

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS ASSEMBLEIAS DE ANFÍBIOS
BROMELÍCOLAS E BROMELÍGENAS DE UMA ÁREA COSTEIRA DO
SUDESTE DO BRASIL

MARCIO MAGESKI MARQUES

VILA VELHA
FEVEREIRO/ 2014

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS ASSEMBLEIAS DE ANFÍBIOS
BROMELÍCOLAS E BROMELÍGENAS DE UMA ÁREA COSTEIRA DO
SUDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada a
Universidade Vila Velha,
como pré-requisito do
Programa de Pós-graduação
em Ecologia de Ecossistemas
para obtenção do grau de
Mestre em Ecologia de
Ecossistemas.

MARCIO MAGESKI MARQUES

VILA VELHA

FEVEREIRO/ 2014

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

M357a Marques, Marcio Mageski.

Aspectos ecológicos das assembleias de anfíbios bromelícolas e bromelígenas de uma área costeira do sudeste do Brasil / Marcio Mageski Marques. – 2014.

80 f.: il.

Orientador: Paulo Dias Ferreira Júnior.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ecossistemas) - Universidade Vila Velha, 2014.

Inclui bibliografias.

1. Anfíbio - reprodução. 2. Bromélia. 3. Habitat (ecologia) I. Ferreira Júnior, Paulo Dias. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 597.8

MARCIO MAGESKI MARQUES

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS ASSEMBLEIAS DE ANFÍBIOS
BROMELÍCOLAS E BROMELÍGENAS DE UMA ÁREA COSTEIRA DO
SUDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada a
Universidade Vila Velha,
como pré-requisito do
Programa de Pós-graduação
em Ecologia de Ecossistemas
para obtenção do grau de
Mestre em Ecologia de
Ecossistemas.

Aprovada em 07 de fevereiro de 2014,

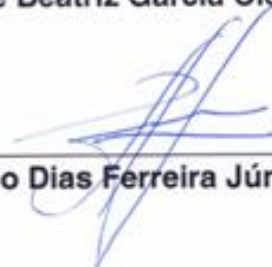
Banca Examinadora:



Dr. Renato Neves Feio - UFV



Dra. Rute Beatriz Garcia Clemente Carvalho - UVV



Dr. Paulo Dias Ferreira Júnior - UVV (orientador)

“A sabedoria é o melhor guia e a fé, a melhor companheira. Deve-se, pois, fugir das trevas da ignorância e do sofrimento, deve-se procurar a luz da Iluminação”

Sakyamuni

AGRADECIMENTOS

À Universidade Vila Velha- UVV, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas e ao Laboratório de Ecologia Terrestre e Aquática, por proporcionar toda a logística e apoio financeiro necessários para a realização do presente estudo.

Ao IEMA, ICMbio e o Parque Estadual Paulo César Vinha, pelas licenças concedidas e estrutura proporcionada para que o trabalho fosse bem sucedido.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), pela bolsa de estudos a mim concedida.

Aos meus orientadores Paulo Dias Ferreira Júnior e Rodrigo Barbosa Ferreira, pela amizade, rigorosidade e incentivos que me tornaram o pesquisador que sou hoje. Há ainda muito o que aprender, porém muito foi aprendido graças a vocês.

À minha amada noiva Mariana Silva Sá, que compreendeu as ausências típicas de um biólogo e mais, sempre me incentiva a ir cada vez mais além. Te amo e muito obrigado.

Aos meus grandes mestres e amigos Alessandro, Ary, Werther, Charles, Moretti, James, Leo, Ana Carol, Levy, Adriana e João Rossi que tanto colaboraram para nossa formação.

Aos meus caros amigos de vida e de coleta Paulo (Marrom), Larissa, Cinthia. Muito obrigado pela ajuda nos trabalhos de campo, sem vocês isso não seria possível.

Aos meus amigos de laboratório (LETA) Raíza, Vinícius, Lillian, Jordana, Alexandra, Marcelo Renan, pelas intensas conversas científicas das quais sempre saí um trabalho.

Aos meus amigos de sala Tamires, Hermes, Edgar, Taci, Rosângela, Luiz, Julinha e tantos outros do PPGEE.

Á minha mãe, minha tia e a Deus por mais essa conquista em minha vida.
Não seria possível se não fossem vocês.

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------|----|
| Resumo | 9 |
| Abstract | 11 |
| Introdução Geral | 13 |
| Referências..... | 16 |
| Capítulo 1 | 21 |
| Abstract..... | 22 |
| Resumo..... | 22 |
| Introdução | 23 |
| Material e Métodos | 24 |
| <i>Área de estudo</i> | 24 |
| <i>Coleta de dados</i> | 27 |
| <i>Análise de dados</i> | 27 |
| Resultados..... | 28 |
| Discussão..... | 33 |
| Agradecimentos..... | 36 |
| Referências Bibliográficas..... | 37 |
| Capítulo 2 | 44 |
| Resumo..... | 45 |
| Introdução | 45 |
| Material e Métodos | 47 |
| <i>Área de estudo</i> | 47 |
| <i>Coleta de dados</i> | 50 |
| <i>Análise de dados</i> | 51 |
| Resultados..... | 52 |
| Discussão..... | 54 |
| Agradecimentos..... | 57 |
| Referências..... | 57 |
| Capítulo 3 | 64 |
| Abstract..... | 64 |
| Resumo..... | 64 |
| Introdução | 65 |
| Material e Métodos | 66 |

| | |
|--------------------------------|----|
| <i>Área de estudo</i> | 66 |
| <i>Amostragem</i> | 68 |
| <i>Análise de dados</i> | 69 |
| Resultados..... | 69 |
| Discussão..... | 70 |
| Agradecimentos..... | 73 |
| Referências..... | 73 |
| Conclusões Gerais | 78 |

RESUMO

MAGESKI, M. FERREIRA, P.D, M.Sc, Universidade Vila Velha – ES, 02 de 2014. **Aspectos ecológicos das assembleias de anfíbios bromelícolas e bromelígenas de uma área costeira do sudeste do Brasil.** Orientador: Paulo Dias Ferreira Júnior.

Anfíbios podem utilizar bromélias durante todo o ciclo de vida ou somente para refúgio e forrageio. Nesse habitat é fundamental a partilha de recursos espaciais para manter a coexistência da comunidade. Estudamos o uso de bromélias pela comunidade de anfíbios bromelícolas e bromelígenas em três fitofisionomias de restinga do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil (afloramento rochoso, formação arbustiva aberta não inundável e Arquipélago de Três Ilhas). Foram identificadas seis espécies bromelícolas e uma bromelígena. O uso das bromélias parece estar intimamente relacionado com a capacidade de armazenamento de água e a complexidade estrutural da planta. O caráter bromelígena, o fator primordial para a dispersão e permanência em área insular. Em geral anfíbios tendem a ser especialistas em um tipo de habitat reprodutivo como é o caso do bromelígena *Phyllodytes luteolus*. Essa espécie deposita os ovos na água acumulada de bromélias ao longo da região costeira do sudeste do Brasil. Avaliamos nesse estudo a influência de parâmetros morfológicos da planta e físico-químicos da água na seleção do hábitat reprodutivo de *P. luteolus*. Analisamos 107 bromélias, das quais 34 com machos, 33 com fêmeas e 40 desocupadas. Machos e fêmeas diferiram na escolha do hábitat reprodutivo, sendo que a altura da planta, o diâmetro da planta e a condutividade da água do fitotelma influenciam na escolha do hábitat reprodutivo desses anfíbios. Essas características permitem inferir que a escolha é baseada na necessidade dos animais, sendo machos na atração de fêmeas e essas para oviposição e desenvolvimento larval. *Phyllodytes luteolus* é amplamente distribuída na costa leste brasileira, encontrada associada à bromélias em continentes e ilhas. Capturamos 60 indivíduos, dos quais 30 eram do continente e 30 de ilhas no estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. A população insular era maior, mais pesados e mais abundantes. A

ausência de serpentes e competição intraespecífica podem estar influenciando esses resultados.

Palavras chaves: Ecologia, Anuros, Bromélia, Restinga.

ABSTRACT

MAGESKI, M. FERREIRA, P.D, M.Sc, University of Vila Velha – ES, 02 de 2014. **Ecological aspects of a bromeligenous and bromeliculous amphibian assemblages of a coastal area of southeastern Brazil.** Advisor: Paulo Dias Ferreira Júnior.

Amphibians may use bromeliads during the whole life cycle or only for refuge and foraging. In this context, the partition of spatial resources it is essential to maintain the coexistence of the community. We study the bromeliad use for bromeliculous and bromeligenous amphibians in three vegetation types of restinga habitat in state of Espírito Santo, southeastern Brazil (rocky outcrops, open shrubland formation not-flooded and Three Islands Archipelago). We identified six species bromeliculous and one bromeligenous. The bromeliad use it seems varied according to the water storage capacity and structural complexity of the plant, being the character bromeligenous, is the primary factor for the dispersion and permanence in insular area. In general amphibians tend to be specialists on a one type of breeding habitat such as the bromelígena *Phyllodytes luteolus*. This species lays eggs in water accumulated in bromeliads along the coastal region of southeastern Brazil. In this study we evaluated the influence of morphometric parameters of the plant and physico-chemical of water in the selection of breeding habitat of *P. luteolus*. We analyzed 107 bromeliads, of which 34 were males, 33 females and 40 unoccupied. Males and females differed in the selection of breeding habitat, and plant height, diameter of the plant and the conductivity of the water in phytotelma influence the choice of the breeding habitat of these amphibians. These characteristics allow us to infer that the choice is based on the need of animals, with males in attracting females and those for oviposition and larval development. *Phyllodytes luteolus* is widely distributed in the Brazilian eastern coast, found associated with bromeliads on continents and islands. We captured 60 individuals, of which 30 were from the continent and 30 from an island in the state of Espírito Santo, southeastern Brazil. The insular populations were larger, heavier and more

abundant. The absence of snakes and interspecific competitors may be influencing such findings.

Keywords: Ecology, Anuran, Bromeliad, Restinga.

INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica apresenta elevada biodiversidade, embora mais de 90% de sua extensão já tenha sido degradada. No seu domínio são registradas mais de 8000 espécies destacando-se alto grau de endemismo de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos, o que o levou ser considerado um dos 2 *hotspots* brasileiros, dos 34 mundiais (Myers et al., 2000; Mittermeier et al., 2004; Carvalho-Júnior et al., 2008; Fundação SOS Mata Atlântica, 2011).

O Brasil apresenta formalmente descritas 946 espécies de anfíbios, sendo 913 Anuros, um Caudata e 32 Gymnophionas (SBH, 2013). Devido à degradação de seus habitats naturais este importante grupo animal, apresenta um grande declínio de espécies, não somente no Brasil, mas em todo o planeta, o que é conhecido como “global amphibian decline” (Collins & Storffer, 2003). No Brasil, o declínio populacional dos anfíbios é pobremente documentado (Pádua et al., 2008), fato esse que se encontra intimamente relacionado à falta de conhecimento sobre a biologia das espécies, ausência de monitoramento de longo prazo, associados à grande extensão territorial do país, à diversidade de ambientes e à elevada riqueza de espécies de anfíbios (Silvano & Segalla, 2005).

Muitas espécies de anfíbios podem se associar a bromélias (Teixeira et al. 2002, Schineider & Teixeira, 2001; Pertel et al. 2006) o que se deve, principalmente, à capacidade dessas plantas de acumularem água em tanques centrais e nas axilas das folhas proporcionando um ambiente favorável à sobrevivência dos anuros, conhecido como fitotelma (Armbruster et al., 2002;

Lehtinen et al., 2004). Os anfíbios recebem uma nomenclatura específica dependendo da forma como utilizam essas plantas sendo denominadas de bromelígenas as espécies usam as bromélias em todo o ciclo de vida (reprodução, desenvolvimento larval, abrigo e forrageio). Outro grupo, as bromelícolas usam as bromélias de maneira secundária não dependendo exclusivamente dessa planta em seu ciclo de vida (Peixoto, 1995).

Em ambientes costeiros de restinga, caracterizado por apresentar solo arenoso, vegetação adaptada a influencia marinha e fluvial-marinha (Assumpção & Nascimento, 2000; Assis et al., 2004a; 2004b), a associação anfíbio-bromélia é muito observada (Schneider & Teixeira, 2001; Teixeira et al. 2002; Mesquita et al. 2004; Ferreira et al. 2012). Esse fato se deve, principalmente, às condições abióticas severas deste ecossistema, tais como temperatura elevada, baixa quantidade de água disponível, alta incidência de radiação solar e salinidade (Da-Silva, 1998; Scarano et al. 2001; Pereira et al. 2004), sendo os ambientes fitotelmicos, a fonte de água mais viável a ser utilizada pela comunidade de anfíbios locais.

No Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), situado no município de Guarapará, Estado do Espírito Santo-Brasil, existe uma elevada dominância de bromeliáceas de solo que, em geral, formam um padrão agregado em sua distribuição (Freitas et al. 2000), podendo ser encontradas em afloramentos rochosos e formações arbustiva aberta não inundável ou inundável, onde predominam os mosaicos abertos de clúsia. A distribuição de bromeliáceas é possivelmente acompanhada pela comunidade de anfíbios bromelícolas e

bromelígenas. Aspectos ecológicos dos anfíbios associados à bromélias são pouco conhecidos, não havendo informação precisa de como é organizada a estrutura da comunidade desses animais, muito menos os parâmetros utilizados por eles para seleção das plantas. Informações como essas são imprescindíveis para se propor medidas de conservação deste táxon fortemente afetado, sobretudo pelas alterações no ambiente, tais como especulação imobiliária, fragmentação, retirada de areia e de vegetação (e.g. Rocha et al. 2000; Schineider & Teixeira 2001; Rocha et al. 2003; Rocha et al. 2007). Reforçando ainda mais a necessidade de se entender os processos interconectados da relação entre planta e anfíbio, pois perdas desses ambientes naturais utilizados para refúgio, forrageio ou reprodução, podem significar redução populacional dos anuros.

O presente trabalho teve como objetivo geral de avaliar aspectos ecológicos de anfíbios associados a bromélias em no PEPCV, sendo para isso, dividida em três capítulos que se encontram estruturados segundo as normas das revistas científicas *Iheringia*, *Journal of Herpetology* e *South American Journal of Herpetology*, respectivamente. No capítulo 1, avaliamos os padrões de diversidade e estrutura da comunidade de anfíbios bromelícolas e bromelígenas do PEPCV, sob a hipótese de existir uma segregação espacial no uso de bromélias pela comunidade de anfíbios, o que colabora para a coexistência da mesma. Nesse capítulo fornecemos uma visão geral da composição e distribuição desses anfíbios na área de estudo. No capítulo 2, estudamos a seleção do hábitat reprodutivo de *Phyllodytes luteolus*, sob a hipótese de haver parâmetros de seleção da bromélia, como sítio reprodutivo,

por esse anuro. Para isso avaliamos a influência da complexidade estrutural de bromélias e fatores físico-químicos do fitotelma na escolha da planta por essa espécie. No capítulo 3, avaliamos a tendência ao gigantismo de populações insulares de *P. luteolus* em comparação aos homólogos no continente, sob a hipótese de haver diferenças estatisticamente significativas em ambas as populações. Fornecemos informações sobre variação no comprimento rostro-cloacal, massa corpórea e densidade populacional comparada nesses ambientes.

