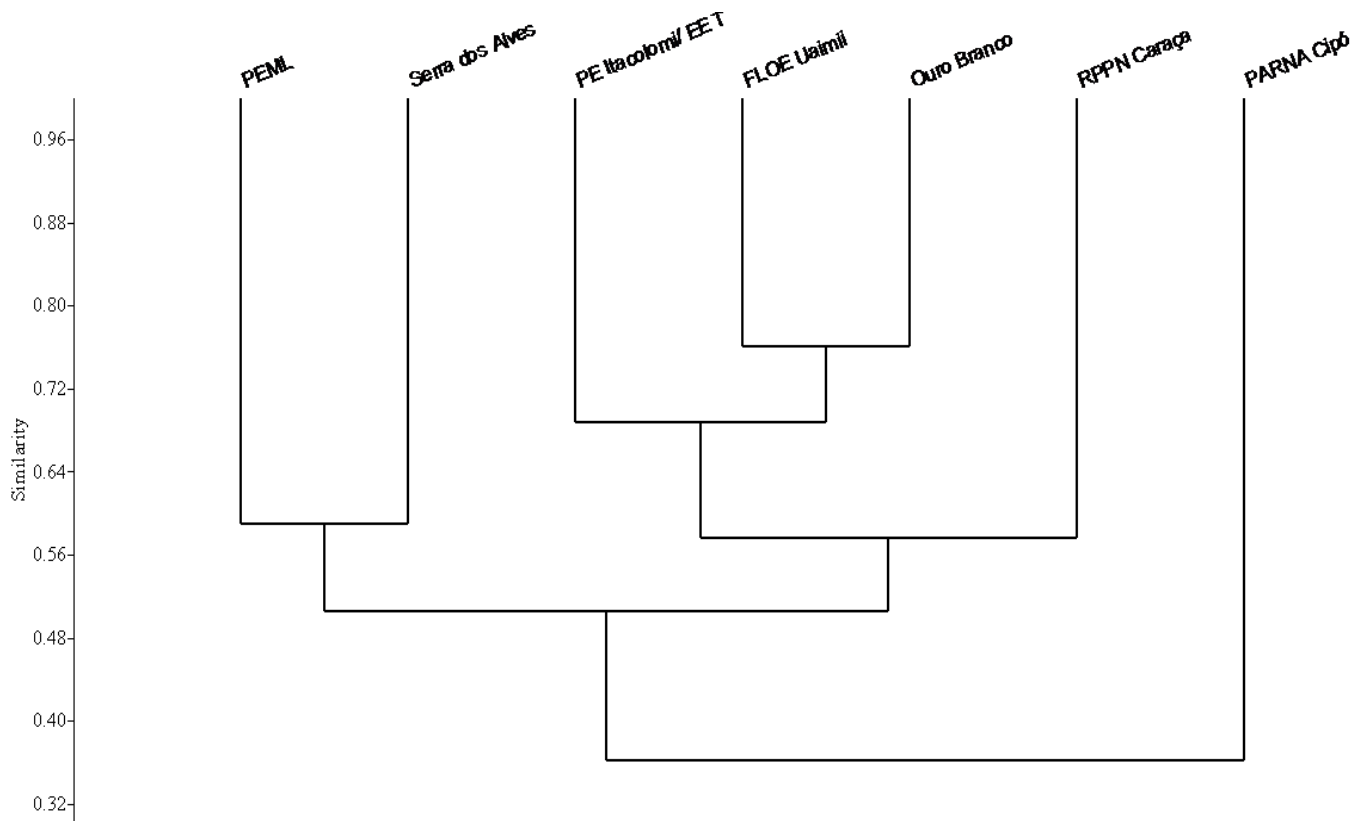


Figura 4 – Dendrograma de similaridade entre as localidades inseridas na Cadeia do Espinhaço no Estado de Minas Gerais: Serra dos Alves, Parque Estadual do Limoeiro (PEML), FLOE Uaimií (Pirani et al. 2013), Serra do Ouro Branco (São-Pedro & Feio 2011), Parque Estadual do Itacolomi e Estação Ecológica do Tripuí (PE Itacolomi/ EET) (Pedralli et al. 2001), Parque Nacional da Serra do Cipó (PARNA Cipó) (Eterovick & Sazima 2004), Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra do Caraça (RPPN Caraça) (Canelas & Bertoluci 2007) utilizando o índice Sorensen pelo método de média não ponderada (UPGMA).

DISCUSSÃO

A riqueza de espécies associada à Cadeia do Espinhaço não está somente ligada à sua amplitude altitudinal e longitudinal, está muito pautada nas relações históricas e ecológicas decorrentes das interações entre os dois biomas que permeiam a região, Cerrado e Mata Atlântica (Leite et al. 2008). O Espinhaço possui uma complexidade de ambientes que vão de áreas abertas a florestas fechadas, possibilitando a existência de

grande diversidade de microambientes e variedade de recursos demonstrados em outros estudos (Pedralli et al. 2001; Canelas & Bertoluci 2007; São Pedro & Feio 2011 e Pirani et al. 2013).

A Serra dos Alves, bem como as demais regiões da Cadeia do Espinhaço, também possui essa complexidade associada à riqueza de espécies. As 31 espécies de anuros encontradas na localidade correspondem a aproximadamente 25% das espécies registradas para a Cadeia do Espinhaço, sendo que dessas, cinco são endêmicas (*P. cururu*, *T. megalotympanum*, *B. alvarengai*, *B. saxicola* e *S. curicica*). *Proceratophrys cururu* e *T. megalotympanum* foram registrados somente para o espinhaço mineiro, não ocorrendo na região do Quadrilátero Ferrífero. As demais espécies endêmicas ocorrem no espinhaço mineiro englobando a região do Quadrilátero (Leite et al. 2008). Dentre as regiões do espinhaço mineiro a Serra dos Alves possui uma riqueza de espécies considerável, sendo superada pela FLOE Uaimií com 36 (Pirani et al. 2013), Serra do Ouro Branco com 47 (São Pedro & Feio 2011) e RPPN Serra do Caraça com 43 (Canelas & Bertoluci 2007).

Ao longo do estudo o ambiente brejo marques (BM) foi o mais rico, com 19 espécies. Esse ambiente é mais diverso com a relação ao número de microambientes dentre os pontos amostrados. A heterogeneidade de um ambiente determina a riqueza de espécies, pois possibilita uma maior diversidade de microambientes (Cardoso et al. 1989; Conte & Rossa-Feres 2006; Silva et al. 2011). Além disso, BM é um ambiente temporário. Esse tipo de ambiente possui mais espécies que os permanentes devido ao reduzido número de predadores para os girinos (Alford 1999; Bertoluci & Rodrigues 2002).

As espécies endêmicas da Cadeia do Espinhaço foram registradas somente no ambiente riacho Dona Luci (RDL), com exceção da *S. curicica* que foi registrada nos BM e LDM. A reprodução de *P. cururu*, *T. megalotympanum*, *B. alvarengai* e *B. saxicola* ocorrem em ambientes de riachos permanentes ou temporários (Pimenta et al. 2014) e o ambiente RDL foi o único riacho amostrado ao longo de todas as campanhas.

A maioria das espécies de anuros da Serra dos Alves está em atividade reprodutiva ao longo da estação chuvosa. Esse padrão de atividade pode ser observado em outros trabalhos (Heyer et al. 1990; Rossa-Feres & Jim 1994; Pombal Jr 1997; Bertoluci 1998, Bernarde & Anjos 1999, Bernarde et al. 1999, Borges & Juliano 2007; Canelas & Bertoluci 2007, São Pedro & Feio 2010, Moura et al. 2012, Pirani et al. 2013). Os

anfíbios são altamente influenciados por fatores abióticos, tais como pluviosidade e temperatura (Eterovick 2003; Werner et al. 2007). A disponibilidade de chuva parece ser o fator abiótico que mais influencia a atividade reprodutiva dos anfíbios (Heyer 1973). Este fato está relacionado com a sensibilidade à dessecação desses animais e com a disponibilidade, e durabilidade dos sítios reprodutivos (Gottsberger & Gruber 2004).