REFERÊNCIAS

- Assis, A. M., Thomaz, L. D., Pereira, O. J. 2004a. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 18(1): 191-201.
- Assis, A. M., Pereira, O. J., Thomaz, L. D. 2004b. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). *Revista Brasileira de Botânica*. 27(2): 349-361.
- Assumpção, J., Nascimento, M. T. 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, São João Da Barra, RJ, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 14(3): 301-315.
- Armbruster, P., Hutchinson, R. A., Cotgreave, P. 2002. Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. *Oikos*, 96(2): 225-234.

- Carvalho Júnior, O.A., Coelho, M.A.N., Martins, E.S., Gomes, R.A.T.; Couto Junior, A.F., Oliveira, S.N., Santana, O.A. 2008. Mapeamento da vegetação na floresta atlântica usando o classificador de árvore de decisão para integrar dados de sensoriamento remoto e modelo digital de terreno. *Revista Brasileira de Geofísica*, 26(3): 331-345.
- Collins, J. P., Storfer, A. 2003. Global Amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions*, 9(2): 89-98.
- Da-Silva, E. R. 1998. Estratégias de adaptação das espécies de Ephemeroptera às condições ambientais da Restinga de Maricá. *Oecologia Brasiliensis*, 5: 29-40.
- Ferreira, R. B., Schineider, J. A., Teixeira, R. L. 2012. Diet, Fecundity, and Use of Bromeliads by *Phyllodytes luteolus* (Anura: Hylidae) in Southeastern Brasil. *Jornal of Herpetology*, 6(1): 19-23.
- Freitas, A. F. N., Cogliotti- Carvalho, L., Van Sluys, M., Rocha, C. F. D. 2000. Distribuição espacial de bromélias na restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Acta Botanica Brasilica*, 14(1): 175-180.
- Fundação SOS Mata Atlântica. 2011. Informações sobre características da Mata Atlântica. Disponível em: <www.sosma.org.br> acesso em: 14 de outubro de 2011.
- Lehtinen, R.M., Lannoo, M.J., Wassersug, R.J. 2004. Phytotelm-breeding anurans: past, present and future research. *Michigan Museum of Zoology*, 193(1): 1-9.

- Mesquita, D. O., Costa, G.C., Zatz, M.G. 2004. Ecological aspects of the casquet-headed frog *Aparasphenodon brunoi* (Anura, Hylidae) in a Restinga habitat in southeastern Brazil. *Phyllomedusa*, 3(1): 51-59.
- Mittermeier, R.A., Gil, P.R., Hofmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G., Lamoreaux, J. Fonseca, G.A.B. 2004. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Cemex, Washington.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C., Fonseca, G.A.B., Kentand, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(n): 853-858.
- Pádua, G.C.C., Pinto, M.P., Diniz-Filho, J.A.F. 2008. Escolha de áreas prioritárias de conservação de anfíbios anuros do Cerrado através de um modelo de populações centrais-periféricas. *Iheringia*, 98(2):200-204
- Peixoto, O. L, 1995, Associação de anuros e bromeliáceas na Mata Atlântica. *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida*, 17(2): 75-83.
- Pereira, M. C. A., Cordeiro. S. Z., Araújo, D. S. D. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*: 18(3): 677-687.
- Pertel, W., Teixeira, R.L., Rödder, D. 2006. Anurans inhabiting soil Bromeliads in Santa Teresa, southeastern Brazil. *Amphibia*, 5(2): 16-19.

- Rocha, C.F.D., Vrcibradic, D., Araujo, A. F. B. 2000. Ecofisiologia de répteis de restinga. pp. 117-149. In: F. A. Esteves & L. D. Lacerda (eds.), *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*. NUPEM/UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro.
- Rocha, C.F.D., Bergallo, H. G., Alves, M. A. S., Van Sluys, M. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica. Rima Editora, São Carlos, 134 p.
- Rocha, C. F. D., Bergallo, H. G., Van Sluys, M., Alves, M. A. S., Jamel, C. E. 2007. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: Habitat loss and risk of disappearance. *Brazilian Journal of Biology*, 67(2): 263-273.
- Scarano, F. R., Duarte, H. M., Ribeiro, K. T., Rodrigues, P. J. F. P., Barcellos, E. M. B. 2001. Four sites contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic distribution to ecophysiological parameters. *Botanical Journal of the Linnean Society* 136(4): 345-364.
- Schneider, J. A. P., Teixeira, R. L. 2001. Relacionamento entre anfíbios anuros e bromélias da Restinga de Regência, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Iheringia*, 62(2): 263-268.
- Silvano, D. L., Segalla, M. V. 2005. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1): 1-8.
- Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH). 2013. Brazilian Amphibians- List of species. Disponível em: <www.sbherpetologia.org.br> acesso em: 01 de outubro de 2012.

Teixeira, R. L., Schineider, R. L., Almeida, G. I. 2002. The occurrence of amphibians in bromeliads from a Southeastern Brazilian restinga habitat, with special reference to *Aparasphenodon brunoii* (Anura, Hylidae). *Brazilian Journal of Biology*, 6 (2): 263-268.

CAPÍTULO 1

Diversidade e estruturação espacial da comunidade de anfíbios habitantes de bromélias em restinga no sudeste brasileiro

Marcio M. Mageski¹, Rodrigo B. Ferreira^{2,3}, Larissa C. Costa¹, Paulo R. Jesus¹ e Paulo D. Ferreira¹.

¹ Universidade Vila Velha, Laboratório de Ecologia Terrestre e Aquática, Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, CEP 29.102-770, Vila Velha, ES, Brasil.

² Department of Wildland Resources and Ecology Center, Utah State University, Old Main Hill, Logan, 84322-5230, UT, USA.

³ Museu de Biologia Mello Leitão, Av. José Ruschi, nº: 4, 29650-000, Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil.

Abstract

Amphibians may use bromeliads during the whole life cycle or only for refuge and foraging. In this context, the partition of spatial resources it is essential to maintain the coexistence of the community. We study the bromeliad use for bromelicolous and bromeligenous amphibians in three vegetation types of restinga habitat in state of Espírito Santo, southeastern Brazil (rocky outcrops, open shrubland formation not-flooded and Three Islands Archipelago). We identified six species bromelicolous and one bromeligenous. The bromeliad use it seems varied according to the water storage capacity and structural complexity of the plant, being the character bromeligenous, is the primary factor for the dispersion and permanence in insular area.

KEYWORDS. Anura; bromelicolous; bromeligenous; community.

Resumo

Anfíbios podem utilizar bromélias durante todo o ciclo de vida ou somente para refúgio e forrageio. Nesse habitat é fundamental a partilha de recursos espaciais para manter a coexistência da comunidade. Estudamos o uso de bromélias pela comunidade de anfíbios bromelícolas e bromelígenas em três fitofisionomias de restinga do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil (afloramento rochoso, formação arbustiva aberta não inundável e Arquipélago de Três Ilhas). Foram identificadas seis espécies bromelícolas e uma bromelígena. O uso das bromélias parece estar intimamente relacionado com a capacidade de armazenamento de água e a complexidade estrutural da planta. O caráter bromelígena, o fator primordial para a dispersão e permanência em área insular.

PALAVRAS-CHAVE. Anura; bromelícolas; bromelígenas; comunidade.

Introdução

A Mata Atlântica apresenta elevada diversidade de plantas e animais em toda a sua extensão de 1.315.460 km². Essa formação abriga aproximadamente 540 espécies de anfíbios sendo cerca de 90% endêmicos (Haddad *et al.*, 2013). Esses animais normalmente se restringem a ambientes úmidos, devido às necessidades de reprodução, respiração e forrageamento (Duellman & Trueb, 1994; Zug *et al.*, 2001).

Em ambientes de restinga, que se distribuem ao longo da região costeira da Mata Atlântica, há formação de um padrão de biota típica e adaptada a esse tipo de ecossistema devido às condições severas deste, tais como temperatura elevada, baixa disponibilidade de água, alta incidência de radiação solar e salinidade (Da-Silva, 1998; Scarano *et al.*, 2001; Pereira *et al.*, 2004). Nesse ecossistema com constante influência marinha e fluvial-marinha (Assis *et al.*, 2004a,b), a associação anfíbio-bromélia é frequente (Rocha *et al.*, 2008; Schineider & Teixeira, 2001; Teixeira *et al.*, 2002; Ferreira *et al.*, 2012). São conhecidas como bromelígenas, as espécies que dependem de bromélias para completar o ciclo de vida e bromelícolas, as que utilizam essas plantas de forma secundária, para forrageio ou refúgio, mas que se reproduzem em outros ambientes (Peixoto, 1995).

Bromeliaceae é uma família de angiospermas considerada a mais representativa, em número de espécies, em ecossistemas de restinga (Nunes-Freitas *et al.*, 2006). Essa riqueza está associada à capacidade desses vegetais acumularem água em tanques centrais e nas axilas das folhas (Lehtinen *et al.*, 2004). As características da bromélia podem atuar como fator crucial na segregação da riqueza e abundância de anuros bromelícolas e bromelígenas, mantendo a estruturação e coexistência da comunidade. A distribuição espacial das bromélias na restinga possivelmente influencia a distribuição

IHERINGIA

espacial da comunidade de anfíbios bromelícolas e bromelígenas. É possível que esses anfíbios não ocupam as bromélias de forma aleatória no ambiente de restinga.

Avaliamos nesse estudo a composição, estrutura espacial e diversidade da comunidade de anfíbios anuros associados a bromeliáceas em diferentes fitofisionomias em um ambiente de restinga no sudeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. Trabalhos de campo foram desenvolvidos no Parque Estadual Paulo César Vinha (20° 36'S 40° 25,089' O) (Figura 1), situado no município de Guarapará, Estado do Espírito Santo. O clima da região é classificado como Am de Koppen (Koppen, 1948), sendo registrados médias anuais de 25.1°C de temperatura, 1.236 mm de precipitação e 80% de umidade relativa do ar (Fabris, 1995; Clima Tempo Meteorologia, 2012).

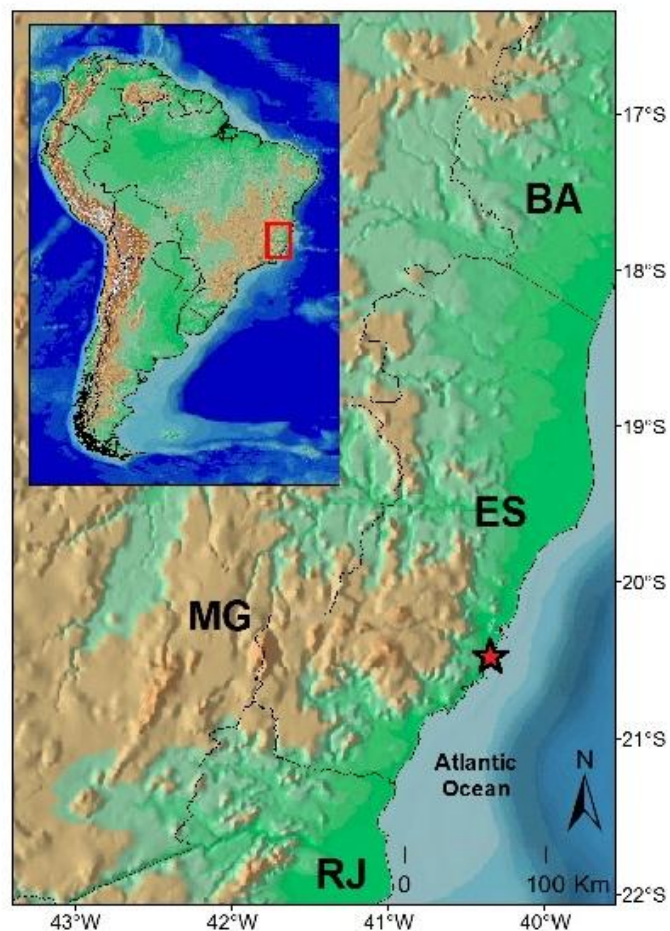


Figura 1. Localização da área de estudo, Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), município de Guaraparí, Estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. Estados: Bahia (BA), Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG) e Rio de Janeiro (RJ).

Foram amostradas três fitofisionomias para estudo das comunidades de anfíbios bromelícolas e bromelígenas, denominados aqui como ambientes:

D) Afloramento Rochoso (AR): Ambiente 8 m acima do nível do mar (Barcelos *et al.*, 2012) localizado próximo a corpos d'água temporários (Martins *et al.*, 1999), apresenta aproximadamente 1.160 m², distribuído em ambiente inclinado. Ocorre predomínio de Cactaceae e Bromeliaceae rupícolas, dessas, são incluídas *Aechmea blanchetiana*, (Baker) L. B. Smith., 1955, *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb.,

IHERINGIA

1864, sendo essa em maior proporção em relação às demais (pers. obs) e *Quesnelia quesneliana* (Brongn.) L.B. Sm. Essas espécies se encontram distribuídas em um padrão agregado de moitas, por vezes sob vegetação arbustiva. Devido a se tratar de uma área aberta e da proximidade com o oceano, sofre intensa influencia solar e marinha.

II) Formação arbustiva aberta não inundável (FA): Ambiente 6 m acima do nível do mar (Barcelos *et al.*, 2011), situado próxima a trilha principal do PEPCV, tratando-se de uma área de aproximadamente 85.000 m². Nesse ambiente, ocorre predomínio de Cactáceae e Bromeliáceae de solo, principalmente *A. blanchetiana*, seguida por *A. nudicaulis* e *Vriesea neoglutinosa*. Os mosaicos formados, normalmente se distribuem em padrão agregado, geralmente sob vegetação arbustiva. Esse ambiente apresenta conexão direta com corpos de água doce e, devido à distância de aproximadamente 600 m do mar, sofre menor influencia marinha em comparação com os outros dois ambientes aqui estudados.

III) Arquipélago de Três Ilhas (TI): Área insular, formada por três ilhas separadas por uma distância aproximada de 170 m. Foi selecionada sistematicamente a ilha que apresentava todas as fitofisionomias em relação às demais. Esse ambiente está localizado a 16 m acima do nível do mar, com influência marinha direta, apresenta aproximadamente 142.000 m² e cerca de 3 km de distância do continente. Essa área encontra-se dividida em formações florestais, que ocupam as partes mais altas da ilha e afloramentos rochosos, que se restringem às áreas mais abertas e baixas, contendo Cactaceae e Bromeliaceae de solo. Nessa área, existe o predomínio da bromélia *Q. quesneliana*, encontrada formando padrões agregados e disjuntos, *Pseudananas sagenarius* (Arruda) Camargo, que não acumulam água, portanto não foram incluídas nas análises e *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L.B. Smith, onde foram encontrados apenas dois exemplares de *P. luteolus*, por isso não foram incluídos nas análises.

IHERINGIA

Coleta de dados. Foram realizadas 24 amostragens no total, sendo três, no mês de janeiro, previamente a coleta de dados efetivas, 13 coletas regulares de fevereiro a abril e oito campanhas adicionais em abril de 2013. Esse período de coleta coincide com o início das chuvas na região (Incaper, 2013). Dessas 13 amostragens, cinco foram realizadas em cada ambiente continental e três em ambiente insular. Para a análise da estrutura da comunidade de anfíbios associada a bromélias foram utilizadas três coletas, das cinco em cada ambiente continental (AR, FA) e três em TI, utilizando busca ativa limitada por tempo (Uetanabaro *et al.*, 2007; Bernarde 2012), sendo três pesquisadores e 1 h por pesquisador, totalizando aproximadamente 25 h de esforço amostral em cada ambiente.

Os anfíbios foram capturados, contabilizados, identificados, seguindo literatura especializada (Izecksohn & Carvalho-e-Silva 2010; Frost, 2013; Haddad et al. 2013) e soltos no mesmo local de coleta. As plantas foram identificadas a nível de espécie com base em sua inflorescência e morfologia (Proença & Sajo, 2004; Machado & Semir, 2006). Para a avaliação da densidade populacional de bromélias (DPB) foram utilizadas três parcelas de 5 x 5 m (25 m²) por ambiente analisado, objetivando a padronização das áreas, totalizando 75 m² por ambiente. Em cada parcela foram contados o número de indivíduos de cada espécie de anfíbio e de bromélia.

Análise de dados. Com base nos dados do estimador de riqueza Chao 2 (Chao, 1987), confeccionados a partir de 13 campanhas efetivas e duas adicionais, foi calculado uma curva de rarefação com a finalidade de estimar a riqueza total de espécies na área de estudo (Magurran, 2009). Para tal análise utilizou-se o software EstimateS 9.0.0 (Colwell, 2006).

Os dados de riqueza e abundância foram analisados no software Past v. 2.17 (Hammer *et al.*, 2001), sendo utilizado os índices de Shannon-Wiener (H'), Dominância (D) e índice de Pielou (J) para expressar a equitabilidade (Magurran, 2009). Para averiguar se essa riqueza entre os ambientes diferiu

IHERINGIA

significativamente, foi realizado um teste Chi-quadrado (χ^2), sob a hipótese nula de não haver diferenças significativas no número de espécies entre os ambientes, fazendo uso do software Systat v. 12. (Wilkinson, 1990). Os valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos. Médias ± 1 DP (Desvio padrão) foram apresentados.

As similaridades foram evidenciadas por análises de agrupamento, entre a composição dos ambientes, entre espécies de anfíbios no uso do microhabitat e entre espécies de bromélias na composição da comunidade de anfíbios residentes. Os valores de correlação cofenética $\geq 0,75$ foram considerados significativos. Para a realização dessa análise utilizou-se o software Fitopac v.2 (Shepherd, 2010).

RESULTADOS

Foram encontrados 607 anfíbios correspondendo a sete espécies, sendo que seis pertencem à Hylidae e uma à Bufonidae, utilizando quatro espécies de bromélias no Parque Estadual Paulo Cesar Vinha (Tab. I). *Phyllodytes luteolus* é a única bromelígena, sendo as demais bromelícolas. Nenhuma espécie está listada como ameaçada de extinção (Gasparini et al. 2007, IUCN 2012). Chao 2 estima que a riqueza da área estudada é de $7,47 \pm 1,23$ espécies, com a curva de rarefação praticamente estabilizada (Fig. 2).

Tabela I. Distribuição espacial dos anfíbios de bromélia nos três ambientes amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha. Número de anfíbios por espécie de bromélia. (Ab= *Aechmea blanchetiana*; An= *Aechmea nudicaulis*; Qq= *Quesnelia quesneliana*; Vn= *Vriesea neoglutinosa*). Por ambiente (AR=

IHERINGIA

Afloramento Rochoso, FA= Formação Aberta Arbustiva Não Inundável e TI= Arquipélago de Três Ilhas).

| Táxons | Ambientes | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|------|----|----|------|----|-----|
| | AR | | | FA | | TI | |
| | An | Ab | Qq | An | Ab | Vn | Qq |
| Bufonidae | | | | | | | |
| <i>Rhinella crucifer</i> | 1 | | | | | | |
| Hylidae | | | | | | | |
| <i>Aparasphenodon brunoi</i> | 6 | 3 | | 3 | 2 | | |
| <i>Dendropsophus decipiens</i> | | 2 | | 4 | | | |
| <i>Hypsiboas semilineatus</i> | | | | 1 | | | |
| <i>Phyllodytes luteolus</i> | 18 | 27 | 2 | 7 | 74 | 50 | 373 |
| <i>Scinax alter</i> | 6 | 8 | 1 | 1 | 2 | 13 | |
| <i>Scinax argyreornatus</i> | | | | | 3 | | |
| Nº de indivíduos p/bromélia | 31 | 40 | 3 | 16 | 81 | 63 | 373 |
| Nº de espécies p/ambiente | | 5 | | | 6 | | 1 |
| Nº de indivíduos p/ambiente | | 74 | | | 160 | | 373 |
| H' | | 1,02 | | | 0,66 | | 0 |
| D | | 0,46 | | | 0,69 | | 1 |
| J | | 0,63 | | | 0,37 | | 0 |

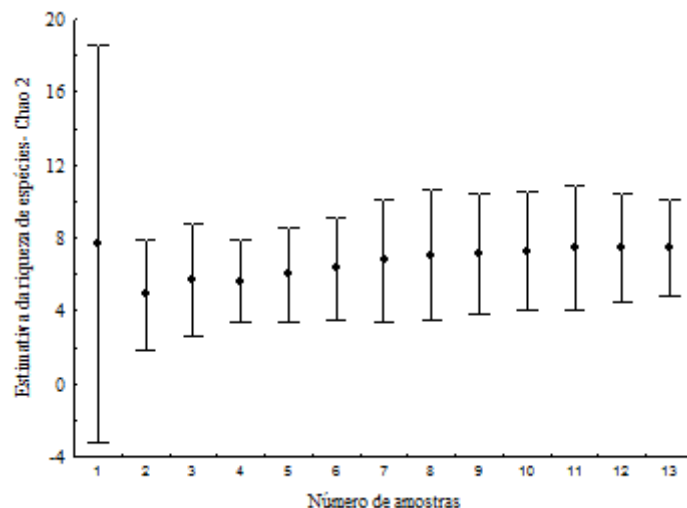
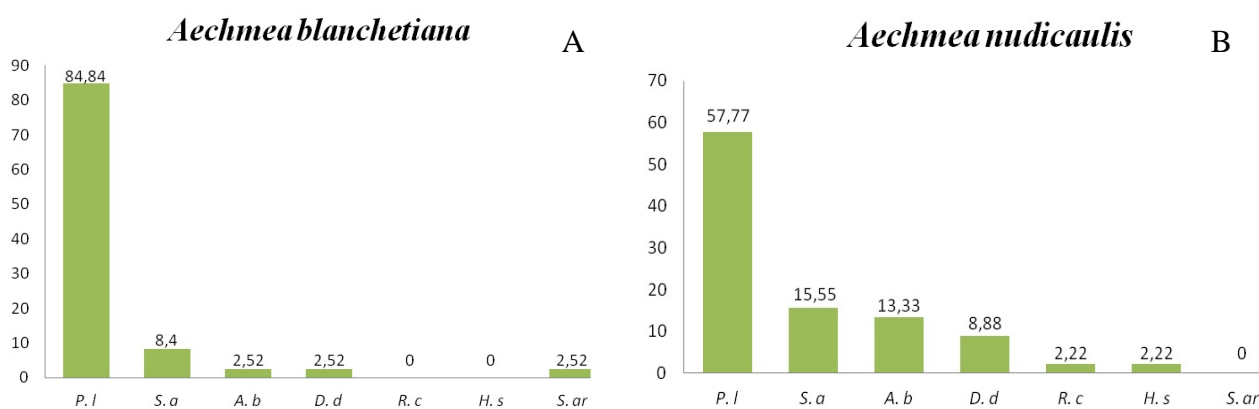


Figura 2. Curva de rarefação confeccionada após 1000 aleatorizações para anfíbios bromelícolas e bromelígenas encontrados no Parque Estadual Paulo César Vinha, Espírito Santo.

Phyllodytes luteolus ocorreu nas quatro espécies de bromélias analisadas, estava presente nos três ambientes amostrados, apresentou a maior abundância relativa, e foi a única espécie encontrada em TI (Tab. I, Fig. 3). Apenas um indivíduo de *H. semilineatus* e *R. crucifer* foi observado no interior de bromélias (Tab. I). Quatro espécies foram restritas a uma espécie de bromélia (Tab. I; Fig. 3).



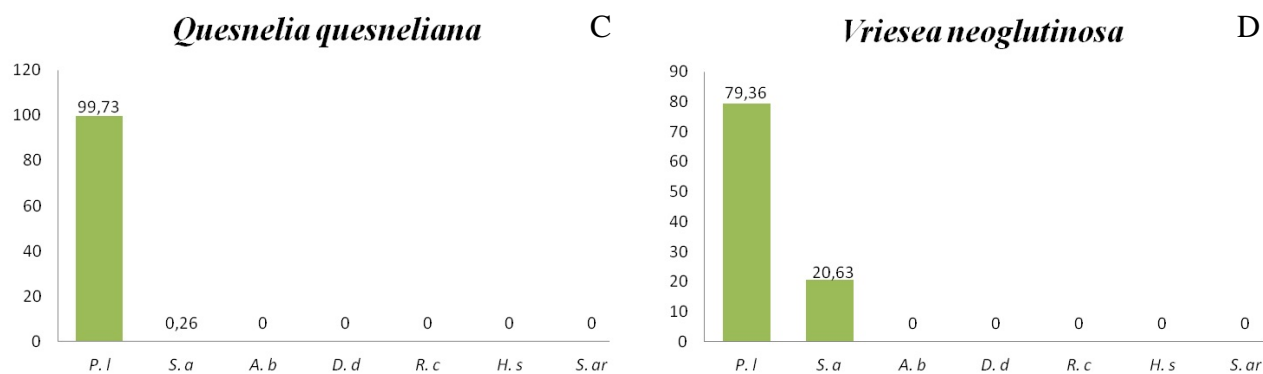


Figura 3. Abundância relativa (%) de anfíbios bromelícolas e bromelígenas em A= *Aechmea blanchetiana*, B= *Aechmea nudicaulis*, C= *Quesnelia quesneliana* e D= *Vriesea neoglutinosa*. A. b= *A. brunoi*, D. d= *D. decipiens*, H. s= *H. semilineatus*, P. l= *P. luteolus*, R. c= *R. crucifer*, S. a= *S. alter* e S. ar= *S. argyreornatus*.

O ambiente FA apresentou a maior dominância e também riqueza de anfíbios (N= seis espécies), porém riqueza não foi significativamente diferente dos demais ambientes (AR= cinco espécies, TI= uma espécie, $\chi^2 = 6$; df = 4; p = 0,199). O AR apresentou a maior diversidade e equitabilidade dentre os ambientes e TI a maior dominância (Tab. I). A análise de agrupamento revelou maior similaridade na composição da comunidade de anfíbios de bromélia entre as áreas continentais (AR e FA, Correlação Cofenética = 0,995).

Apenas *V. neoglutinosa* foi registrada ocorrendo em um ambiente (FA, Tab. II). As demais bromélias ocorreram em dois ambientes. *Aechmea nudicaulis* e *A. blanchetiana* tiveram as maiores densidades médias em AR. *Quesnelia quesneliana* foi a única encontrada em TI (Tab. II). O FA apresentou três das quatro espécies de bromélias analisadas (Tab. II).

Houve variação na composição e diversidade de anfíbios conforme a espécie de bromélia analisada (Tab. I e II). *Aechmea nudicaulis* foi a bromélia que abrigou a maior riqueza (N= seis espécies, Fig. 3) e diversidade de anfíbios, o que reduziu a dominância (Tab. II). Ao contrário, *Q. quesneliana*

IHERINGIA

apresentou a maior dominância, fator influenciado pela baixa riqueza (N= uma espécie; Fig. 3) e diversidade de anfíbios (Tab. II).

Tabela II. Análises de diversidade de anfíbios por espécie de bromélia, padronizada por busca ativa limitada por tempo, no Parque Estadual Paulo César Vinha, Espírito Santo. DPB= Densidade populacional média de bromélias \pm SD em cada ambiente (Afloramento rochoso [AR], Formação arbustiva aberta não inundável [FA] e Arquipélago de Três Ilhas [TI]); N= número de espécies de anfíbios; Ntot= número total de indivíduos; H'= Índice de Shannon-Wiener; D= Dominância; J= Equitabilidade de Pielou.

| Espécie de bromélia | DPB | N | Ntot | H' | D | J |
|------------------------|--|---|------|------|------|------|
| <i>A. blanchetiana</i> | 2,49 \pm 1,77(AR); 2,23 \pm 0,39 (FA) | 5 | 121 | 0,53 | 0,76 | 0,33 |
| <i>A. nudicaulis</i> | 5,97 \pm 1,75(AR); 0,55 \pm 0,54 (FA) | 6 | 47 | 1,25 | 0,38 | 0,70 |
| <i>Q. quesneliana</i> | 0,29 \pm 0,29(AR); 3,43 \pm 1,10 (TI) | 2 | 376 | 0,01 | 0,99 | 0,02 |
| <i>V. neoglutinosa</i> | 0,87 \pm 0,65 (FA) | 2 | 63 | 0,52 | 0,65 | 0,76 |

Embora existam diferenças no uso de bromélias pela comunidade de anfíbios, foi possível a formação de agrupamentos significativos e sobreposição no uso das plantas (Correlação Cofenética = 0,967). *Phyllodytes luteolus* e *S. alter* foram encontradas coexistindo em *A. blanchetiana* em diversas ocasiões (MMM, obs. pessoal). A composição de anfíbios foi similar nas bromélias *A. nudicaulis* e *A.*

IHERINGIA

blanchetiana (Correlação cofenética = 0,987). Enquanto que *Q. quesneliana* e *V. neoglutinosa* formaram um grupo a parte, com poucas espécies de anfíbios habitando-as (Correlação cofenética = 0,987).

DISCUSSÃO

A curva de acumulação de espécies indica que encontramos as possíveis espécies de anfíbios bromelícolas e bromelígenas nas áreas amostradas, porém Peloso et al (2012) adiciona a ocorrência de *Scinax agilis* habitando bromélias no PEPCV. Embora com adoção de metodologias diferentes, o número de espécies encontradas no PEPCV mostrou-se semelhante ou superior a outros estudos nas restingas pesquisadas no estado do Espírito Santo (ver Schineider & Teixeira 2001, N= 6 espécies; Teixeira *et al.*, 2002 , N= 5 espécies; Rocha *et al.*, 2008, N= 7 espécies para Setiba-ES). Essa diferença pode ser parcialmente atribuída ao grau de proteção das áreas estudadas. Áreas sediadas fora de unidades de conservação (UCs) como Praia das Neves (Teixeira *et al.*, 2002, Rocha et al. 2008) expõe a fauna local a impactos antropogênicos possivelmente eliminando espécies mais sensíveis. O número de espécies encontradas no PEPCV pode também estar associado à alta heterogeneidade de ambientes, incluindo presença de corpos d'água permanentes e temporários bem como uma alta diversidade de bromélias. Esses corpos d'água certamente favoreceram o estabelecimento das espécies bromelícolas, as quais utilizam os mesmos para fins reprodutivos apesar de utilizarem bromélias como refúgio.

Phyllodytes luteolus foi a espécie com maior abundância relativa nos ambientes amostrados, o que pode estar relacionado ao hábito bromelígena e a elevada diversidade de bromélias no PEPCV (Peixoto, 1995; Giaretta, 1996; Ferreira *et al.*, 2012). Possivelmente o caráter bromelígena de *P. luteolus* foi essencial para o seu estabelecimento no ambiente insular (TI) onde água doce viável para reprodução é encontrada apenas em bromélias. A distância dos ambientes insulares em relação ao

IHERINGIA

continente (± 3 km) aparentemente não impediu o sucesso de *P. luteolus* na colonização e estabelecimento das ilhas. As outras espécies de anfíbios amostradas utilizam bromélias apenas como habitat secundário, ou seja, como refúgio diurno ou para forrageio. Com exceção de *R. crucifer*, que se reproduz em ambientes lóticos (Izecksohn & Carvalho-e-Silva, 2010), as outras espécies reproduzem em ambientes brejosos (Haddad *et al.*, 2013). Silva *et al.* (2010) encontraram *D. decipiens* residindo em bromeliáceas em área próxima ao PEPCV. Esse fato, acrescido do registro da vocalização dessa espécie no presente estudo (N= seis indivíduos), pode ser esse um indicativo que bromélias sejam ambientes adequados à reprodução desses animais e que o mesmo pode adotar a estratégia bromelígena de forma alternativa (Mageski *et al.* Submetido). A dependência das espécies bromelícolas encontradas no PEPCV a corpos d'água lênticos ou lóticos possivelmente limitou a presença das mesmas aos ambientes continentais.