Algumas espécies apresentam atividade de vocalização ao longo de todo o ano, podendo ser contínua ou prolongada como *Dendropsophus elegans*, *Dendropsophus minutus*, *Hypsiboas polytaenius* e *Scinax curucica*. Esse padrão de atividade já foi reportado em outros trabalhos (Prado & Pombal 2005; Abrunhosa et al. 2006; Kwet et al. 2010; Pinheiro et al. 2012; Pugliese et al. 2004). *Thoropa megatympanum* e *Bokermannohyla alvarengai* foram classificadas com atividade de vocalização no início da estação chuvosa, nos meses de outubro e novembro. Em outros estudos essas espécies foram observadas vocalizando durante toda estação chuvosa (de outubro a março) (Caramaschi & Sazima 1984; Eterovick & Sazima 2004; Sazima & Bokermann 1977).

Espécies como *Proceratophrys cururu*, *Aplastodiscus* cf. *cavicola*, *Hypsiboas semilineatus*, *Scinax eurydices*, *Scinax* aff. *perereca*, *Leptodactylus jolyi*, *Leptodactylus labyrinthicus* e *Elachistocleis cesarii* obtiveram classificação indefinida pois, foram registradas uma ou duas vezes, não sendo possível estabelecer um padrão de atividade reprodutiva. Em outros trabalhos *Proceratophrys cururu* foi registrado vocalizando entre os meses finais da estação seca (julho a outubro) e na estação chuvosa (novembro e dezembro) (Eterovick & Sazima 1998; Eterovick & Sazima 2004). Para as demais espécies há registros de atividade reprodutiva nos meses chuvosos de outubro a abril, podendo se estender em alguns casos de acordo com a disponibilidade de água nos sítios reprodutivos (Pimenta et al. 2014; Eterovick & Sazima 2004; Prado & Pombal 2005; Cruz et al. 2009).

Dendropsophus seniculus foi observado em atividade reprodutiva somente no mês de outubro, esse fato pode estar relacionado com o modo reprodutivo característico da espécie. A espécie tem padrão reprodutivo explosivo, ou seja, grande número de indivíduos em atividade reprodutiva logo após as primeiras chuvas (Bertoluci 1998; Carvalho-e-Silva & Bertoluci 2010). A única espécie registrada somente na estação chuvosa foi *Scinax luizotavioi*. Essa espécie é conhecida por apresentar atividade reprodutiva ao longo dos meses frios e secos (Cruz et al. 2009; Pimenta et al. 2014).

Assim como apontado por Leite et al. (2008) e Pirani et al. (2013) as localidades que fazem parte do Quadrilátero Ferrífero (FLOE Uaimií, Serra de Ouro Branco, PE do Itacolomi/ EE Tripií e RPPN Caraça) se agrupam no dendrograma de similaridade formando uma unidades de relevo. O grupo formado por Serra dos Alves e PEML se encontram mais relacionados com o Quadrilátero Ferrífero que com o PARNA Serra do Cipó, apesar da proximidade geográfica. Essa associação pode ser explicada pela influencia dos biomas adjacentes ao Espinhaço (Leite et al., 2008). Tanto o Quadrilátero Ferrífero quanto a região Alves-PEML encontram-se na vertente leste da Cadeia do Espinhaço sofrendo maior influencia do Bioma Mata Atlântica, enquanto que a PARNA Serra do Cipó possui menos áreas de mata e mais áreas de campo rupestre, e encontra-se na vertente oeste do Espinhaço. Além disso, a maior parte dos estudos realizados na Serra do Cipó concentram-se nas áreas de campo rupestre, sendo a porção de Mata Atlântica pouco amostrada (Madeira et al., 2008).

Como o Espinhaço atua não apenas como divisor de bacias, mas também como de biomas, funciona como uma barreira geográfica para muitas espécies típicas de cada formação fitogeográfica (Leite et al., 2008). Dessa forma, a cadeia pode ser o limite de ocorrência para gêneros típicos da Mata Atlântica (e.g. *Phasmahyla*, *Thoropa*, *Crossodactylus*, *Hylodes* e *Cycloramphus*), assim como para espécies características do Cerrado (i.e. *Ameerega flavopicta*, *Hypsiboas lundii* e *Physalaemus centralis*) (Leite et al., 2008).

A Serra dos Alves encontra-se entre duas unidades de conservação de importância nacional e regional (PARNA Serra do Cipó e PE Mata do Limoeiro), podendo servir como um importante corredor ecológico. Os corredores ecológicos são estratégias eficazes de conservação e preservação da flora e fauna (Valeri & Senô 2004) e atuam conectando áreas protegidas através de unidades da paisagem com o objetivo de facilitar o fluxo gênico entre as populações, possibilitando a manutenção dos processos ecológicos e evolutivos viáveis em longo prazo (Santos & Valeriano 2003).

CONCLUSÃO

Esse trabalho foi o primeiro estudo na Serra dos Alves e mostrou que a região é rica em espécies de anfíbios anuros, sendo que dessas, cinco espécies são endêmicas da Cadeia do Espinhaço. Assim como em outros estudos, a riqueza de espécies variou ao longo do ano, tendo relação com alterações ambientais decorrentes de mudanças na temperatura e

na pluviosidade. A maioria das espécies se mostrou ativa ao longo dos meses quentes e chuvosos. A similaridade da Serra dos Alves com as demais regiões do Espinhaço mineiro pode ter relação com influência que os biomas adjacentes exercem na composição faunística de cada região, sendo similar às áreas que sofrem maior influência da Mata Atlântica. A compreensão dos fatores que influenciam a composição faunística de um ambiente e como ela oscila em detrimento de fatores bióticos e abióticos é determinante para o direcionamento das medidas de conservação. A região da Serra dos Alves pode atuar como um importante corredor ecológico entre o PARNA Serra do Cipó e PE Mata do Limoeiro.

REFERÊNCIAS

- Abrunhosa, P. A., Wogel, H., Pombal Jr., J. 2006. **Anuran temporal occupancy in a temporary pond from the Atlantic Rain Forest, South-Eastern Brazil.** Herpetological Journal 16: 115-122.
- Alford, R. A. 1999. Ecology: Resource use, competition and predation. In: Mcdiarmid, R. W. and Altig, R. (Eds), Tadpoles. **The Biology of anuran larvae.** The University of Chicago Press, Chicago, USA, p. 240-247.
- Bernarde, P. A. & Anjos, L. 1999. **Distribuição espacial e temporal da anurofauna no Parque Estadual Mata dos Gody, Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia: Anura).** Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS 12:127-140.
- Bernarde, P. S., Kokubum, M. C. N., Machado, R. A., Anjos, L. 1999. **Uso de habitats naturais e antrópicos pelos anuros em uma localidade no estado de Rondônia, Brasil (Amphibia: Anura).** Act. Amaz. 29: 555-562.
- Bertoluci, J. A. 1998. **Annual patterns of breeding activity in Atlantic Rainforest anurans.** J. Herpetol. 32:607-611.
- Bertoluci, J. & Rodrigues, M. T. 2002. **Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do sudeste do Brasil.** São Paulo. Pap. Avul. Zool. 42(11): 287-297.
- Biodiversitas. 2007. Espinhaço Sempre Vivo: **Diagnóstico do Status do Conhecimento da Biodiversidade e de sua Conservação na Cadeia do Espinhaço.** Fundação Biodiversitas e Conservação Internacional (CI-Brasil). Disponível em <http://www.biodiversitas.org.br/espinhaco/semprevivo.htm>. Acessado em 06/2015.
- Borges, F. J. A. & Juliano, R. F. 2007. **Distribuição espacial e temporal de uma comunidade anuros do município de Morrinhos, Goiás, Brasil (Amphibia:anura).** Neotropical Biology and Conservation 2(1):21-27.
- Canelas, M. A. S. & Bertoluci, J. 2007. **Anuras of Serra do Caraça, southeastern Brazil: species composition and fenological patterns of calling activity.** Porto Alegre. Iheribgia Sér. Zool. 97(1):21-26.

- Caramaschi, U. & Sazima, I. 1984. **Uma nova espécie de Thoropa da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil (Amphibia, Leptodactylidae)**. Rev. Bras. Zool. 2(3): 139-146.
- Cardoso, A. J. & Haddad, C. F. B. 1992. **Diversidade e turno de vocalização de anuros em comunidade neotropical**. Acta zool. Littoana 41:93-105.
- Carvalho-e-Silva, S. P., & Bertoluci, J. 2010. **Dendropsophus seniculus**. **The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2**. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acessado em 06/2015.
- 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.
- Charbonneau, R., Niel, L., Olfert, E., Keyserlingk, M. V., Griffin, G. **CCAC guidelines on: euthanasia of animals used in science**. Canadian Council on Animal Care 1-26.
- Cruz, C. A. G., Feio, R. N., Caramaschi, U. 2009. **Anfíbios do Ibitipoca**. Belo Horizonte: Bicho do Mato Editora 132p.
- Duellman, W. E. & Trueb, L. 1994. **Biology of amphibians**. Baltimore, McGraw-Hill 642p.
- Eterovick, P. C. 2003. **Distribution of anuran species among montane streams in south-eastern Brazil**. Journal of Tropical Ecology 19: 219-228.
- Eterovick, P. C. & Sazima, I. 1998. **New species of Proceratophrys (Anura: Leptodactylidae) from southeastern Brazil**. Copeia 1998(1): 159-164.
- Eterovick, P. C. & Sazima, I. 2000. **Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat and predation**. Amphibia-Reptilia 21:439-461.
- Eterovick, P. C. & Sazima, I. 2004. **Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais – Amphibians from Serra do Cipó, Minas Gerais. 1ª ed., Belo Horizonte**. Ed. PUC Minas 1, 152p.

- Fonseca, R. A. M., Gonçalves, M. A. F., Nascimento, L. B. 2011. **New state record and distribution map of *Dendropsophus giesleri* (Mertens, 1950) in Serra do Espinhaço mountain range, Brazil.** Herpetology Notes, v. 4, p. 143–144.
- Gontijo, B. M. 2009. **Uma geografia para Cadeia do Espinhaço.** Megadiversidade 4(1-2): 7-14.
- Gottsberger, B. & Gruber, E. 2004. **Temporal partitioning of reproductive activity in a neotropical anuran community.** J. Trop. Ecol. 20: 271-280.
- Haddad, C. F. B., Pombal JR, J. P., Batistic, R. F. 1994. **Natural hybridization between diploid and tetraploid species of Leaf-frogs, genus *Phyllomedusa* (Amphibia).** J. Herpetol. 28:425-430.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. 2001. **PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis.** Paleontologia Electronica, 4(1):9pp.
- Heyer, W. R. 1973. **Ecological interactions of frogs larvae at a seasonal tropical location in Thailand.** J. Herpet. 7: 337-361.
- 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.
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmind, R. W., Hayek, L. C., Foster, M. S. 1994. **Measuring and Monitoring Biological Diversity.** Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution.
- Köppen, W., Geiger, R., Borchartd, W., Wegener, K. 1930. **Handbuch der klimatologie.** Berlin, Germany: Gebrüder Borntraeger, 1930.
- Krebs, C. J. 1999. **Ecological Methodology.** Menlo Park: Addison Wesley Longman, 620p.
- Kwet, A., Lingnau, R., Di-Bernardo, M. 2010. **Anfíbios da Serra Gaúcha, Sul do Brasil.** 2ª ed. Porto Alegre: University of Tübingen, editora da PUCRS 148p.

- Leite, F. S., Juncá, F. A., Eterovick, P. C. 2008. **Status do Conhecimento, Endemismo e Conservação de Anfíbios Anuros da Cadeia do Espinhaço, Brasil.** Megadiversidade 4(1-2):158-176.
- Madeira, J. A., Ribeiro, K. T., Oliveira, M. J. R., Nascimento, J. S., Paiva, C. L. 2008. **Distribuição espacial do esforço de pesquisa biológica na Serra do Cipó, Minas Gerais: subsídios ao manejo das unidades de conservação da região.** Megadiversidade 4(1-2): 257-271.
- Moura, M. R., Motta, A. P., Fernandes, V. D., Feio, R. N. 2012. **Herpetofauna da Serra do Brigadeiro, um remanescente de Mata Atlântica em Minas Gerais, sudeste do Brasil.** Biot. Neot. 12(1): 1-27.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., Kent, J. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature 403: 853-858.
- Pedralli, G., Guimarães-Neto, A. S., Teixeira M. C. B. 2001. **Disversidade de anfíbios na região de Ouro Preto.** Ciência Hoje, 30(178):70-76.
- Pimenta, B., Costa, D., Murta-Fonseca, R., Pezzuti, T. 2014. **Anfíbios: Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim: Minas Gerais.** Belo Horizonte: Bicho do Mato, 196p.
- Pinheiro, P. D. P., Pezzuti, T. L., Garcia, P. C. A. 2012. **The tadpole and vocalizations of *Hypsiboas polytaenius* (Cope, 1870) (Anura: Hylidae).** South American Journal of Herpetology 7(2): 123-133.
- Pirani, R. M., Nascimento, L. B., Feio, R. N. 2013. **Anurans in a Forest remnant in the transition zone between cerrado and atlantic rain Forest domains in southeastern Brazil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, 85(3): 1093-1104.
- 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(4):583-594.
- Prado, G. M. & Pombal Jr., J. P. 2005. **Distribuição espacial e temporal dos anuros em um brejo da Reserva Biológica de Duas Bocas, Sudeste do Brasil.** Arquivos do Museu Nacional 63(4): 685-705.

- Pugliese, A., Pombal Jr., J. P., Sazima, I. 2004. **A new species of Scinax (Anura: Hylidae) from rock montane fields of Serra do Cipó, Southeastern Brazil.** Zootaxa 688: 1-15.
- Rossa-Feres, D. C. & Jim, J. 1994. **Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo.** Revista Brasileira de Biologia 54(2):323-334.
- Saadi, A. 1995. **A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e suas margens.** Geonomos 3(1): 41-63.
- Santos, J. S. M. & Valeriano, D. D. M. 2003. **Análise da paisagem de um corredor ecológico na Serra da Mantiqueira.** MAIA 528: 7.
- 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.
- 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.** CheckList, 7(5): 671-680.
- Sazima, I. & Bokermann, W. C. A. 1977. **Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil 3: observações sobre a biologia de Hyla alvarengai Bok. (Anura, Hylidae).** Rev. Bras. Biol. 37(2): 413-417.
- Segalla, M. V., Caramaschi, U., Cruz, C. A. G., Grant, T., Haddad, C. F. B., Langone, J. A., Garcia, P. C. de A. 2014. **Brazilian Amphibians: List of Species.** Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br/index.php/anfibios>. Acessado em 06/2015.
- Silva, R. A., Martins, I. A., Rossa-Feres, D. C. 2011. **Environmental heterogeneity: Anura diversity in homogeneous environments.** Zoologia 28(5): 610-618.
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciências e a Cultura. 2005. **Biosphere Reserve Information: Espinhaço Range.** Disponível em <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=BRA+06&mode=all>. Acessado em 06/2015.

Valeri, S. V. & Senô, M. A. A. F. 2004. **A importância dos corredores ecológicos para a fauna e a sustentabilidade de remanescentes florestais.** XVIII Congresso Internacional de Direito Ambiental, São Paulo. Anais Eletrônicos. ONG Planta Verde, São Paulo.

Vieira, W. L. da 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.

Werner, E. E., Skelly, D. K., Relyea, R. A., Yurewicz, K. L. 2007. **Amphibian species richness across environmental gradients.** Oikos 116: 1697-1712.

RESULTADOS

CAPÍTULO 2: DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE PROCERATOPHRYS CURURU ETEROVICK & SAZIMA, 1998 (ANURA: ODONTOPHRYNIDAE) NA CADEIA DO ESPINHAÇO, BRASIL.