Aparentemente a maior diversidade e equitabilidade, além de menor dominância atribuída a AR, se devem à proximidade com corpo d' água temporário onde diversas espécies bromelícolas se reproduzem (Peixoto, 1995; Pontes *et al.*, 2013). As mesmas, ao forragearem e se abrigarem em bromélias, reduzem a dominância de *P. luteolus* e aumentam a equitabilidade da comunidade. Dentre os ambientes, TI apresentou a maior dominância devido à presença de apenas uma espécie de anfíbio. O maior número de espécies em AR e FA pode ser atribuído à heterogeneidade ambiental, sendo esse o número de espécies de bromélias disponíveis, o que de acordo com MacArthur e MacArthur (1961) tem influências diretas na riqueza.

A maior diversidade encontrada em *A. nudicaulis*, pode ser atribuída à possibilidade de ocupação pelas espécies maiores de anfíbios (*A. brunoi*; *H. semilineatus* e *R. crucifer*). Essa diversidade em *A. nudicaulis* resultou no aumento da equitabilidade e redução da dominância. A menor abundância relativa encontrada nessa bromélia, provavelmente se deve à menor complexidade estrutural, formando

IHERINGIA

um único copo central com capacidade de acumular água (Schneider & Teixeira 2001). Essa característica pode restringir a ocupação pelos animais a um ou poucos indivíduos. *Vriesea neoglutinosa* abrigou baixa riqueza e abundância relativa de anfíbios, o que pode ser atribuído a uma baixa capacidade de armazenamento de água e biomassa por essa planta (Cogliatti & Carvalho, 2010). Esse fato pode ser responsável pela ocupação restrita de anfíbios menores, o que reduz a diversidade na planta. *Aechmea blanchetiana* apresentou a segunda maior abundância relativa de anfíbios e diversidade, incluindo a maior abundância de *P. luteolus* em área continental. Isso pode estar relacionado ao tamanho e a complexidade dessa bromélia, oferecendo maiores oportunidades de abrigo, desova e forrageio aos anfíbios (Ferreira *et al.*, 2012). *Quesnelia quesneliana* apresentou os maiores valores de abundância relativa de anfíbios, fato ocasionado pela presença da mesma em TI, onde, com exceção *N. cruenta*, é única fonte de água viável para *P. luteolus*. Em contraste, essa bromélia apresentou a menor diversidade de anfíbios no continente, juntamente com *V. neoglutinosa*, o que pode ter sido influenciado pela baixa densidade dessa espécie nesses ambientes.

Os ambientes continentais mostraram-se mais similares entre si, aparentemente devido à similaridade da fitofisionomia de bromélias, em relação à composição de anuros residentes em TI. Esse resultado pode indicar que há constante contato entre as populações presentes nos ambientes continentais diferentemente do isolamento do ambiente insular.

O volume de água acumulada e a complexidade das bromélias parecem ser, nessa ordem, os fatores responsáveis pela maior procura por anfíbios bromelícolas e bromelígenas, como encontrado no presente estudo. O volume de água residente é um fator limitante para anfíbios, sendo imprescindível para manter a umidade corpórea do animal, evitando dessecação e garantir o desenvolvimento larval das espécies bromelígenas (Duellman & Trueb, 1994; Peixoto, 1995), resultando no sucesso reprodutivo desses animais. Plantas mais complexas formam microhabitats adequados às comunidades

IHERINGIA

animais (Silva *et al.*, 2010) pois disponibilizam maior número de habitats viáveis a ocupação, presas em potencial para consumo (Srivastava & Lawton, 1998), aumentam a chance de comportamento satélite (Wells, 1977) e dificulta a ação de predadores (Babbitt & Jordan, 1996). O volume de água e complexidade podem estar intimamente relacionados (Pontes *et al.*, 2013), no caso, plantas mais complexas armazenam maiores volumes de água.

Nossos resultados mostram que a ocupação de bromélias pela comunidade de anfíbios ocorreu de forma distinta e aparentemente associada às características da planta e à localização das mesmas (proximidade a corpos d'água). A abundância de anfíbios mostrou-se relacionado à diversidade de bromélias, sugerindo que a redução dessas plantas poderia ocasionar uma perda de anfíbios. Sugerimos que estudos futuros correlacionem os fatores químicos da água das bromélias com o grau de ocupação das mesmas por anfíbios, colaborando assim com o maior entendimento da relação entre anfíbios e bromélias.

Agradecimentos. Esse trabalho faz parte do Projeto Bromeligenous. Agradecemos a Ary Silva, Renato Feio, Rute Carvalho e Werther Krohling pelas excelentes sugestões no desenvolvimento do manuscrito e delineamento experimental do estudo. Cinthia Casotti e Namany Nascimento pelo auxílio nos trabalhos de campo. Somos gratos também aos funcionários do "Parque Estadual Paulo Cesar Vinha" pelo apoio na realização do trabalho. Recebemos autorização de pesquisa do "Instituto Estadual de Meio Ambiente" (IEMA) (Proc. n ° 59666501/2013), e Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO(n ° 37762-2/2013)). MM recebeu bolsa de estudos da "Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Espírito Santo" (FAPES), "Universidade Vila Velha" (UVV).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assis, A. M.; Thomaz, L. D. & Pereira, O. J. 2004a. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** **18**(1):191-201.
- Assis, A. M.; Pereira, O. J. & Thomaz, L. D. 2004b. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). **Revista Brasileira de Botânica** **27**(2):349-361.
- Babbitt, K. J. & Jordan, F. 1996. Predation on *Bufo terrestris* tadpoles: effects of cover and predator identity. **Copeia** **1996**(2):485–488.
- Barcelos, M.E.F.; Rigueti, J. R.; Silva, L.T.P.; Silva, A.G. & Ferreira-Junior, P.D. 2012. Influência do solo e do lençol freático na distribuição das formações florísticas nas areias reliquias do Parque Estadual Paulo César Vinha, ES, Brasil. **Natureza On line** **9**(3):134-143.
- Bernarde, P. S. 2012. **Anfíbios e Répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira**. Anolis Books, Curitiba. 320p.
- Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture recapture data with unequal catchability. **Biometrics** **43**(4):783-791.
- Clima Tempo Meteorologia. 2012. Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br/>>. Acesso em: 14.03.2013.

Cogliatti-Carvalho, L.; Rocha-Pessôa, T.C.; Nunes-Freitas, A.F. & Rocha, C.F.D. 2010. Volume de água armazenado no tanque de bromélias, em restingas da costa brasileira. **Acta Botânica Brasílica** 24(1):84-95.

Colwell, R. K. 2006. **EstimateS: Statistic estimation of species richness and shared species from samples – Version 9.0.0**. Disponível em:< <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>> Acesso em: 25.03.2013.

Da-Silva, E. R. 1998. Estratégias de adaptação das espécies de Ephemeroptera às condições ambientais da Restinga de Maricá. **Oecologia Brasiliensis** 5(1):29-40.

Duellman, W. E. & Trueb, L. 1994. **Biology of Amphibians**. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. 670p.

Fabris, L. C. 1995. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Ferreira, R. B. & Mendes, S. L. Herpetofauna no campus da Universidade Federal do Espírito Santo. *Sitentibus Série Ciências Biológicas* 10(2-4): 279-285.

IHERINGIA

- Ferreira, R. B.; Schineider, J. A. & Teixeira, R. L. 2012. Diet, Fecundity, and Use of Bromeliads by *Phyllodytes luteolus* (Anura: Hylidae) in Southeastern Brasil. **Journal of Herpetology** 6(1):19-23.
- Frost, D. R. 2013. **Amphibian Species of the World: an Online Reference**. Disponível em:<<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>> Acesso em: 10.04.2013.
- Gasparini, J.L.; Almeida, A.P.; Cruz, C.A.G. & Feio, R.N. 2007. **Anfibios**. In Passamani, M. & Mendes. S.L. Livro de Espécies Ameaçadas de Extinção no Espírito Santo. Vitória, IPEMA. 140p.
- Giaretta, A.A. 1996. Reproductive specializations of bromeliad hylid frog *Phyllodytes luteolus*. **Journal of Herpetology** 30(1):96-97.
- Haddad, C.F.B.; Toledo, L.T.; Prado, C.R.A.; Loebmann, D. & Gasparini, J.L. 2013. **Guia de Anfíbios da Mata Atlântica: Diversidade e Biologia**. Anolis Books, São Paulo. 544p.
- Hammer, O; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Eletronica** 4(1): 1-9.
- INCAPER. 2013. Caracterização das estações do ano. Disponível em:< <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br>> Acesso em: 26.08.2013.
- IUCN, 2012. **IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em:< www.iucnredlist.org > Acesso em: 19.03.2013.

Izecksohn, E. & Carvalho-e-Silva, S.P. 2010. **Anfíbios do Município do Rio de Janeiro**. EdUFRJ, Rio de Janeiro. 159p.

Koppen, W. 1948. **Climatologia: com um estudo de los climas de la Tierra**. Fondo de Cultura Económica, México. 478p.

Lehtinen, R.M.; Lannoo, M.J. & Wassersug, R.J. 2004. Phytotelm-breeding anurans: past, present and future research. **Michigan Museum of Zoology** **193**(1): 1-9.

Machado, C.G. & Semir, J. 2006. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica** **29**(1):163-174.

Magurran, A.E. 2009. **Ecological diversity and its measurements**. Princeton University Press, New Jersey. 179p.

Martins, F.R. & Santos, F.A.M. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Holos Environment** **1**(1):236-267.

- Nunes-Freitas, A.F.; Rocha-Pessôa, T.C.; Cogliatti-Carvalho, L.; Rocha, C.F.D. Bromeliaceae da restinga da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul: composição, abundância e similaridade da comunidade. **Acta Botânica Brasílica** **20**(3):709-717.
- Peixoto, O. L, 1995. Associação de anuros e bromeliáceas na Mata Atlântica. Revista **Universidade Rural, Série Ciências da Vida** **17**(2):75-83.
- Peloso, P.L.V.; Faivovich, J.; Grant, T.; Gasparini, J.L. & Haddad, C.F.B. An extraordinary new species of *Melanophryniscus* (Anura, Bufonidae) from southeastern Brazil. **American Museum Novitates** **3762**:1-32 .
- Pereira, M. C. A.; Cordeiro, S. Z. & Araújo, D. S. D. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** **18**(3):677-687.
- Pontes R.C., Santori R.T., Gonçalves e Cunha F.C. & Pontes J.A.L. 2013. Habitat selection by anurofauna community at rocky seashore in coastal Atlantic Forest, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** **73**(3): 533-542.
- Proença, S.L. & Sajo, M.G. 2004. Estrutura foliar de espécies de *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** **18**(2):319-331.

Rocha, C.F.D.; Hatano, F.H.; Vrcibradic, D. & Van sluys, M. 2008. Frog species richness, composition and β -diversity in coastal Brazilian restinga habitats. **Brazilian Journal of Biology** 68(1):101-107.

Scarano, F. R.; Duarte, H. M.; Ribeiro, K. T.; Rodrigues, P. J. F. P. & Barcellos, E. M. B. 2001. Four sites contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic distribution to ecophysiological parameters. **Botanical Journal of the Linnean Society** 136(4):345-364.

Schneider, J.A.P. & Teixeira, R. L. 2001. Relacionamento entre anfíbios anuros e bromélias da Restinga de Regência, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Iheringia** 62(2):263-268.

Shepherd, G.J. 2010. **FITOPAC 2: manual do usuário**. Versão 2.1.2.85. UNICAMP, Campinas.

Silva, H. R.; Carvalho, A. L. G. & Bittencourt-Silva, G. B.. 2010. Selecting a hiding place: anuran diversity and the use of bromeliads in a threatened coastal sand dune habitat in Brazil. **Biotopica** 43(2):1-10.

Srivastava, D. S. & Lawton, J. H. 1998. Why more productive sites have more species: an experimental test of theory using tree-hole communities. **The American Naturalist** 152(4):510–529.

Teixeira, R.L.; Schneider, R. L. & Almeida, G. I. 2002. The occurrence of amphibians in bromeliads from a Southeastern Brazilian restinga habitat, with special reference to *Aparasphenodon brunoi* (Anura, Hylidae). **Brazilian Journal of Biology** 6(2):263-268.

- Uetanabaro, M.; Souza, F.L.; Filho, P.L.; Beda, A.F. & Brandão, R.A. 2007. Anfíbios e répteis do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Biota Neotrópica** 7(3):279-288.
- Well, K. D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour** 25 (3):666-693.
- Wilkinson, L. 1990. **SYSTAT: The System for Statistics**. Systat Inc., Evanston, Illinois.
- Zug, G.R.; Vitt, L.J. & Caldwell, J.P. 2001. **Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles**. Academic Press, San Diego. 776p.

CAPÍTULO 2

JOURNAL OF HERPETOLOGY

A influencia da complexidade estrutural e fatores físico-químicos em bromeliáceas na seleção por *Phyllodytes luteolus* (Anura, Hylidae) em uma restinga do sudeste do Brasil

Marcio M. Mageski^{1,4}, Rodrigo B. Ferreira^{2,3}, Larissa C. Costa¹, Paulo R. Jesus¹,
Cinthia Casotti Medeiros¹ e Paulo D. Ferreira¹.

¹*Universidade Vila Velha, Laboratório de Ecologia Terrestre e Aquática, Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil.*

²*Department of Wildland Resources and Ecology Center, Utah State University, Old Main Hill, Logan, Utah, 84322-5230, USA.*

³*Museu de Biologia Mello Leitão, Av. José Ruschi, 4, Santa Teresa, CEP: 29650-000, Espírito Santo, Brasil.*

⁴*Corresponding author. E-mail:marcioherpetologia@gmail.com*

Resumo. — Em geral anfíbios tendem a ser especialistas em um tipo de habitat reprodutivo como é o caso do bromelígena *Phyllodytes luteolus*. Essa espécie deposita os ovos na água acumulada de bromélias ao longo da região costeira do sudeste do Brasil. Avaliamos nesse estudo a influência de parâmetros morfométricos da planta e físico-químicos da água na seleção do hábitat reprodutivo de *P. luteolus*. Analisamos 107 bromélias, das quais 34 com machos, 33 com fêmeas e 40 desocupadas. Machos e fêmeas diferiram na escolha do hábitat reprodutivo, sendo que a altura da planta, o diâmetro da planta e a condutividade da água do fitotelma influenciam na escolha do hábitat reprodutivo desses anfíbios. Essas características permitem inferir que a escolha é baseada na necessidade dos animais, sendo machos na atração de fêmeas e essas para oviposição e desenvolvimento larval.

Palavras-chave: Anfíbio; Bromélia; Bromelígena; Restinga; Espírito Santo.