Adriana Castro Rodrigues, Emanuel Teixeira da Silva & Renato Neves Feio

INTRODUÇÃO

O gênero *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura: Odontophrynidae) é composto por 40 espécies distribuídas entre o leste e sul do Brasil, nordeste da Argentina e Paraguai, com possível extensão para Bolívia adjacente à fronteira com o Brasil (Frost 2015). Estas espécies têm sido agrupadas em grupos fenéticos não recuperados como monofíeticos em estudos recentes (Amaro et al. 2009; Teixeira Jr. et al. 2012). O grupo *Proceratophrys cristiceps* é caracterizado pela ausência de apêndices palpebrais e dilatação pós ocular (Giaretta et al. 2000) e é representado por onze espécies (*P. aridus* Cruz, Nunes & Juncá, *P. caramaschii* Cruz, Nunes & Juncá, *P. carranca* Godinho et al., *P. concavitympanum* Giaretta, Bernarde & Kokubum, *P. cristiceps* (Müller), *P. cururu* Eterovick & Sazima, *P. goyana* (Miranda-Ribeiro), *P. huntingtoni* Ávila, Pansonato & Strüssmann, *P. moratoi* (Jim & Caramaschi), *P. strussmannae* Ávila, Kawashita-Ribeiro & Morais e *P. vielliardi* Martins & Giaretta), que ocorrem em formações vegetais abertas do Cerrado e Caatinga (Cruz et al. 2012), incluído os campos rupestres da Serra do Espinhaço (Eterovick & Silvano 2004; Teixeira Jr. et al. 2012).

A espécie *P. cururu* é endêmica da Serra do Espinhaço Meridional em Minas Gerais, Brasil (Leite et al. 2008) e encontra-se classificado como deficiente de dados (DD) na lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (Eterovick & Silvano 2004). É uma espécie terrícola de hábitos noturnos que ocupa riachos permanentes ou temporários, típicos dos campos rupestres (Eterovick & Sazima 2004). Os machos geralmente vocalizam em frestas ou enterrados, e a reprodução ocorre no fim da estação seca (julho a outubro) e durante a estação chuvosa (novembro a dezembro) (Eterovick & Sazima 2004). Além da localidade-tipo (Parque Nacional da Serra do Cipó, municípios de Itambé do Mato Dentro, Jaboticatubas, Morro do Pilar e Santana do Riacho), *P. cururu* também é conhecido para o Parque Estadual do Rio Preto, município de São Gonçalo do Rio Preto, cerca de 125 km ao norte na Cadeia do Espinhaço (Leite et al. 2006; 2008).

A Serra do Espinhaço possui 1.000 km de extensão, começando no município de Ouro Preto, Minas Gerais até o norte do município de Jacobina, Bahia. Dois dos principais hotspots para conservação, Cerrado e Mata Atlântica (Gontijo 2009) são separados pelos conjuntos de serras que compõem a Cadeia. Além disso, ela atua como divisor de águas, separando as bacias do Rio São Francisco das bacias costeiras (Rio Doce,

Jequitinhonha, Mucuri, Pardo, Paraguaçu e de Contas)(Saadi 1995). O Espinhaço pode ser dividido em dois compartimentos de planaltos (Planalto Meridional e Setentrional) separados nitidamente por uma zona de depressão na região de Couto de Magalhães e Diamantina, Minas Gerais (Saadi 1995).

Nos últimos anos, um novo conjunto de técnicas de análise biogeográfica tem ganhado força: a modelagem de distribuição de espécies (species distribution modeling - SDM). Estes modelos, também chamados modelos de nicho ecológico, são baseados na distribuição dos pontos de ocorrência conhecidos de uma espécie no subespaço de condições abióticas de seu nicho ecológico, podendo ser utilizado para estimar a distribuição geográfica potencial da espécie, levando em consideração extrapolações de características ambientais dos seus locais conhecidos de ocorrência (De Marco Jr. & Siqueira 2009; Giannini et al. 2012). Grande parte dos estudos de modelagem de nicho são focados em espécies de ampla distribuição geográfica (Siqueira & Durigan 2007; Phillips et al. 2006; Ron 2005). No entanto, mais recentemente, trabalhos com espécies raras e de distribuição restrita vêm sendo publicados (Engler et al. 2004; Guisan et al. 2006; Peterson & Papes 2006; Papes & Gaubert 2007; Giovanelli et al. 2008; Costa et al. 2015).

Para a conservação é importante ter conhecimento aprofundado a respeito da biologia e história natural das espécies, além disso, é de suma importância o conhecimento sobre a distribuição geográfica e potencial das mesmas (Papes & Gaubert 2007). Poucos estudos de modelagem foram realizados para espécies endêmicas da Serra do Espinhaço (e.g. Pena et al. 2014) ou com ocorrência nesta região (Costa et al. 2015).

Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo ampliar o conhecimento sobre a distribuição geográfica real e potencial de *Proceratophrys cururu* ao longo da Serra do Espinhaço usando modelos preditivos de distribuição para estimar a área potencial de ocorrência da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Registros de ocorrência

Os registros de *Proceratophrys cururu* foram obtidos na literatura publicada (Eterovick & Sazima 1998, Eterovick & Sazima 2000, Eterovick et al. 2005, Leite et al. 2006, Amaro et al. 2009) e na coleção herpetológica da Universidade Federal de Minas Gerais

(CHUFMG). Além disso, um novo registro foi feito durante as coletas de dados na Serra dos Alves (Tabela 1). No processo de modelagem, as amostras não são os registros individuais, e sim as células do raster onde a espécie está presente (Costa et al. 2015). Dessa forma, para um grupo de registros com localização muito próxima, a ponto de possuírem os mesmos valores das variáveis ambientais preditoras (veja a seguir), somente um único registro foi selecionado, evitando assim a redundância.

Variáveis preditoras

Inicialmente foram consideradas como potenciais preditoras 19 variáveis bioclimáticas e a altitude (m), definidas em uma escala de 30 arc-segundos ($\approx 1 \text{ km}^2$), obtidas da base de dados do WorldClim, versão 1.4 (Hijmans et al. 2005, <http://www.worldclim.org/>). A seleção das variáveis preditoras foi realizada por meio de teste de correlação simples (Nori et al. 2011), sendo eliminadas aquelas altamente correlacionadas para a área de estudo ($r > 0.8$), como forma de evitar a sobreparametrização do modelo com variáveis redundantes. Dessa forma, foram utilizadas como preditoras as seguintes variáveis: bio 3 – isothermalidade (bio 2/bio 7) x 100; bio 4 – sazonalidade da temperatura (desvio padrão x 100); bio 7 – variação anual da temperatura ($^{\circ}\text{C}$); bio 9 – temperatura média do trimestre mais seco ($^{\circ}\text{C}$); bio18 – precipitação do trimestre mais quente (mm); bio 19 - precipitação do trimestre mais frio (mm); e alt – altitude (m).

Construção e avaliação dos modelos

Os modelos foram gerados utilizando as funções dos pacotes biomod2 (Thuiller et al. 2009, 2014), raster (Hijmans 2013), sp (Pebesma & Bivand 2005, Bivand et al. 2013), parallel (R Core Team, 2014) e reshape (Wickham 2007), implementados no programa de uso livre R 3.2.0 para Windows (R Core Team 2014), utilizando a interface RStudio (<http://www.rstudio.com/>). Os polígonos utilizados foram obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (<http://mapas.ibge.gov.br>). Os mapas obtidos foram editados utilizando o programa de uso livre Q.GIS versão 2.6.1 (<http://hub.qgis.org/>).

Foram utilizados três algoritmos de modelagem: Surface Range Envelop (SRE), também conhecido como Bioclim (Nix 1986; Busby 1991); Modelos Lineares Generalizados (GLM) (Guisan et al. 2002); e Maximum Entropy (maxent) (Phillips et al.; 2006; t/). Os parâmetros dos algoritmos foram selecionados em seu modo “default” (para detalhes acesse a vignette do pacote biomod 2 em <http://cran.r->

project.org/web/packages/biomod2/index.html). Para todos os modelos de cada algoritmo foram realizadas 30 réplicas, totalizando 90 modelos, utilizando em cada uma 75% dos dados para treino e 25 % para teste, selecionados pelo método de validação cruzada (cross-validation; Fielding & Bell 1997; Franklin 2009) e 1.000 pseudoausências, selecionadas aleatoriamente a partir do background (Franklin 2009). A importância das variáveis para os modelos de cada algoritmo e para os modelos consenso (ver abaixo) foi estimada entre cinco permutações, sendo consideradas mais importantes as variáveis com mais de 10% de importância (média entre permutações).

Diferentes algoritmos de modelagem podem resultar em diferentes representações da distribuição de uma espécie (Araújo & New 2007; Diniz-Filho et al. 2009). Assim, foram elaborados modelos de consenso total entre réplicas de todos os algoritmos, utilizando-se o método “all” da função “BIOMOD_EnsembleModeling”, e também modelos de consenso entre réplicas de cada algoritmo em separado, utilizando-se o método “algo” (Thuiller et al. 2014). O desempenho dos modelos foi avaliado pela métrica True Skilled Statistics (TSS) (Allouche et al. 2006). A TSS é uma estatística dependente de limiar que varia de -1 a +1, onde valores negativos ou próximos de zero representam distribuições semelhantes a uma distribuição aleatória, enquanto valores próximos de +1 representam acordo perfeito entre as distribuições observada e modelada (Silva et al. 2014). Modelos considerados aceitáveis atingem o valor mínimo de TSS = 0,5, enquanto modelos excelentes atingem TSS mínimo de 0,7 (Fielding & Bell 1997). Dessa forma, para a elaboração dos modelos consenso foram utilizadas somente as réplicas de cada algoritmo com TSS > 0,7.

Foram elaborados três tipos de modelos consenso: (1) média das probabilidades (mean of probabilities - MP) que considera a adequabilidade média entre as réplicas dos modelos; (2) coeficiente de variação das probabilidades (CV) que considera o coeficiente de variação das probabilidades de ocorrência entre os algoritmos - uma medida da incerteza dos modelos; (3) média da tendência central (models committee averaging CA) que considera as médias das previsões binárias (presença e ausência), obtidas pela transformação dos modelos contínuos de cada algoritmo em modelos binários a partir de um limiar definido (TSS > 0,7). Nesse método, quanto mais próxima de zero for a previsão de ocorrência, menor será o consenso entre os modelos, e quanto mais próxima de um, maior o consenso entre os modelos. O consenso (1) foi elaborado

para cada algoritmo em separado e também entre todos os algoritmos, e os consensos (2) e (3) somente entre todos os algoritmos.

RESULTADOS

Novos registros

Proceratophrys cururu é reportado para cinco novas localidades no Espinhaço Meridional (Tabela 1; Figura 1), nos municípios de Diamantina (APA Pau de Fruta, Serra d'Antas e Parque Nacional das Sempre Vivas), Itabira (Serra dos Alves), Santo Antônio do Itambé (Parque Estadual do Pico do Itambé) e Serro (distrito de Milho Verde). O registro na Serra dos Alves estende a distribuição da espécie em 26 km ao sul da localidade-tipo, sendo o registro mais meridional da espécie. O registro no Parque Nacional das Sempre Vivas estende a distribuição de *P. cururu* em 64 km a noroeste do Parque Estadual do Rio Preto, tornando-se assim o registro mais setentrional da espécie.

Tabela 1 – Localidades de registro de *Proceratophrys cururu* ao longo da Serra do Espinhaço Meridional, incluindo novo registro para o município de Itabira (Serra dos Alves).

Localidade	Latitude	Longitude
APA Pau-de-fruta	-18.274106	-43.681297
Cardeal Mota	-19.328396	-43.618915
Milho Verde	-18.524546	-43.449035
Morro Redondo, Parque Estadual do Rio Preto	-18.213333	-43.335389
Parque Estadual Pico do Itambé	-18.380694	-43.335011
Parque Nacional das Sempre Vivas	-17.78644	-43.7829
Parque Nacional Serra do Cipó	-19.289722	-43.593889
Parque Nacional Serra do Cipó	-19.281111	-43.582778
Parque Nacional Serra do Cipó	-19.294722	-43.568056
Parque Nacional Serra do Cipó	-19.257222	-43.543611
Parque Nacional Serra do Cipó	-19.289722	-43.592222
Serra D'Anta	-18.246897	-43.738664
Serra do Cipó	-19.260009	-43.540292
Serra do Cipó	-19.258092	-43.534897
Serra do Cipó	-19.283333	-43.583333
Serra dos Alves	-19.293037	-43.282298

Distribuição potencial

O modelo de distribuição gerado pelo algoritmo SRE (Bioclim) foi o único com valor de TSS abaixo de 0,7 (Tabela 2), enquanto que os gerados por GLM e Maxent atingiram valores acima de 0,7, mostrando excelente desempenho (Tabela 2). O modelo gerado pelo consenso que mostra a média das adequabilidades entre os algoritmos atingiu um TSS de 0,991 e o consenso entre os modelos de presença e ausência obteve um TSS de 0,990.

Tabela 2 - Valores de TSS e número de réplicas com TSS > 0,7 utilizadas na elaboração dos modelos de distribuição potencial de *Proceratophrys cururu*. MP = consenso média das probabilidades; MTC = consenso média da tendência central.

Modelo	TSS	Réplicas (n)
Bioclim (MP)	0,695	8
GLM (MP)	0,991	30
MaxEnt (MP)	0,947	30
Consenso total (MP)	0,991	08 (Bioclim) 30 (GLM)
Consenso total (MTC)	0,990	30 (MaxEnt)

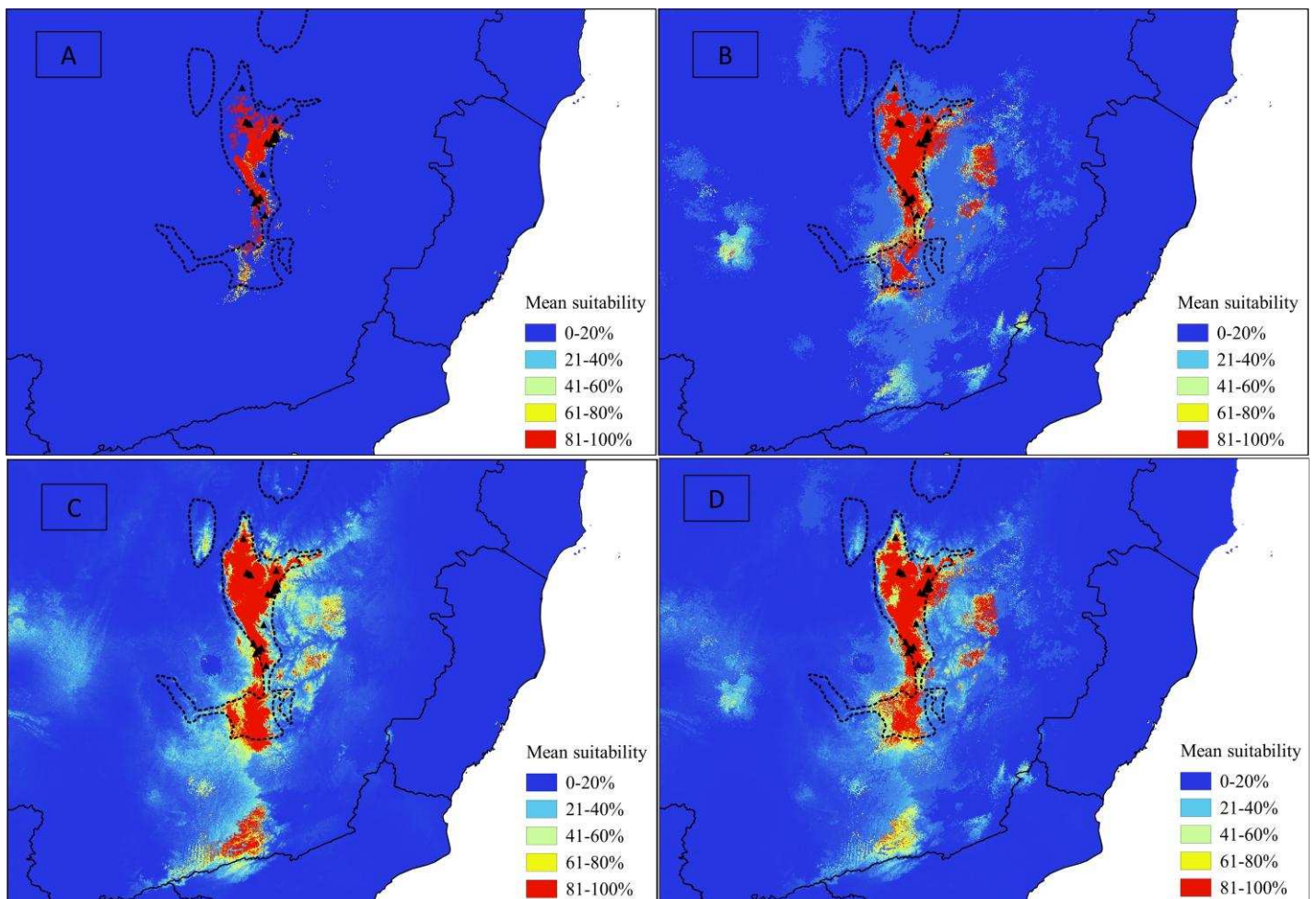
As variáveis ambientais com importância acima de 10% em pelo menos dois algoritmos, são consideradas importantes para explicar a distribuição potencial de *P. cururu*. Nesse caso elas foram bio3 (isotermalidades), bio4 (sazonalidade da temperatura), bio9 (temperatura média do trimestre mais seco), bio19 (precipitação do trimestre mais frio) (Tabela3).