Introdução

Os anfíbios da Mata Atlântica apresentam 27 modos de reprodução (Haddad et al., 2013), dentre esses, existem as espécies bromelígenas que utilizam bromélias em seu ciclo de vida para a deposição dos ovos e desenvolvimento larval (Peixoto, 1995). Essa interação é possível pois estas plantas acumulam a água proveniente das chuvas formando um microambiente conhecido como fitotelma (Lehtinen et al., 2004). A ocorrência de anfíbios em ambientes específicos pode ser influenciada pela interação de diversos parâmetros ecológicos (Pavignano et al., 1990). As espécies de bromélias geralmente divergem nas condições de sobrevivência para a comunidade de anfíbios bromelígenas (Schneider e Teixeira, 2001), podendo variar em estrutura morfológica ou nos fatores físico-químicos da água do fitotelma (Eterovick, 1999; Ferreira et al., 2012). Fatores ligados à complexidade estrutural da planta tais como altura e diâmetro

da bromélia e do fitotelma, número de folhas e axílas e parâmetros físico-químicos que compõem a água do fitotelma como volume, pH, temperatura, oxigênio saturado, oxigênio dissolvido sólidos em suspensão e salinidade podem, somados a competição intra e interespecífica, influenciar a seleção desse microambiente para fins reprodutivos (Oliveira e Navas, 2004; Begon et al., 2007).

O anfíbio bromelígena *Phyllodytes luteolus* (Wied-Neuwied, 1824), apresenta ampla distribuição geográfica, estendo-se pela costa leste do Brasil, do estado da Paraíba até os estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Frost, 2013; IUCN, 2012).

Recentemente foi diagnosticada como espécie invasora no estado do Rio de Janeiro (Salles e Silva-Soares, 2010). Os ecossistemas de restinga são caracterizados pela presença de depósitos arenosos, onde se desenvolvem comunidades vegetais fisionomicamente distintas sob influencia marinha e fluvial-marinha (Sugiyama, 1998).

Nesses ambientes a disponibilidade de água é limitada a algumas fitofisionomias e o encontro de *P. luteolus* associado a bromeliáceas é comum (Schneider e Teixeira, 2001; Teixeira et al. 2002).

Os organismos que selecionam o hábitat de reprodução podem se dispersar para ambientes mais atraentes visualmente, apesar de não terem inicialmente informações diretas da qualidade do hábitat (Kristan, 2003). Nesse contexto, os parâmetros estruturais e químicos das diferentes espécies de bromélias (Ferreira et al., 2012), podem atuar direta ou indiretamente na seleção do hábitat reprodutivo pelos anfíbios, considerando que a ocupação das plantas não é total nos ambientes em que ocorrem (Schneider e Teixeira, 2001; Teixeira et al. 2002). Ao passo que, podem existir divergências sexuais na utilização dessas plantas, por conta de finalidades diferentes, sendo machos na atração de fêmeas, e essas na oviposição e desenvolvimento larval. A escolha do hábitat reprodutivo ideal é de fundamental

importância para garantir o sucesso reprodutivo e a permanência de populações bromelígenas.

Avaliamos os parâmetros ecológicos estruturais das bromélias, bem como os físico-químicos da água do fitotelma utilizados por *P. luteolus* na escolha de seu hábitat reprodutivo em uma área de restinga, inserida na formação de Mata Atlântica.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV; 20°33'-20°38'S e 40°23' - 40°26'W), situado em Guarapari, estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. O clima da região é classificado como Am de Köppen (Köppen, 1948), com temperatura média de 25,1 °C e 80% de umidade relativa do ar (Clima Tempo Meteorologia, 2012; Fabris, 1995).

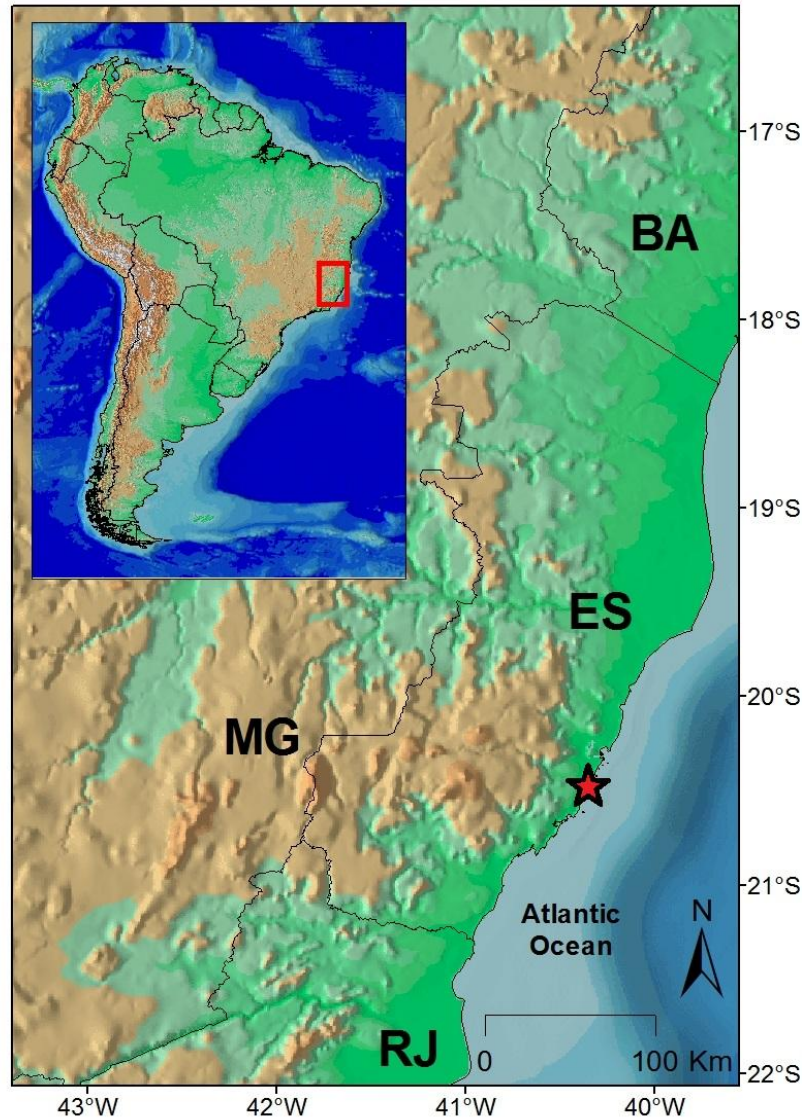


Figura 1. Localização da área de estudo, Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), município de Guaraparí, Estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. Estados: Bahia (BA), Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), e Rio de Janeiro (RJ).

Com a finalidade de amostrar populações aparentemente disjuntas de *P. luteolus*, selecionamos duas fitofionomias diferentes no PEPCV, sendo essas afloramento rochoso (Fig. 2A) e formação arbustiva aberta não-inundável (Fig. 2B), distantes aproximadamente 1.100 m uma da outra.

I) Afloramento Rochoso (AR): Ambiente 8 m acima do nível do mar (Barcelos *et al.*, 2012) localizado próximo a corpos d'água temporários, apresenta aproximadamente 1.160 m², distribuído em ambiente inclinado. Ocorre predomínio de Cactaceae e Bromeliaceae rupícolas, dessas, são incluídas *Aechmea blanchetiana*, (Baker) L. B. Smith., 1955, *Quesnelia quesneliana* (Brongn.) L.B. Sm e *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb., 1864, sendo essa em maior proporção em relação às demais (pers. obs). Essas espécies se encontram distribuídas em um padrão agregado de moitas, por vezes sob vegetação arbustiva. Esse ambiente sofre intensa influencia solar e marinha, devido a se tratar de uma área aberta e da proximidade com o oceano, respectivamente.

II) Formação arbustiva aberta não - inundável (FA): Ambiente 6 m acima do nível do mar (Barcelos *et al.*, 2011), situado próxima a trilha principal do PEPCV, tratando-se de uma área de aproximadamente 85.000 m². Nesse ambiente, ocorre predomínio de Cactaceae e Bromeliaceae de solo, principalmente *Aechmea blanchetiana*, seguida por *Aechmea nudicaulis* e *Vriesea neoglutinosa*. Os mosaicos formados normalmente se distribuem em padrão agregado, geralmente sob vegetação arbustiva. Esse ambiente apresenta conexão direta com corpos de água doce e, devido à distância de aproximadamente 600 m do mar, sofre menor influencia marinha em comparação com os outros dois ambientes aqui estudados.



Figura 2. Fitofisionomias amostradas no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapará-ES. A) Afloramento rochoso e B) Formação arbustiva aberta não inundável.

Coleta de dados

Realizamos amostragens noturnas, empregando busca visual e auditiva (Silva-Soares et al. 2010; Bernarde 2012), de dois a oito dias mensais de janeiro a abril de 2013 em cada fitofisionomia amostrada. O esforço amostral total foi de 11 h/ pesquisador, totalizando 55 h, sendo analisadas 107 bromélias, sendo 34 ocupadas por machos (considerando apenas animais vocalizantes), 33 ocupadas por fêmeas (baseado na presença de amplexo, ovos e/ou girinos) e 40 bromélias desocupadas. Analisamos as plantas independentemente da espécie, uma vez que os resultados da presente análise, considerando a estrutura da planta e fatores físico-químicos da água acumulada no fitotelma, demonstrará qual é a espécie de bromélia de preferência dos animais.

Capturamos e identificamos os anfíbios seguindo literatura especializada (Ramos e Gasparini, 2004; Izecksohn e Carvalho-e-Silva, 2010; Haddad *et al.*, 2013), seguidamente os soltamos no mesmo local de coleta. Quando possível, com auxílio de um multiparâmetro (YSI 85, modelo #85/100) e pHmetro (EcoSense YSI pH 100, Serial No. JC03893) analisamos os dados físico-químicos da água da bromélia como

temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), oxigênio saturado (%), sólidos, salinidade da água e pH. Em seguida, calculamos o volume do fitotelma (cm³) considerando $\text{Volume} = \pi \times \text{Raio do copo}^2 \times \text{Altura do copo}$. Não foi possível avaliar os dados físico-químicos em *V. neoglutinosa*, devido às pequenas dimensões do fitotelma. Para avaliar a arquitetura estrutural da bromélia medimos a altura e diâmetro da planta, altura e diâmetro do copo, número de folhas e número de axilas. As plantas foram identificadas com base em sua inflorescência e morfologia (Nara e Webber, 2002; Proença e Sajo, 2004; Machado e Semir, 2006; Braga, 2008).

Análise de dados

Submetemos os dados a uma correlação simples com o objetivo de verificar a presença de colinearidade entre os parâmetros morfométricos da planta e físico-químicos da água do fitotelma (Hair et al., 2005; Zar, 2010). Dados com elevada colinearidade ($r > 0,75$) foram excluídos das análises. Em seguida checamos a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk. Os dados não-normais foram log transformados e aplicamos o teste Kappa² (K²) como tentativa final de obtenção de distribuição normal.

Empregamos o teste Análise de Variâncias (ANOVA) nos dados normalizados (pH, altura da planta, O₂ saturado e temperatura da água) e o teste Kruskal-Wallis (KW) para dados não normalizados (condutividade, diâmetro da planta, altura do copo, diâmetro do copo, número de folhas e O₂ dissolvido) afim de averiguar a relação entre as variáveis analisadas entre bromélias ocupadas e desocupadas (Zar, 2010). Detectadas diferenças, aplicamos o teste *a posteriori* (post hoc) de Fisher LSD. Realizamos uma análise multivariada de agrupamento para verificar se há formação de grupos entre os

indivíduos que utilizam as mesmas condições ambientais nas bromélias. Consideramos o grupo significativo quando apresentou correlação cofenética $\geq 0,75$. Consideramos $P < 0,05$ como significativo. Desenvolvemos as análises acima nos programas Systat v.11, Statistica v.7 e Fitopac v.2.

Para avaliar a seleção do hábitat reprodutivo de *P. luteolus* utilizamos os dados morfométricos da planta e físico-químicos da água do fitotelma de bromélias ocupadas por machos e fêmeas (1) e desocupadas (0). Empregamos análises multifatoriais de regressão logística (Hair et al., 2005), consideramos $P \geq 0,20$ como aceitável no ajuste de Hosmer-Lemeshow e Modelo Linear Generalizado (GLM) (Keating e Cherry, 2004), utilizando uma matriz interna de dados com presença e ausência dos animais correlacionadas com matriz externa contendo os dados ambientais da bromélia. Nesse intuito utilizamos o programa Minitab v.16, com intervalos de confiança de 95% (Zar, 2010).

Resultados

A análise de regressão logística ($G = 15,700$; $df = 3$; $P = 0,001$) com validade aceitável do valor de Hosmer-Lemeshow ($\chi^2 = 10,909$; $df = 8$; $P = 0,207$) demonstra que a seleção do hábitat reprodutivo por *P. luteolus* basea-se na altura da planta ($Coef = -0,016$; $SE\ coef = 0,007$; $z = -2,16$; $p = 0,031$), diâmetro da planta ($Coef = 0,029$; $SE\ coef = 0,011$; $z = 2,65$; $P = 0,008$) e condutividade ($Coef = -0,005$; $SE\ coef = 0,002$; $z = -2,07$; $P = 0,001$). Nesse contexto, *P. luteolus* tem preferência por plantas menores, mais largas e com menor condutividade na água do fitotelma.

Há diferenças entre plantas ocupadas por machos, fêmeas e vazias para as seguintes variáveis: altura da planta (N = 107; $F_{2,104} = 3,009$; $P \leq 0,05$) condutividade (N = 101; $df = 2$; $H = 9,952$; $P < 0,05$) e número de folhas (N = 107; $df = 2$; $H = 12,274$; $P < 0,05$)(Tab. 1).

Tabela 1. Valores dos testes discriminantes para as variáveis mensuradas em bromeliáceas ocupadas por machos (N = 34) e fêmeas (N = 33) de *P. luteolus* em relação a plantas desocupadas (N = 40) no Parque Estadual Paulo César Vinha, estado do Espírito Santo. Sendo: APL = Altura da planta (cm), DPL = Diâmetro da planta (cm), ACO = Altura do copo (cm), DCO = Diâmetro do copo (cm), NFO = Número de folhas, pH = Potencial hidrogeniônico, OSA = Oxigênio saturado (%), CON = Condutividade (μ s), ODI = Oxigênio dissolvido (mg/L), TEM = Temperatura da água ($^{\circ}$ C). Valores das médias (\pm desvio padrão) ou mediana; letras indicam similaridade no teste *a posteriori* de Fischer LSD ; *F* = resultados dos testes ANOVA; *H* = resultados dos testes Kruskal Wallis; * = probabilidades (*P*) significativas; Graus de liberdade = 2.

| Variáveis | Machos | Fêmeas | Desocupadas | <i>F/H</i> | <i>P</i> |
|-----------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|----------|
| APL | 58,503 (16,587) ^a | 54,536 (16,508) ^{a,c} | 65, 171 (18,582) ^{b,d} | <i>F</i> = 3,009 | 0,050* |
| DPL | 23,800 | 28,000 | 23,3 | <i>H</i> = 5,395 | 0,067 |
| ACO | 20,000 | 20,000 | 24,0 | <i>H</i> = 3,911 | 0,141 |
| DCO | 8,000 | 6,000 | 5,5 | <i>H</i> = 2,718 | 0,257 |
| NFO | 11,000 ^a | 4,000 ^{b,d} | 3,0 ^{c,d} | <i>H</i> = 12,274 | 0,002* |
| pH | 4,266 (0,776) | 4,325 (0,636) | 4,174 (0,774) | <i>F</i> = 0,403 | 0,670 |
| OSA | 21,670 (17,310) | 21,703 (15,170) | 18,924 (19,069) | <i>F</i> = 1,624 | 0,202 |

| | | | | | |
|-----|---------------------|-----------------------|---------------------|-------------|--------|
| TEM | 25,207 (1,727) | 25,261 (1,644) | 25,561(1,988) | $F = 0,396$ | 0,674 |
| CON | 23,800 ^a | 31,400 ^{a,c} | 53,3 ^{b,c} | $H = 9,952$ | 0,007* |
| ODI | 1,150 | 1,320 | 0,78 | $H = 2,956$ | 0,228 |

Fêmeas de *P. luteolus* ocuparam plantas menores, significativamente diferentes de plantas vazias, com baixa condutividade, sem diferenças significativas com machos e plantas vazias e menos complexas em relação aos machos (Tab. 1). Machos ocorreram principalmente em plantas de tamanho intermediário, sem diferenças significativas com fêmeas e baixa condutividade, significativamente diferentes de plantas vazias e mais complexas em relação às fêmeas e plantas vazias (Tab. 1).