Tabela 3 - Importância (%) das variáveis ambientais explicativas dos modelos de distribuição potencial de *P. cucuru*.

Variáveis	Bioclim	GLM	Maxent
Altitude	7,19	7,77	0,22
bio3 – isotermalidade	14,61	26,21	25,76
bio4 – sazonalidade da temperatura	11,22	16,04	23,37
bio7 – variação anual da temperatura	11,47	2,76	0,04
bio9 – temperatura média do trimestre mais seco	15,46	13,88	23,60

bio18 – precipitação do trimestre mais quente	16,02	2,01	1,33
bio19 – precipitação do trimestre mais frio	24,04	31,32	25,68

Os modelos demonstraram uma grande adequabilidade ambiental e probabilidade de ocorrência de *P. cururu* no Espinhaço meridional, o que corresponde aos registros já encontrados da espécie e observa-se essa mesma adequabilidade e probabilidade de ocorrência para o Quadrilátero Ferrífero. Há também uma projeção de áreas adequadas na região da Mantiqueira e em partes do leste de Minas Gerais (Figura 1).



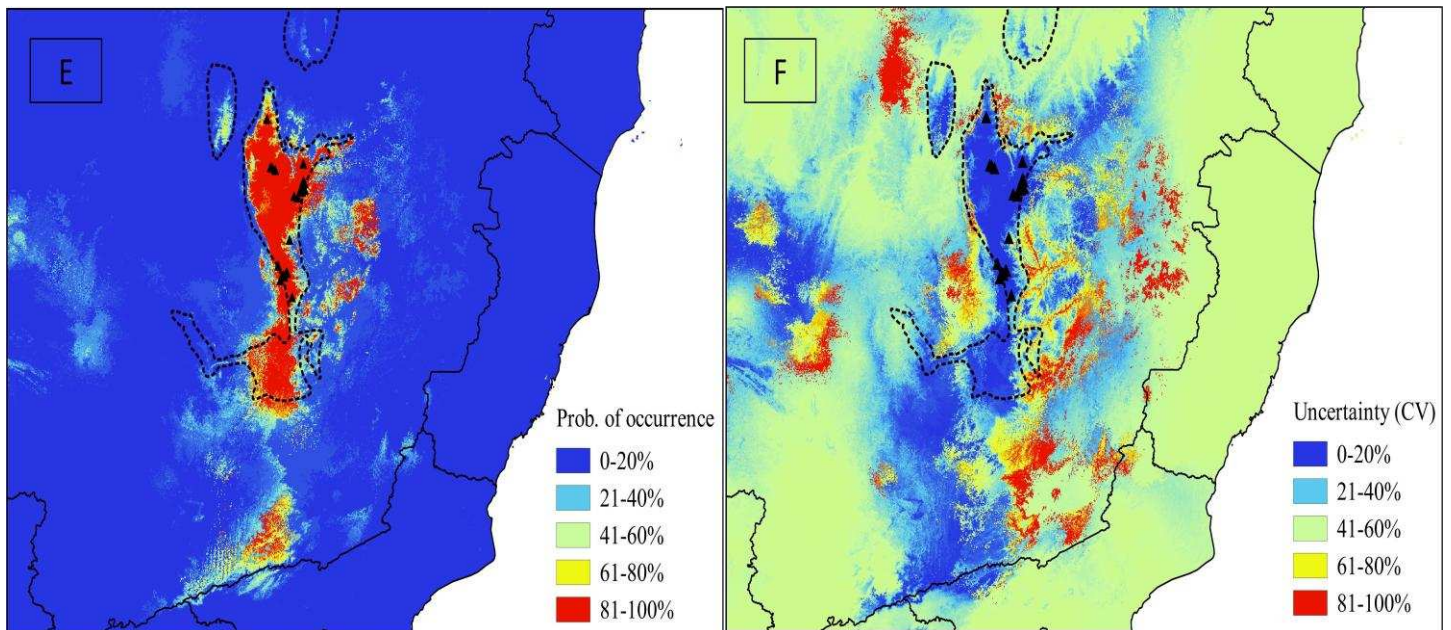


Figura 1 - Modelos de distribuição potencial (A: Bioclim; B: GLM; C: Maxent; D: consenso média de adequabilidade entre os algoritmos; E: consenso probabilidade de ocorrência entre os algoritmos; F: consenso incerteza entre os algoritmos).

DISCUSSÃO

O uso de variáveis bioclimáticas na modelagem preditiva de distribuição de espécies é muito útil principalmente em relação aos anfíbios (Vitt & Caldwell 2009). Esse grupo é muito suscetível a alterações abióticas, principalmente com relação a mudanças de pluviosidade e temperatura (Eterovick 2003; Werner et al. 2007). A maioria das espécies apresenta comportamento sazonal, tendo sua reprodução associada com os meses mais quentes e úmidos (Heyer et al. 1990; Duellman & Trueb 1994; Borges & Juliano 2007; Canelas & Bertoluci 2007, São Pedro & Feio 2010).

Os modelos gerados são representações das localidades que possuem as condições satisfatórias para ocorrência das espécies de acordo com os dados lançados na análise, sofrendo influencia direta dos dados amostrais de entrada (Giannini et al. 2012). Este fato pode afetar diretamente os resultados de análises com espécies raras ou deficientes de dados, devido a pouca disponibilidade de registros geográficos confiáveis (Giovanelli et al. 2008). Por isso é importante ressaltar que essa ferramenta deve ser usada no direcionamento de esforços de coleta e não como um mapa real de distribuição da espécie (Pearson et al. 2007).

Como o esperado os modelos indicaram adequabilidade ambiental e probabilidade de ocorrência de *P. cururu* no Espinhaço Meridional, região onde se encontram todos os registros da espécie. No entanto, foi indicadas adequabilidade e probabilidade de ocorrência da espécie no Quadrilátero Ferrífero, onde ainda não ocorreu nenhum registro. O Quadrilátero Ferrífero, assim como o restante do Espinhaço Meridional, apresenta características favoráveis a ocorrência de *P. cururu*, pois também é uma área de transição entre Mata Atlântica e Cerrado, com ocorrência de regiões de campo rupestre e abundância de recursos hídricos (Saadi et al. 1992), possuindo em seu território vários riachos permanentes e temporários propícios para reprodução e perpetuação da espécie (Eterovick & Sazima 1998; Eterovick & Sazima 2004).

Os modelos também projetam uma adequabilidade e probabilidade de ocorrência de *Proceratophrys cururu* em áreas da Mantiqueira e em partes do leste de Minas Gerais, o que pode ser em decorrência do erro de sobreprevisão. Esse erro consiste na previsão de ocorrência em uma área onde não há registro da espécie e pode estar associado a três fatores: 1) a área é passível de ocorrência da espécie, mas necessita de mais esforço amostral; 2) a área é habitável, mas fatores ecológicos e históricos (capacidade de dispersão, competição/predação, barreiras geográficas) impossibilitam o estabelecimento da espécie na região; 3) a área é realmente inabitável, o que consiste no verdadeiro erro de sobreprevisão (Giannini et al. 2012). O fato dos modelos indicarem adequabilidade e probabilidade de ocorrência de *P. cururu* na Mantiqueira pode estar relacionado com a presença de espécies próximas filogeneticamente, que ocupam habitats e sítios reprodutivos semelhantes (Giovanelli et al. 2008).

O conhecimento da biologia, história natural e distribuição geográfica das espécies é muito importante para conservação (Papes & Gaubert 2007). As localidades previstas são regiões muito importantes para economia do Brasil, pois são áreas ricas em recursos minerais, principalmente minério de ferro, e são intensamente exploradas para retirada desse recurso (Saadi 1995), restando poucas áreas preservadas. Em relação a áreas de proteção integrada existem apenas 2,6% do território protegido (Silva et al. 2008).

CONCLUSÃO

Os modelos projetaram adequabilidade ambiental e probabilidade de ocorrência de *Proceratophrys cururu* no Espinhaço Meridional, onde já existem registros, e Quadrilátero Ferrífero, região que ainda não possui registro da espécie. Os dados de

entrada influenciam muito os modelos gerados, por isso deve-se ter cautela na interpretação dos dados, principalmente em relação a espécies raras e deficientes de dados. Dessa forma, os modelos gerados podem servir de base para o direcionamento de esforços de coleta, para que a ampliação do conhecimento a cerca da distribuição de P. cururu seja verificado nas localidades preditas.

REFERÊNCIAS

- Amaro, R. C., Pavan, D. & Rodrigues, M.T. 2009. **On the generic identity of *Odontophrynus moratoi* Jim & Caramaschi, 1980 (Anura, Cycloramphidae).** *Zootaxa*, 2071, 61–68.
- Allouche, O., Tsoar, A., Kadmon, R. 2006. **Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS).** *Journal of Applied Ecology* 43: 1223-1232.
- Araújo, M. B. & New, M. 2007. **Ensemble forecasting of species distributions.** *Trends in Ecology and Evolution* 22: 42-47.
- Borges, F. J. A. & Juliano, R. F. 2007. **Distribuição espacial e temporal de uma comunidade anuros do município de Morrinhos, Goiás, Brasil (Amphibia:anura).** *Neotropical Biology and Conservation* 2(1):21-27.
- Biodiversitas. 2007. Espinhaço Sempre Vivo: **Diagnóstico do Status do Conhecimento da Biodiversidade e de sua Conservação na Cadeia do Espinhaço.** Fundação Biodiversitas e Conservação Internacional (CI-Brasil). Disponível em <http://www.biodiversitas.org.br/espinhaco/semprevivo.htm>. Acessado em 07/2015.
- Bivand, R. S., Pebesma, E., Gomez-Rubio, V. 2013. **Applied spatial data analysis with R**, Second edition. Springer, NY.
- Busby, J. R. 1991. BIOCLIM. **A bioclimatic analysis and prediction system**; pp. 64-68. In: C. R. Margules and M. P. Austin (Eds.), *Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and Data Analysis*. CSIRO, Melbourne.
- Canelas, M. A. S. & Bertoluci, J. 2007. **Anuras of Serra do Caraça, southeastern Brazil: species composition and fenological patterns of calling activity.** *Porto Alegre. Iheribgia Sér. Zool.* 97(1):21-26.
- Costa, H. C., Rezende, D. T., Molina, F. B., Nascimento, L. B., Leite, F. S., Fernandes, A. P. B. 2015. **New distribution records and potentially suitable áreas for the threatened snake-necked turtle *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae).** *Chelonian Conservation and Biology* 14(1): 88-94.

- Cruz, C. A. G., Nunes, I. & Juncá, F. A. 2012. **Redescription of *Proceratophrys cristiceps* (Müller, 1883) (Amphibia, Anura, Cycloramphidae), with description of two new species without eyelid appendages from northeastern Brazil.** South America Journal of Herpetology, 7, 110–122.
- Diniz-Filho, J. A. F., Bini, L.M., Rangel, T. F. L. V. B., Loyola, R. D., Hof, C., Nogueira-Bravo, D., Araújo, M. B. 2009. **Partitioning and mapping uncertainties in ensembles of forecasts of species turnover under climate change.** Ecography 32: 897–906.
- Duellman, W. E. & Trueb, L. 1994. **Biology of amphibians.** Baltimore, McGraw-Hill 642p.
- Engler, R., Guisan, A., Rechsteiner, L. 2004. **An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data.** Journal of Applied Ecology 41: 263-274.
- Eterovick, P. C. & Sazima, I. 1998. **New species of *Proceratophrys* (Anura: Leptodactylidae) from southeastern Brazil.** Copeia 1998(1): 159-164.
- Eterovick, P. C. & Sazima, I. 2000. **Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation.** Amphibia-Reptilia 21(4): 439-461.
- Eterovick, P. C. 2003. **Distribution of anuran species among montane streams in south-eastern Brazil.** Journal of Tropical Ecology 19: 219-228.
- Eterovick, P. C. & Sazima, I. 2004. **Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais – Amphibians from Serra do Cipó, Minas Gerais.** 1ª ed., Belo Horizonte. Ed. PUC Minas 1, 152p.
- Eterovick, P. C., Carnaval, A. C. O. Q., Borges-Nojosa, D. M., Silvano, D. L., Segalla, M. V., Sazima, I. 2005. **Amphibian declines in Brazil: an overview.** Biotropica 37(2):166-179.
- Fielding, A. H. & Bell, J. F. 1997. **A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models.** Environmental Conservation 24: 38–49.

Franklin, J. 2009. **Mapping species distributions - Spatial inference and prediction**. Cambridge: Cambridge University Press 320 p.

Frost, D. R. 2015. **Amphibian Species of the World: na Oline Reference. Versio 6. America Museum of Natural History, New York, USA**. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Acessado em 07/2015.

Giannini, T. C., Siqueira, M. F., Acosta, A. L., Barreto, F. C. C., Saraiva, A. M., Alves-dos-Santos, I. 2012. **Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies**. *Rodriguésia* 63(3): 733-749.

Giaretta, A. A., Bernarde, P. S., Kokubum, M. N. C. 2000. **A new species of Proceratophrys (Anura: Leptodactylidae) from the Amazon rain Forest**. *Journal of Herpetology*, 34: 173-178.

Giovanelli, J. G. R., Araujo, C. O., Haddad C. F. B., Alexandrino, J. 2008. **Modelagem do nicho ecológico de Phyllomedusa ayeaye (Anura: Hylidae): previsão de novas áreas de ocorrência para uma espécie rara**. *Neotropical Biology and Conservation* 3(2): 59-65.

Godinho, L. B., Moura, M. R., Lacerda, J. V. A., Feio, R. N. 2013. **A new species of Proceratophrys (Anura: Odontophrynidae) from the middle São Francisco River, southeastern Brazil**. *Salamandra* 49(2): 63-73.

Gontijo, B. M. 2009. **Uma geografia para Cadeia do Espinhaço**. *Megadiversidade* 4(1-2): 7-14.

Guisan, A., Broennimann, O., Engler, R., Vust, M., Yoccoz, N. G., Lehmann, A., Zimmermann, N. E. 2006. **Using nichebased models to improve the sampling of rare species**. *Conservation Biology* 20:501-11.

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.

Hijmans, R. J. 2013. **raster: Geographic data analysis and modeling. R package version 2.1-49**. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=raster>.

- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P., Jarvis, A. 2005. **Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas**. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- Leite, F. S., Pezzuti, T. L., Viana, P. L. 2006. **Amphibia, Bokermannohyla nanuzae, Scinax curicica, Leptodactylus camaquara, Physalaemus evangelistai, and Proceratophrys cururu: Distribution extensions**. *Check list* 2(1): 5.
- Leite, F. S., Juncá, F. A., Eterovick, P. C. 2008. **Status do Conhecimento, Endemismo e Conservação de Anfíbios Anuros da Cadeia do Espinhaço, Brasil**. *Megadiversidade* 4(1-2): 158-176.
- Marmion, M., Parviainen, M., Luoto, M., Heikkinen, R. K., Thuiller, W. 2009. **Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modeling**. *Diversity and Distributions* 15: 59–69.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., Kent, J. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature* 403: 853-858.
- Nori, J., Urbina-Cardona, J. N., Loyola, R.D., Lescano, J.N., Leynaud, G.C. 2011. **Climate Change and American Bullfrog Invasion: What Could We Expect in South America?** *PLoS ONE* 6(10): e25718. doi:10.1371/journal.pone.0025718.
- Nix, H. A. 1986. **A biogeographic analysis of Australian elapid snakes; pp. 4-15. In: Bureau of Flora and Fauna (Ed.). Atlas of Australian Elapid Snakes**, Australian Government Publishing Service.
- Papes, M. & Gaubert, P. 2007. **Modelling ecological niches from low numbers of occurrences: assessment of the conservation status of poorly known viverrids (Mammalia, Carnivora) across two continents**. *Diversity and Distributions* 13:890-902.
- Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., Peterson, A. T. 2007. **Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar**. *Journal of Biogeography* 34: 102-117.
- Pebesma, E. J. & Bivand, R. S. 2005. **Classes and methods for spatial data in R**. *R News* 5(2). Disponível em: <http://cran.r-project.org/doc/Rnews/>.