A análise de agrupamento evidenciou que machos e fêmeas utilizam parâmetros semelhantes na escolha do hábitat reprodutivo em relação a plantas vazias (Correlação Cofenética = 0,897).

Discussão

A diferença, nas características estruturais e químicas da água, entre bromélias ocupadas e desocupadas indica a existência de uma seleção do hábitat reprodutivo por *P. luteolus*, semelhante ao encontrado por Schineider e Teixeira (2001) e Teixeira et al. (2002) para essa mesma espécie na restinga de Regência e Praia das Neves, ambas no Estado do Espírito Santo, também observado em outras espécies de anfíbios bromelígenas nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro (Oliveira e Navas, 2004; Alves-Silva e Silva 2009; Silva et al., 2011; Pontes et al., 2013)

Phyllodytes luteolus habitaram plantas menores, com maior diâmetro e menor condutividade, características típicas da bromélia *A. blanchetiana*. Essa planta, devido à disposição das rosetas, apresenta o maior volume de água por fitotelma, o que reduz a competição e possibilidades do encontro por predadores (Cogliatti-Carvalho et al., 2010; Ferreira et al., 2012). Plantas mais complexas também aumentam a quantidade de invertebrados disponíveis como presas para esses anuros (Ferreira et al., 2012), reduzindo assim, gastos energéticos para forrageamento.

Macho e fêmeas diferiram na escolha do habitat. Encontramos evidências de seleção por fêmeas de *P. luteolus* (amplexo, ovos e girinos) em plantas menores, menos complexas e com baixa condutividade, características atribuídas principalmente à *A. nudicaulis*, que constitui o principal local de desova desses animais. Schineider e Teixeira (2001) encontraram um resultado semelhante para a restinga no norte do ES. Essa escolha, possivelmente, se deve ao fato de essa bromélia apresentar um único tubo central, mais largo, com capacidade de acumular maiores volumes de água (Schineider e Teixeira, 2001), formando assim, um fitotelma profundo, com menor tendência à dessecação. Essa reserva hídrica permite que o desenvolvimento larval se complete e que os recém-metamorfoseados se desloquem para outras bromélias (Teixeira et al., 1997).

Encontramos os machos de *P. luteolus* principalmente em *A. blanchetiana* que possui maior número de folhas em relação à *A. nudicaulis*. De acordo com Ferreira et al. (2012), em plantas mais complexas a competição é possivelmente reduzida, o que pode aumentar as chances de comportamento satélite, além de minimizar os risco de predação (Lea, 2000).

Encontramos machos e fêmeas de *P. luteolus* em fitotelmas com baixa condutividade elétrica da água, indicativo de menor dissolução de matéria orgânica e sais depositados. Os ambientes com essas características podem afetar a osmorregulação, acarretando a perda de água corpórea e desidratação, que inviabilizariam a sobrevivência dos anuros (Lima e Agostinho, 1992; Santos, 2011).

As plantas desocupadas apresentaram a maior altura, condutividade elevada e menor número de folhas em relação às ocupadas. Essas características foram encontradas principalmente nas espécies *Q. quesneliana* e *V. neoglutinosa*. *Vriesea neoglutinosa* apresenta um menor número de folhas e fitotelmas mais rasos em relação à *A. blanchetiana*, resultando em menores volumes de água acumulados (Cogliatti-Carvalho et al., 2010), aumento da concentração de sais e também expondo os animais à predadores, essas características dificultam o uso dessa planta para fins reprodutivos (Pontes et al., 2013). *Quesnelia quesneliana* apresenta altura elevada com número de folhas similar à *A. blanchetiana*, porém, mais rígida, onde menores volumes de água são acumulados (Cogliatti-Carvalho et al., 2010). Essa planta apresenta também margem espinhosa com ápice disposto em espinho rígido (Vieira, 2006), sendo que uma vez desocupadas, a matéria orgânica é acumulada, aumentando a condutividade, impossibilitando a desova e o desenvolvimento larval.

As variáveis altura da planta e número de folhas parecem estar diretamente relacionadas com a capacidade de acúmulo de água pela planta, elementar para a sobrevivência de anuros (Duellman e Trueb, 1994). A condutividade aumenta com o acúmulo da matéria orgânica e pode prejudicar o metabolismo dos anfíbios, favorecendo a perda de água e desidratação, por conta da pele permeável desses animais (Wells, 2007). Estudos

posteriores envolvendo a análise de seleção do hábitat de *P. luteolus* em sua área de ocorrência, são necessários para o melhor entendimento da ecologia dessa bromelígena.

Agradecimentos— Somos gratos à A. Silva, R. Feio, R. Carvalho e W. Krohling pelas sugestões no desenvolvimento do manuscrito. A. Falcão pelos auxílios de campo. Somos gratos aos funcionários do "Parque Estadual Paulo Cesar Vinha" pelo suporte nos trabalhos de campo. Ao "Instituto Estadual de Meio Ambiente" (IEMA) e "Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade" (ICMBio, SISBIO) pelas licenças concedidas (Proc. No. 59666501/2013 e nº 37762-2/2013, respectivamente. A "Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Espírito Santo" (FAPES), pela bolsa de mestrado concedida à MMM durante o presente trabalho.

Referências

Alves-Silva, R., e Silva, H.R., 2009. Life in bromeliads: reproductive behaviour and the monophyly of the *Scinax perpusillus* species group (Anura: Hylidae). *Journal of Natural History*, vol. 43, no. 3, p. 205-217.

Barcelos, M.E.F., Riguetti, J. R., Silva, L.T.P., Silva, A.G., e Ferreira-Junior, P.D.

2012. Influência do solo e do lençol freático na distribuição das formações florísticas nas areias reliquiárias do Parque Estadual Paulo César Vinha, ES, Brasil. *Natureza On Line* 9: 134-143.

Begon, M.; Townsend, C.R. e Harper, J.L. 2007. *Ecologia de indivíduos a ecossistemas*. Artmed, Porto Alegre.

Braga, I.F. 2008. Bromeliaceae Juss. Na Reserva Particular do Patrimônio Natural Natural Luis Carlos Jurovsky Tamssia, Ouro Branco, Minas Gerais. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

Clima Tempo Meteorologia. 2012. Available at:

<http://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/70/guarapari-es>. On 14 march 2013.

Cogliatti-Carvalho, L., Rocha-Pessôa, T.C., Nunes-Freitas, A.F., e Rocha, C.F.D. 2010. Volume de água armazenado no tanque de bromélias, em restingas da costa brasileira. Acta Botânica Brasilica 24: 84-95.

Duellman, W. E. e Trueb, L. 1994. Biology of Amphibians. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Eterovick, P. C. 1999. Use and sharing of calling and retreat sites by *Phyllodytes luteolus* in modified environment. Journal of Herpetology 33:17–22.

Fabris, L. C. 1995. Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Brazil.

Ferreira, R. B., Schineider, J. A., e Teixeira, R. L. 2012. Diet, Fecundity, and Use of Bromeliads by *Phyllodytes luteolus* (Anura: Hylidae) in Southeastern Brasil. *Jornal of Herpetology* 6: 19-23.

Frost, D. R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Available at: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. On 10 abril 2013.

Haddad, C.F.B., Toledo, L.T., Prado, C.R.A., Loebmann, D., e Gasparini, J.L. 2013. Guia de Anfíbios da Mata Atlântica: Diversidade e Biologia. Anolis Books, Brazil.

Hair, J.F. Jr., Anderson, R.E., Tatham, R.L., e Black, W.C. 2005. Análise multivariada de dados. Bookman. Brazil.

IUCN, 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em:< www.iucnredlist.org > On 19 march 2013.

Izecksohn, E., e Carvalho-e-Silva, S.P. 2010. Anfíbios do Município do Rio de Janeiro. UFRJ, Brazil.

Keating, K.A., e Cherry, S. 2004. Use and interpretation of logistic regression in habitat-selection studies. *Journal of Wildlife Management* 68:774-789.

Koppen, W. 1948. Climatologia: com um estúdio de los climas de la Tierra. Fondo de Cultura Econômica, México.

Kristan, W.B. 2003. The role of habitat selection behavior in population dynamics: source-sink systems and ecological traps. *Oikos* 103:457-468.

Lea, J., Halliday, T., e Dyson, M. 2000. Reproductive stage and history affect the phonotactic preferences of female midwife toads, *Alytes muletensis*. *Animal behavior* 60: 423-427.

Lehtinen, R.M., Lannoo, M.J., e Wassersug, R.J. 2004. Phytotelm-breeding anurans: past, present and future research. *Michigan Museum of Zoology* 193: 1-9.

Lima, S. L., e Agostinho, C. A. 1992. A tecnologia da criação de rãs. UFV, Brazil.

Machado, C.G., e Semir, J. 2006. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica* 29:163-174.

Nara, A.K., e Webber, A.C. 2002. Biologia floral e polinização de *Aechmea beeriana* (Bromeliaceae) em vegetação de baixio na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 32(4): 571-588.

- Oliveira, F.B., e Navas, C.A. 2004. Plant selection and seasonal patterns of vocal activity in two populations of the bromeligen treefrog *Scinax perpusillus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology* 38(3):331-339.
- Pavignano, I., Giacoma, C., e Castellano, S. 1990. A multivariate analysis of amphibian habitat determinants in north western Italy. *Amphibia-Reptilia* 11: 311-324.
- Peixoto, O. L, 1995, Associação de anuros e bromeliáceas na mata atlântica. *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida* 17: 75-83.
- Pontes, R.C., Santori, R.T., Gonçalves e Cunha, F.C., e Pontes, J.A.L. 2013. Habitat selection by anurofauna community at rocky seashore in coastal Atlantic Forest, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 73: 533-542.
- Proença, S.L., e Sajo, M.G. 2004. Estrutura foliar de espécies de *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 18: 319-331.
- Ramos, A.D., e Gasparini, J.L. 2004. Anfíbios do Goiapaba-Açu. Santo Antônio, Brazil.
- Sales, R.O.L., e Silva-Soares, T. 2010. *Phyllodytes luteolus* (Anura, Hylidae) as an alien species in the Rio de Janeiro municipality, State of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Herpetology Notes* 3: 257-258.

- Santos, B.R.F. 2011. Toxicity interaction of cooper and salinity on Perez frog life stages. Dissertação de mestrado. Universidade de Aveiro, Brazil.
- Schneider, J.A.P., e Teixeira, R. L. 2001. Relacionamento entre anfíbios anuros e bromélias da Restinga de Regência, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Iheringia* 62: 263-268.
- Silva, H.R., Carvalho, A.L.G., e Bittencourt-Silva, G.B., 2011. Selecting a hiding place: anuran diversity and the use of bromeliads in threatened coastal sand dune habitat in Brazil. *Biotropica*, vol. 43, no. 2, p. 218-227.
- Sugiyama, M. 1998. Estudo de florestas da restingada Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 11: 119-159.
- Teixeira, R.L., Schneider, R. L., e Almeida, G. I. 2002. The occurrence of amphibians in bromeliads from a Southeastern Brazilian restinga habitat, with special reference to *Aparasphenodon bruno*i (Anura, Hylidae). *Brazilian Journal of Biology* 6: 263-268.
- Vieira, C.M. 2006. *Quesnelia gaudich.* (bromelioideae: bromeliaceae) do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Instituto Anchieta de Pesquisas*: 7-101.

Wells, K.D. 2007. The ecology and behavior of amphibians. The University of Chicago Press, USA.

Zar, J.H. 2010. Biostatistical Analysis. Illinois, USA.

CAPÍTULO 3

Primeiro registro e tendência ao gigantismo em população insular de *Phyllodytes luteolus* (Anura, Hylidae) no sudeste do Brasil

Marcio Mageski¹, Rodrigo Barbosa Ferreira^{2,3}, Paulo Roberto Jesus¹, Larissa Corteletti da Costa¹ e Paulo Dias Ferreira¹

¹ Universidade Vila Velha, Laboratório de Ecologia Terrestre e Aquática, Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, CEP 29.102-770, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil.

² Department of Wildland Resources and Ecology Center, Utah State University, 84322-5230, Logan, Utah, USA.

³ Museu de Biologia Mello Leitão, Av. José Ruschi, nº: 4, 29650-000, Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil.

Corresponding author. E-mail: marcioherpetologia@gmail.com

Keywords: Bromeliad, population, amphibians, gigantism, island rule.

Palavras-chave: bromélias, população, anfíbios, gigantismo, regra de ilha.

Abstract

Phyllodytes luteolus is widely distributed in the Brazilian eastern coast, found associated with bromeliads on continents and islands. We captured 60 individuals, of which 30 were from the continent and 30 from an island in the state of Espírito Santo, southeastern Brazil. The insular populations were larger, heavier and more abundant. The absence of snakes and interspecific competitors may be influencing such findings.

Resumo

Phyllodytes luteolus é amplamente distribuída na costa leste brasileira, encontrada associada à bromélias em continentes e ilhas. Capturamos 60 indivíduos, dos quais 30 eram do continente e 30 de ilhas no estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. A população insular era maior, mais pesados e mais abundantes. A ausência de serpentes e competição intraespecífica podem estar influenciando esses resultados.

INTRODUÇÃO

A hipótese “regra de ilha” (*island rule*) afirma que espécies menores residentes em áreas insulares tendem ao gigantismo, enquanto que as maiores ao nanismo em comparação com as mesmas convivendo em continentes (Foster, 1964; Van Valen, 1973). Essa hipótese tem sido amplamente discutida, especificamente em relação a mamíferos (Lomolino, 1985; Raia e Meire 2006), aves (Clegg e Owens, 2002) répteis (Meire, 2007; Boback e Guyer, 2003) e anfíbios (Castellano e Giacoma 1998; Montesinos et al., 2012). Anfíbios anuros são extremamente sensíveis à salinidade (Fatorelli e Rocha 2008), devido principalmente à presença de pele fina e permeável que favorece a desidratação (Duellman e Trueb 2004), podendo esses fatores influenciar a distribuição desses animais (Fatorelli e Rocha 2008).

Algumas espécies de bromélias têm a capacidade de acumular água proveniente das chuvas, formando assim um microambiente favorável à ocupação dos anfíbios (Lehtinen et al., 2004). Esses microambientes podem ser utilizados para fins reprodutivos pelas espécies bromelígenas e secundariamente, para abrigo e forrageio, pelas bromelícolas (Peixoto, 1995). Em ilhas oceânicas, podem ser encontradas diversas espécies de bromeliáceas (Nunes-Freitas, 2004; Suhogusoff, 2006), que por vezes acumulam a única fonte de água doce viável à reprodução de anfíbios anuros. Essas plantas são também abundantes em ambientes de restinga, geralmente formando padrão agregado (Freitas et al., 2000).

A espécie bromelígena *Phyllodytes luteolus* (Wied-Neuwied 1824), apresenta ampla distribuição geográfica, sendo encontrada ao longo da costa leste do Brasil, desde o estado da Paraíba até os estados de Minas Gerais, Bahia e Rio de Janeiro (Frost, 2013), sendo nesse último considerada invasora (Salles e Silva-Soares, 2010). Acreditamos que, pela primeira vez, aqui registrada em ambientes insulares.

O evento evolutivo que resultou na separação das populações continentais e insulares de *P. luteolus* é desconhecido, porém com a elevação do nível dos oceanos, foram formadas diversas ilhas as quais atuam como refúgios isolados pela barreira oceânica (Brown e Lomolino, 2006), impedindo o fluxo gênico, resultando em variações populacionais (Van Valen, 1973; Brown e Lomolino 2006; Montesinos et al., 2012).

O presente estudo visa comparar uma população continental e outra insular de *P. luteolus* no que tange ao comprimento rostro cloacal (CRC), massa corpórea (g), bem como densidade populacional (número de indivíduos por área, número de animais por

planta). Sob a hipótese nula de não haver diferenças significativas entre ambas as variáveis nas populações analisadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Trabalhos de campo foram desenvolvidos no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), situado no município de Guaraparí, estado do Espírito Santo (Fig. 1). O clima da região é classificado como Am de Köppen (Köppen, 1948), sendo registrados médias anuais de 25,1 °C de temperatura, 1.236 mm de precipitação e 80% de umidade relativa do ar (Clima Tempo Meteorologia, 2012; Fabris, 1995). Os anfíbios foram capturados em duas fitofisionomias disjuntas em ambiente continental (Afloramento rochoso e Formação arbustiva aberta não inundável), de modo a evitar recaptura, e em um ambiente insular (Arquipélago de Três Ilhas).

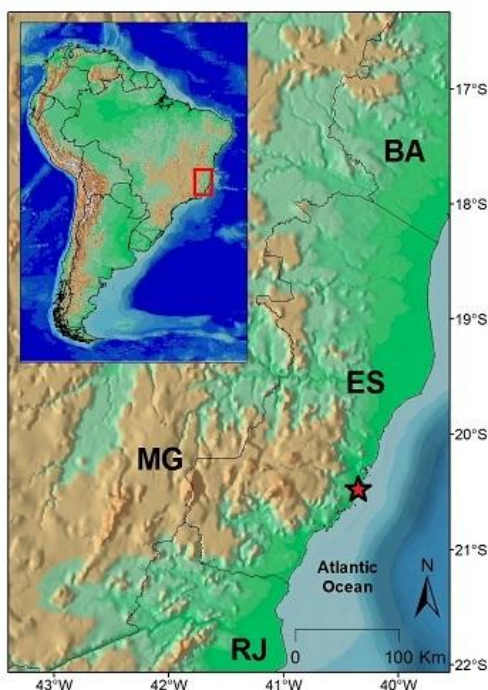


Figura 1. Guaraparí, município do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. BA, Bahia; ES, Espírito Santo; MG, Minas Gerais; RJ, Rio de Janeiro.

O ambiente afloramento Rochoso (AR) está a 8 m acima do nível do mar (Barcelos et al., 2012) localizado próximo a corpos d'água temporários, apresenta aproximadamente 1.160 m², distribuído em ambiente inclinado (Fig. 2A). Ocorre predomínio de Cactaceae e Bromeliaceae rupícolas, dessas, são incluídas *Aechmea blanchetiana*, (Baker) L. B. Smith., 1955, *Quesnelia quesneliana* (Brongn.) L.B. Sm e *Aechmea nudicaulis* (L.)

Griseb., 1864, sendo essa em maior proporção em relação às demais (pers. obs). Essas espécies se encontram distribuídas em um padrão agregado de moitas, por vezes sob vegetação arbustiva. Devido a se tratar de uma área aberta e da proximidade com o oceano, sofre intensa influencia solar e marinha. A formação arbustiva aberta não inundável (FA) está a 6 m acima do nível do mar (Barcelos et al., 2012), tratando-se de uma área de aproximadamente 85.000 m² (Fig. 2B). Nesse ambiente, ocorre predomínio de Cactáceae e Bromeliáceae de solo, principalmente *A. blanchetiana*, seguida por *A. nudicaulis* e *V. neoglutinosa*. Os mosaicos formados, normalmente se distribuem em padrão agregado, geralmente sob vegetação arbustiva. Esse ambiente apresenta conexão direta com corpos de água doce e, devido à distância de aproximadamente 600 m do mar, sofre menor influencia marinha em comparação com os outros dois ambientes aqui estudados.

O arquipélago de Três Ilhas (TI): Área insular, formada por três ilhas separadas por uma distância aproximada de 170 m. Foi selecionada sistematicamente a ilha que apresentava todas as fitofisionomias em relação às demais. Esse ambiente está localizado a 16 m acima do nível do mar, com influência marinha direta, apresenta aproximadamente 142.000 m² e cerca de 3 km de distância do continente. Essa área encontra-se dividida em formações florestais, que ocupam as partes mais altas da ilha e afloramentos rochosos, que se restringem às áreas mais abertas e baixas, contendo Cactaceae e Bromeliaceae de solo. Nessa área, existe o predomínio da bromélia *Q. quesneliana*, encontrada formando padrões agregados e disjuntos, *Pseudananas sagenarius* (Arruda) Camargo, que não acumulam água, portanto não foram incluídas nas análises e *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L.B. Smith, onde foram encontrados apenas dois exemplares de *P. luteolus*, por isso não foram incluídos nas análises.



Figura 2. Ambientes amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapará-ES. A: Afloramento rochoso; B: Formação arbustiva aberta não inundável; C: Arquipélago de Três Ilhas.

Amostragem

Os indivíduos de *P. luteolus* foram capturados fazendo uso da técnica de busca ativa visual e auditiva, amplamente utilizada em estudos com anfíbios anuros (Cichi et al., 2009; Silva-Soares et al., 2010; Valdujo et al., 2011). As coletas foram conduzidas durante três dias em cada um dos ambientes, no mês de março de 2013, com intervalo de sete dias entre esses. As amostragens iniciaram-se no período crepuscular, por volta das 18:30 h, com o início da atividade de vocalização. Após capturados, os animais foram acondicionados em sacos plásticos umedecidos e posteriormente mensurados em seu CRC, com auxílio de paquímetro digital ($\pm 0,01\text{mm}$) e massa corpórea, com balança de precisão ($\pm 0,01\text{g}$). Em seguida foram soltos no mesmo local de captura.

Para avaliar a densidade populacional foram definidas seis parcelas de 5 x 5 m² (Fauth et al. 1989; Allmon, 1991; Gascon, 1996), sendo três em área continental (AR) e três em área insular, totalizando 75 m² por área amostrada (Huang e Hou, 2004; Almeida-Gomes et al., 2008; Siqueira et al., 2009). No interior de cada parcela foi

contabilizado o número de indivíduos de *P. luteolus*, bem como o número de bromélias, objetivando a densidade populacional e número de animais por planta, respectivamente.

Análise de dados

Para avaliar possíveis diferenças entre o CRC (cm) e massa corpórea (g), as médias dos dados foram inicialmente submetidos a testes de normalidade de Shapiro-Wilk e Anderson-Darling. Os dados foram considerados normalmente distribuídos para valores de $p > 0,05$ (Zar, 2010). Posteriormente, os dados normalizados foram submetidos ao teste discriminatório Análise de Variância (ANOVA). Para avaliar se existem grupos definidos entre os ambientes amostrados, foi calculado uma Análise de Coordenadas Principais (PCO), fazendo uso do CRC e massa corpórea dos indivíduos. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software Systat v. 12 (Wilkinson, 1990) e Fitopac 2.0 (Shepherd, 2009). A interface gráfica foi trabalhada no software Adobe Illustrator CS5 (Adobe Systems, 2010).

Para avaliar a densidade populacional, as médias obtidas nas parcelas (5 x 5 m², Jaeger e Inger 1994) em ambiente continental e ambiente insular, foram comparadas em número de indivíduos por área e número de animais por planta.

RESULTADOS

Foram analisados 60 indivíduos de *P. luteolus*, sendo 30 de área continental (15 em AR e 15 em FA) e 30 de área insular. Os exemplares coletados nas ilhas foram maiores (ANOVA: $F_{1,58} = 54,602$; $p < 0,05$) e mais pesados (ANOVA: $F_{1,58} = 32,545$; $p < 0,05$) que os coletados na região continental (Fig. 3).

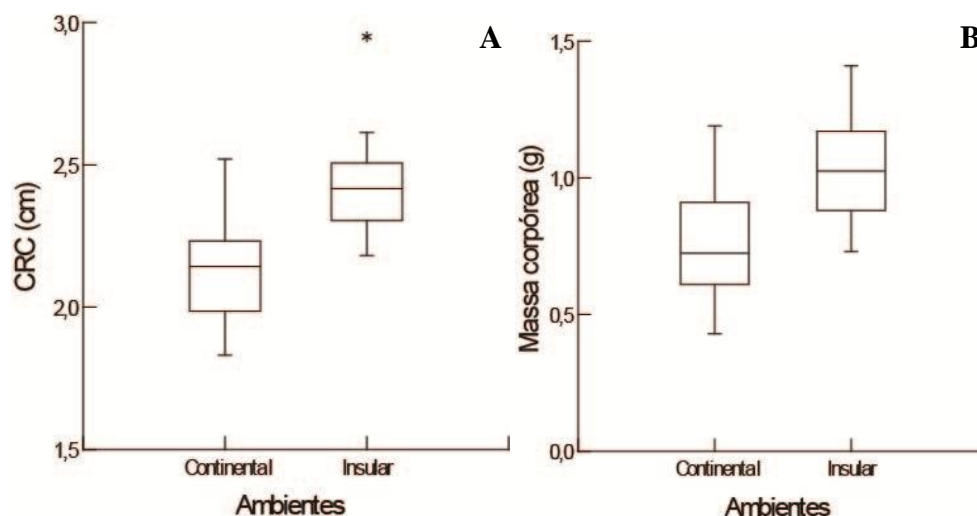


Figura 3. Comparação entre: A) comprimento rostró cloacal (CRC) e B) massa corpórea (g) de *P. luteolus* residentes em ambiente continental e insular do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo. Sendo a caixa= erro padrão; barra transversal no interior da caixa= média; linhas= desvio padrão.

A análise de PCO, realizada com base em distância de Bray Curtis, mostra a tendência à segregação entre indivíduos de *P. luteolus* habitantes da região continental e insular no que tange a CRC e massa corpórea (Fig. 4). O primeiro eixo explicou 83,03% da variância dos dados. O segundo eixo explicou 7,22% da variância dos dados. O terceiro eixo explicou 1,31% da variância dos dados.

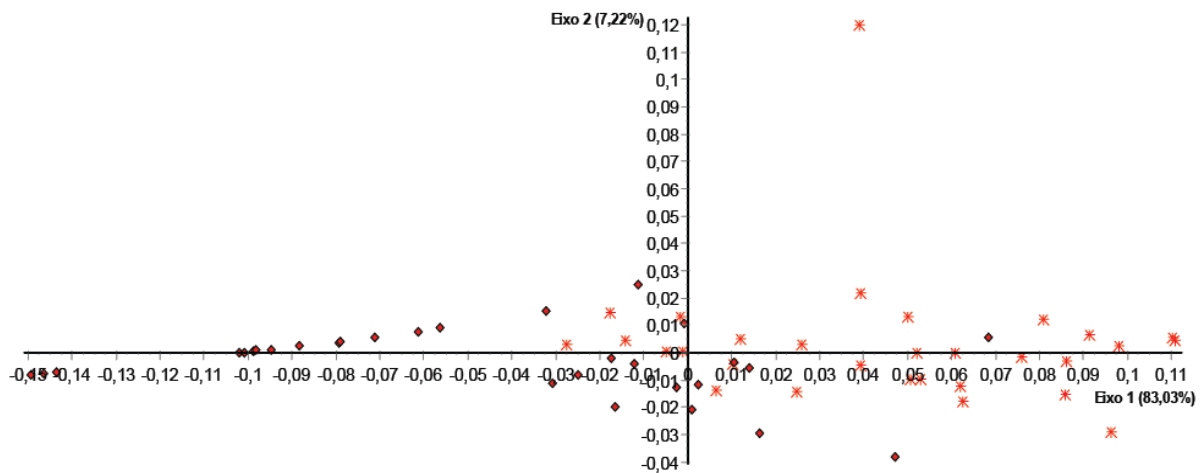


Figura 4. Análise de Coordenadas Principais (PCO) evidenciando a dispersão dos indivíduos de *P. luteolus* em espaço multidimensional. Sendo losangos = animal habitante em área continental; estrelas = animal habitante em área insular.

A densidade populacional e número de animais por planta de *P. luteolus* residente em ambiente insular ($1,45 \pm 0,45$ SD; $0,40 \pm 0,12$ SD, respectivamente) mostrou-se maior em relação ao continente ($0,25 \pm 0,04$ SD; $0,03 \pm 0,01$ SD, respectivamente).

DISCUSSÃO

Os indivíduos de *P. luteolus* coletados em ambiente insular foram maiores, mais pesados e apresentam maior densidade populacional que indivíduos do continente. Essa tendência ao gigantismo é reportado para as espécies *Bufo viridis*, em Sardinia, Itália (Castellano e Giacoma, 1998) e *Rana limnocharis* em Zhoushan, China (Wu et al.,

2006). Contrariamente, indivíduos de *Rhinella ornata* mostraram-se maiores em continente no Rio de Janeiro, Brasil (Montesinos et al., 2012). Essa diferença entre nanismo e gigantismo em áreas insulares e continentais pode ser reflexo da disponibilidade de alimento, maior em ambiente insular, permitindo maior densidade populacional (Wu et al., 2006).

O maior tamanho corpóreo atribuído a anfíbios insulares resulta em alterações fisiológicas que favorecem o prolongamento da atividade reprodutiva em períodos mais frios, não suportados pelos homólogos do continente (Montesinos et al., 2012). Esse fato foi comprovado, por Castellano e Giacoma (1998), para *B. viridis*, em que machos de populações insulares mostraram-se mais ativos, em baixas latitudes, em comparação com os homólogos do continente. Essas características permitem às populações de anfíbios insulares, como *P. luteolus*, prolongarem a atividade reprodutiva, para períodos mais frios, o que colabora para a diferença na densidade populacional em comparação com os homólogos do continente.

Diversos estudos demonstram redução na riqueza de espécies em área insular comparado com ambientes continentais (Esbérard et al., 2006; Carvalho et al., 2007; Silva et al., 2008; Alves e Vecchi, 2009), sendo essa riqueza reduzida com o isolamento da ilha (MacArthur e Wilson, 1967; Brown e Lomolino, 2006). Na ilha estudada aqui, *P. luteolus* foi o único anuro encontrado no interior de bromélias. Eventos vicariantes, reduções de salinidade da água e translocações humanas podem ter sido responsáveis na ocupação de *P. luteolus* em ambiente insular (Hedges et al., 1992; Kaiser et al., 1994; Vences et al., 2003; Measey et al., 2007).

O hábito bromelígena de *P. luteolus* pode estar relacionado ao sucesso do mesmo no estabelecimento em ambiente insular. Com exceção da água acumulada no interior de bromélias, essa ilha não apresenta outra fonte de água doce viável o que deve ter impedido outras espécies de anfíbios de se estabelecerem nesse ambiente. Silva e Silva (2013), trabalhando com anfíbios do Rio de Janeiro, observaram que é comum, em ilhas, a presença de animais com modos reprodutivos especializados em contraste com generalizados. Isso ocorre devido às condições particulares de ilhas, bem como a menor

diversidade de habitats para reprodução, tornando os especialistas bem sucedidos na colonização e permanência nesses ambientes.