Peterson, A. T. & Papeş, M. 2006. **Potential geographic distribution of the Bugun Liocichla Liocichla bugunorum, a poorly-known species from north-eastern India.** Indian Birds 2: 146-149.

Phillips, S. J., Dudik, M., Schapire, R. E. 2004. **A maximum entropy approach to species distribution modeling.** p. 655-662. New York: Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E. 2006. **Maximum entropy modeling of species geographic distributions.** Ecological Modelling 190: 231-259.

Porto, T. J., Carnaval, A. C., Rocha, P. L. B. 2013. **Evaluating forest refugial models using species distribution models, model filling and inclusion: a case study with 14 Brazilian species.** Diversity and Distributions 19: 330-340.

R Core Team 2014. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.** Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

Ron, S. R. 2005. **Predicting the distribution of the amphibian pathogen Batrachochytrium dendrobatidis in the new world.** Biotropica 37: 209-221.

Saadi, A., Sgarbi, G.N.C., Rosiere, C.A. 1992. **A Bacia do Gongo Soco; nova bacia terciária no Quadrilátero Ferrífero: controle cárstico e/ou tectônico.** In: CONG. BRAS. GEOL., 37, São Paulo, 1992. Anais..., SBG, 1992. (1):600-601.

Saadi, A. 1995. **A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e suas margens.** Geonomos 3(1): 41-63.

São Predro, 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.

Silva, J. de A., Machado, R. B., Azevedo, A. A., Drumond, G. M., Fonseca, R. L., Goulart, M. F., Junior, E. A. M., Martis, C. S., Neto, M. B. R. 2008. **Identificação de áreas insubstituíveis para conservação da Cadeia do Espinhaço, estado de Minas Gerais e Bahia, Brasil.** Megadiversidade 4(1-2): 273-309.

Silva, D. P., Gonzalez, V. H., Melo, G. A. R., Lucia, M., Alvarez, L. J., De Marco Jr., P. 2014. **Seeking the flowers for the bees: Integrating biotic interactions into niche models to assess the distribution of the exotic bee species *Lithurgus huberi* in South America.** *Ecological Modelling* 273(2014): 200-209.

Siqueira, M. & Durigan, G. 2007. **Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo.** *Revista Brasileira de Botânica* 30: 233-243.

Teixeira Jr., M., Amaro, R. C., Recoder, R. S., Dal Vechio, F. & Rodrigues, M.T. 2012. **A new dwarf species of *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura, Cycloramphidae) from highlands of Chapada Diamantina, Bahia, Brazil.** *Zootaxa* 3551: 25-42.

Terribile, L. C., et al. 2012. **Areas of Climate Stability of Species Ranges in the Brazilian Cerrado: Disentangling Uncertainties Through Time.** *Natureza & Conservação* 10(2): 152-159.

Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R., Araújo, M. B. 2009. **BIOMOD. A platform for ensemble forecasting of species distributions.** *Ecography* 32: 369-373.

Thuiller, W., Georges, D., Engler, R. 2014. **biomod2: Ensemble platform for species distribution modeling. R package version 3.1-48.** Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=biomod2>.

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciências e a Cultura. 2005. **Biosphere Reserve Information: Espinhaço Range.** Disponível em <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=BRA+06&mode=all>. Acessado em 07/2015.

Vitt, L. J. & Caldwell, J. P. 2009. **Herpetology: An introductory biology of Amphibians and Reptiles.** Ed. 3. Oxford: Academic Press 697p.

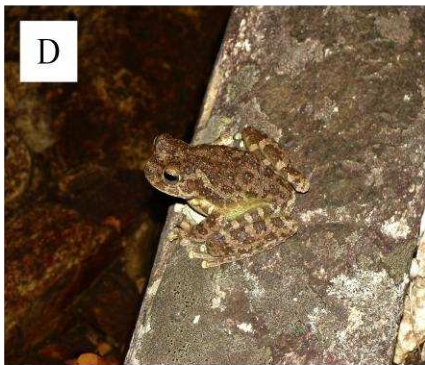
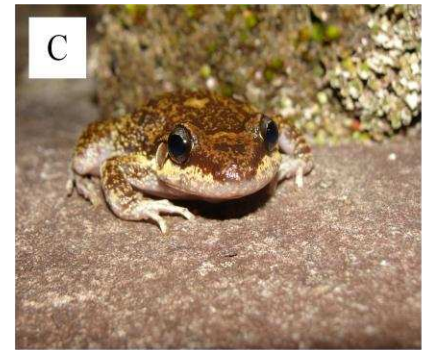
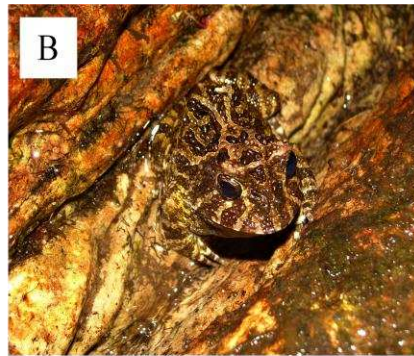
Werner, E. E., Skelly, D. K., Relyea, R. A., Yurewicz, K. L. 2007. **Amphibian species richness across environmental gradients.** *Oikos* 116: 1697-1712.

Wickham, H. 2007. **Reshaping data with the reshape package.** *Journal of Statistical Software* 21(12). Disponível em: www.jstatsoft.org/v21/i12/paper.

CONCLUSÕES GERAIS

A Serra dos Alves possui uma anurofauna diversa e rica em espécies endêmicas da Cadeia do Espinhaço. A riqueza de espécies variou ao longo do ano, de acordo com alterações abióticas como oscilações de temperatura e pluviosidade. A maioria das espécies se mostrou ativa ao longo dos meses quentes e chuvosos. O ambiente mais rico em espécies foi o BM, tendo relação com a durabilidade e diversidade de microambientes. A similaridade da Serra dos Alves com as demais regiões do Espinhaço mineiro pode ter relação com influência que os biomas adjacentes exercem na composição faunística de cada região, sendo similar às áreas que sofrem maior influência da Mata Atlântica. O registro de espécies endêmicas do Espinhaço fortalece a importância da região, principalmente o registro de *Proceratophrys cururu*, que se encontra como deficiente de dados na lista da IUCN. Os modelos de distribuição preditivos mostraram que a ocorrência de *P. cururu* pode ser mais ampla do que a conhecida até o momento. A compreensão dos fatores que influenciam a composição faunística de um ambiente bem como o entendimento da história natural e distribuição geográfica das espécies é muito importante para conservação. Levando em consideração a proximidade da Serra dos Alves com duas importantes unidades de conservação do Espinhaço (PARNA Serra do Cipó e PE Mata do Limoeiro), a região pode exercer a função de corredor ecológico, interligando as suas áreas protegidas mantendo os processos ecológicos e evolutivos viáveis.

ANEXO FOTOGRAFICO



Anexo fotográfico 1 – Anfíbios da Serra dos Alves (A: *Rhinella crucifer*; B: *Proceratophrys cururu*; C: *Thoropa megatympanum*; D: *Bokermannohyla alvarengai*; E: *Bokermannohyla saxicola*; F: *Dendropsophus elegans*; G: *Dendropsophus rubicundulus*; H: *Dendropsophus minutus*; I: *Dendropsophus seniculus*).



Anexo fotográfico 2 – Anfíbios da Serra dos Alves (J: *Hypsiboas albopunctatus*; K: *Hypsiboas crepitans*; L: *Hypsiboas faber*; M: *Hypsiboas polytaenius*; N: *Phyllomedusa burmeisteri*; O: *Scinax curicica*; P: *Physalaemus cuvieri*; Q: *Leptodactylus jolyi*; R: *Elachistocleis cesarii*).