Em ambiente continental, *P. luteolus* coexiste com os bromelícolas *Aparasphenodon brunoi* (Miranda-Ribeiro 1920), *Dendropsophus decipiens* (Lutz 1925), *Rhinella crucifer* (Wied-Neuwied 1821), *Scinax alter* (Lutz 1973), *Hypsiboas semilineatus* (Spix, 1824) e *Scinax argyreornatus* (Miranda-Ribeiro, 1926) (Mageski et al. Em preparação). Essa maior riqueza de espécies pode gerar uma maior competição interespecífica do que *P. luteolus* em ambiente insular. A competição interespecífica pode estar influenciando menor densidade populacional, menor número de indivíduos por planta, menor tamanho e massa corpórea de *P. luteolus* em ambiente continental devido ao menor número de recursos, espaciais ou tróficos disponíveis para consumo e ocupação, respectivamente.

Predação também pode estar atuando na menor densidade de *P. luteolus* em ambiente continental. Anfíbios são predados por diversos grupos de vertebrados e invertebrados (Duellman e Trueb, 1994), sendo as serpentes, os principais predadores de adultos e recém-metamorfoseados (Bernarde e Abe 2006, 2010; Bernarde, 2012). Taxons especializados em anfíbios como vários Colubridae e Viperidae foram avistados apenas no continente. A possível ausência de tais predadores na ilha aqui estudada pode ter influenciado na maior densidade populacional nesse ambiente.

De acordo com MacArthur e MacArthur (1961) a heterogeneidade de habitats favorece o aumento da diversidade. No continente existem três espécies de bromélias utilizadas pelos anuros bromelígenas e bromelícolas, ao passo que, em ambiente insular foram encontradas apenas *Q. quesneliana* e *N. cruenta* como abrigo viável, sendo que nessa última, apenas dois indivíduos de *P. luteolus* foram encontrados. Essa baixa quantidade de espécies de bromélias disponíveis colabora para a baixa riqueza de anuros e um maior número de animais por planta, que competem por esses habitats viáveis à ocupação.

Os indivíduos de *P. luteolus* habitantes da região insular foram maiores e mais pesados em relação aos continentais, sendo que a população insular, aparentemente, é regulada pela competição intraespecífica. Diferentemente os indivíduos do continente podem ser regulados pela predação junto à competição intra e interespecífica. Sendo assim, essa

diferença confirma que esses animais estão sob forte influencia dos fatores abióticos, como fonte de água viável, e bióticos reguladores das populações. Estudos posteriores envolvendo análise alimentar e possíveis predadores são necessários para incrementar o estudo ecológico desses animais e conseqüentemente propostas para conservação.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos à Renato Feio e Rute Carvalho pelas excelentes considerações no desenvolvimento do manuscrito. Elaine Campinhos, Mariana Sá, Rebeka Ferreira, Werther Krohling e Wesley Rangel pelo auxílio nos trabalhos de campo. Agradecemos aos funcionários do "Parque Estadual Paulo Cesar Vinha" pelo apoio logístico os trabalhos de campo. Somos gratos ao "Instituto Estadual de Meio Ambiente" (IEMA) e "Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade" (ICMBio, SISBIO) pelas devidas licenças para a realização do presente estudo (Proc. No. 59666501/2013 e nº 37762-2/2013, respectivamente). MM recebeu bolsa de mestrado da "Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Espírito Santo" (FAPES) e "Universidade Vila Velha" (UVV) durante o estudo.

REFERÊNCIAS

Adobe Systems Incorporated. 2010. Adobe Illustrator CS5. Park Avenue, San Jose, California USA.

Almeida-Gomes M., Vrcibradic D., Siqueira C.C., Kiefer M.C., Klaion T., Almeida-Santos P., Nascimento D., Ariani C.V., Borges-Junior V.N.T., Freitas-Filho R.F., Sluys M.V., Rocha C.F.D. 2008. Herpetofauna of an Atlantic Rainforest area (Morro São João) in Rio de Janeiro State, Brazil. *Academia Brasileira de Ciências* 80: 291-300.

Allmon W. D. 1991. A plot study of forest floor litter frogs, Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 7: 503-522.

Alves M. A. S., Vecchi, M. B. 2009. Birds, Ilha Grande, state of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Check List* 5: 300 – 313.

Barcelos M.E.F., Rigueti J.R., Silva L.T.P., Silva A.G., Ferreira-Junior P.D. 2012. Influência do solo e do lençol freático na distribuição das formações florísticas nas areias reliquias do Parque Estadual Paulo César Vinha, ES, Brasil. *Natureza On Line* 9: 134-143.

Bernarde P. S., Abe A. S. 2006. A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, Southwestern Amazon, Brazil. *South American Journal of Herpetology* 1: 102-113.

Bernarde P.S., Abe A.S. 2010. Hábitos alimentares de serpentes em Espigão do Oeste, Rondônia, Brasil. *Biota Neotrópica* 10:167-173.

Bernarde, P.S. 2012. Anfíbios e Répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira. Editora Anolis Books, Curitiba.

Boback S.M., Guyer. C. 2003. Empirical evidence for an optimal body size in snakes. *Evolution* 57:345-351.

Brown J.H., Lomolino M.V. 2006. Biogeografia. Editora Funpec, Ribeirão Preto.

Carvalho, A. L. G., Araujo, A. F. B., Silva, H. R. 2007. Lagartos da Marambaia, um remanescente insular de Restinga e Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica* 7: 221-226.

Castellano S.A., Giacoma C. 1998. Morphological variation of the green toad, *Bufo viridis*, in Italy: A test of causation. *Journal of Herpetology* 32:540-550.

Clegg S.M., Owens I.P.F. 2002. The 'island rule' in birds: medium body size and its ecological explanation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 269:1359-1365.

Clima Tempo Meteorologia. 2012. Accessible at <http://www.climatempo.com.br/>. Accessed 14 March 2013.

Cicchi P.J.P., Serafim H., Sena M.A., Centeno F.C., Jim J. 2009. Herpetofauna em uma área de Floresta Atlântica na Ilha Anchieta, município de Ubatuba, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 9: 201-212.

Duellman W.E., Trueb L. 1994. Biology of Amphibians. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Esbérard, C. E. L., Nogueira, T.J., Luz, J.L., Melo, G.G., Mangolin, R., Jucá, N.; Raíces, D.S.L., Enrici, M.C., Bergallo, H.G. 2006. Morcegos da Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências* 8: 147-153.

Fabris L.C. 1995. Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Brasil.

Fatorelli P., Rocha C.F.D. 2008. O que molda a distribuição das guildas de girinos tropicais? Quarenta anos de busca por padrões. *Oecologia Brasiliensis* 12: 733-742.

Fauth J. E., Crother B. I., Slowinski J. B. 1989. Elevational patterns of species richness, evenness and abundance of the Costa Rican leaf-litter herpetofauna. *Biotropica* 21:178-185.

Foster J.B. 1964. The evolution of mammals of island. *Nature* 202: 234-235.

Freitas A.F.N., Carvalho L.C., Sluys M.V., Rocha C.F.D. 2000. Distribuição espacial de bromélias na restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Acta Botanica Brasilica* 14: 175-180.

Frost D.R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6. Accessible at <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. Accessed: 10 April 2013.

Gascon C. 1996. Amphibian litter fauna and river barriers in flooded and non-flooded Amazonian rainforests. *Biotropica* 28: 136-140.

Hedges, S.B., C.A. Hass and L.R. Maxsom. 1992. Caribbean biogeography: molecular evidence for dispersal in West Indian terrestrial vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 89: 1909-1913. Instituto Estadual do Ambiente (Inea). Decreto Estadual nº 20.172 1/94.

Huang C., Hou P.C.L. 2004. Density and diversity of litter amphibians in a monsoon forest of southern Taiwan. *Zoological Studies* 43: 795-802.

Jaeger R.G., Inger R.F. 1994. Quadrat sampling. *In: Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.A.C., Foster M.S. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians.* Smithsonian Institution Press, Washington.

Kaiser, H., T.F. Sharbel and D.M. Green. 1994. Systematics and biogeography of eastern Caribbean Eleutherodactylus (Anura: Leptodactylidae): evidence from allozymes. *Amphibia-Reptilia* 15: 375-394.

Koppen, W. 1948. *Climatologia: com um estudo de los climas de la Tierra.* Fondo de Cultura Económica, México.

Lehtinen R.M., Lannoo M., Wassersug R.J. 2004. Phytotelm-breeding anurans: past, present and future research. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology* 193:1-9.

Lomolino M.V. 1985. Body size of mammals on islands: the island rule reexamined. *The American Naturalist* 125: 310-316.

MacArthur R.H., MacArthur J.W. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.

MacArthur R.H., Wilson E.O. 1967. *The theory of island biogeography.* Princeton University Press, Princeton.

Measey, G.J., M. Vences, R.C. Drewes, Y. Chiari, M. Melo and B. Bourles. 2007. Freshwater paths across the ocean: molecular phylogeny of the frog *Ptychadena newtoni* gives insights into amphibian colonization of oceanic islands. *Journal of Biogeography* 34: 7-20.

Meire S. 2007. Size evolution in island lizards. *Global Ecology and Biogeography* 16: 702–708.

Montesinos R, Silva H.R., Carvalho A.L.G. 2012. The “island rule” acting on anuran populations (Bufonidae: *Rhinella ornata*) of the southern Hemisphere. *Biotropica* 44: 506-511.

Nunes-Freitas A.F. 2004. Bromeliáceas da Ilha Grande: variação interhabitat na composição, riqueza e diversidade da comunidade. Tese de Doutorado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Peixoto O.L. 1995. Associação de anuros a bromeliáceas na Mata Atlântica. *Seropédica* 17: 75-83.

Raia P., Meiri S. 2006. The island rule in large mammals: paleontology meets ecology. *Evolution* 60: 1731–1742.

Salles R.O.L., Silva-Soares T. 2010. *Phyllodytes luteolus* (Anura, Hylidae) as an Alien Species in the Rio de Janeiro municipality, State of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Herpetology Notes* 3: 257-258.

Shepherd G.J. 2010. FITOPAC 2: Manual do usuário. Versão 2.1.2.85. UNICAMP, Campinas.

Silva, H. R., Carvalho, A. L. G., Bittencourt-Silva, G. B. 2008. Frogs of Marambaia: a naturally isolated Restinga and Atlantic Forest remnant of southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 8: 167-174.

Silva G.B.B., Silva H.R. 2013. Insular Anurans (Amphibia: Anura) of the coast of Rio de Janeiro, Southeast, Brazil. *Check List* 9: 225–234.

Silva-Soares T., Hepp F., Costa P.N., Luna-Dias C., Gomes M.R., Silva A.M.P.T.C.S., Silva S.P.C. 2010. Anfíbios anuros da RPPN Campo Escoteiro Geraldo Hugo Nunes,

Município de Guapimirim, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 10: 225-233.

Siqueira C.C., Vrcibradic D., Almeida-Gomes M., Borges-Junior V.N.T., Almeida-Santos P., Almeida-Santos M., Ariani C.V., Guedes D.M., Goyannes-Araújo P., Dorigo T.A., Van Sluys M.R., Rocha C.F.D. 2009. Density and richness of leaf litter frogs (Amphibia: Anura) of an Atlantic Rainforest area in the Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro State, Brazil. *Zoologia* 26: 97-102.

Suhogusoff V.G. 2007. Epífitas vasculares do Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA): composição florística, fitossociologia e aspectos de ecofisiologia. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Brasil.

Valdujo P.H., Camacho A., Recoder R.S., Junior M.T., Ghellere J.M., 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 Neotropica* 11: 251-261.

Van Valen L. 1973. Pattern and the balance of nature. *Evolutionary Theory* 1:31–49.

Vences, M., D.R. Vieites, F. Glaw, H. Brinkmann, J. Kosuch, M. Veith., A. Meyer. 2003. Multiple overseas dispersal in amphibians. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 270: 2435-2442.

Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The System for Statistics. Systat Inc., Evanston, Illinois.

Wu, Z., LI, Y., Murray, B. R. 2006. Insular shifts in body size of rice frogs in the Zhoushan Archipelago, China. *Journal of Animal Ecology* 75: 1071-1080.

Zar J.H. 2010. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Illinois.

CONCLUSÕES GERAIS

A comunidade de anfíbios bromelícolas e bromelígenas do Parque Estadual Paulo César Vinha ocupam as bromélias de forma distinta, sendo o volume de água acumulada, reduzindo as chances de dessecação de adultos e girinos, complexidade estrutural da planta, diminuindo a competição intra e interespecífica e proximidade com corpos d'água, atuando como uma fonte de anfíbios bromelícolas são os fatores que parecem estar intimamente relacionados com essa ocupação. A característica bromelígena de *P. luteolus*, aparentemente é o motivo da elevada dominância dessa espécie nos ambientes estudados e a competição entre *P. luteolus* e *S. alter*, aparentemente está reduzindo a dominância da primeira espécie, sobre as demais na comunidade, nas áreas em que ocorrem em simpatria. A diversidade de anfíbios mostrou-se relacionada à heterogeneidade ambiental (Número de espécies de bromélias no ambiente), o que permite a ocupação e coexistência de um maior número de espécies em abundâncias variadas. A ocupação e estabelecimento da população insular de *P. luteolus* parece ser favorecida pela obrigatoriedade da reprodução em bromeliáceas dessa espécie, uma vez que nesse ambiente não ocorrem outras fontes de água doce viáveis à utilização por anuros.

Em termos gerais, indivíduos de *P. luteolus* selecionam plantas intermediárias, com maior diâmetro e menor condutividade dentre as analisadas, essas características são comuns de *A. blanchetiana*. Porém foram constatadas divergências inter sexuais na seleção do hábitat, por conta de utilização distinta, principalmente no que tange ao número de folhas. Fêmeas, tiveram

preferências por *A. nudicaulis*, menos complexas, que apresenta o maior volume de água concentrada em um único copo, reduzindo as chances de dessecação, para fins de desova e desenvolvimento larval. Machos, tiveram preferência por *A. blanchetiana*, pois devido à elevada complexidade dessa planta existem maiores quantidades de sítios de vocalização, podendo possibilitar o comportamento satélite, aumento da disponibilidade de presas e redução do encontro com predadores, objetivando atração de fêmeas.

Indivíduos de *P. luteolus* foram encontrados em todos os ambientes, inclusive em área insular, onde foram diagnosticados indivíduos maiores, com maior massa corpórea e com maior densidade populacional em comparação com os homólogos no continente. Esses fatores podem estar relacionados à redução de competição interespecífica, uma vez que não foram encontrados outras espécies de anfíbios habitando a área juntamente com *P. luteolus*, isso resulta em um maior número de presas disponíveis, o que também podem ser diferentes das que ocorrem no continente. A predação pode ser outro fator relacionado a esse processo, uma vez que não foram encontradas serpentes, principais predadores de anfíbios, no ambiente insular, o que reduz a predação à aves, demais répteis e pequenos mamíferos.

Estudos futuros sobre a seleção do hábitat reprodutivo de outras espécies, principalmente as que ocorrem em simpatria com *P. luteolus*, seleção do hábitat reprodutivo de *P. luteolus* ao longo de sua distribuição geográfica, com verificação dos parâmetros que divergem nesses níveis, além de dieta e captura de predadores potenciais são necessários para o conhecimento dos

fatores que regem a segregação da comunidade, distribuição e estabelecimento de *P. luteolus* nos ambientes continentais e insulares.