

Distribuição espacial e seleção de hábitat por anfíbios anuros em Mata Atlântica sobre a formação Barreiras no sudeste do Brasil

Spatial distribution and habitat selection by anurans in Atlantic Forest over Barreiras Formation in southeastern Brazil

Marcio Mageski^{1,3*}, Hatter Coutinho^{2,3} e Rute BG Clemente-Carvalho^{1,3,4}

1. Laboratório de Ecologia de Anfíbios e Répteis (LEAR), Bolsita CAPES de Doutorado; 2. Laboratório de Microbiologia Ambiental e Biotecnologia, Bolsista FAPES de Mestrado; 3. Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas – PPEE. Universidade Vila Velha – UVV. Rua Comissário José Dantas de Melo 21, Boa Vista, Vila Velha, ES. 29102-920, Brasil; 4. Professor Titular.

*Autor para correspondência: marcioherpetologia@gmail.com

Resumo Algumas plantas acumulam água das chuvas formando microambientes a serem usados pelos anfíbios. Espécies de anuros bromelígenas usam essas plantas para fins reprodutivos, enquanto que anuros bromelícolas usam para refúgio ou forrageio. A distribuição desses animais de forma agrupada, somado às possíveis divergências entre plantas ocupadas e desocupadas podem trazer evidências de seleção do hábitat. Caso exista uma seleção, essa pode estar relacionada com o peso dos animais, sob a hipótese de machos mais pesados defenderem plantas mais complexas. Esse comportamento pode ser mais observado nas bromelígenas, uma vez que defendem sítios reprodutivos. O presente trabalho objetiva estudar o padrão da distribuição espacial da comunidade de anfíbios na ocupação de plantas, testar diferenças no número de folhas e axilas entre plantas ocupadas e desocupadas por *Phyllodytes luteolus*, além da relação entre essas variáveis e o peso dessa bromelígena. Sob a hipótese nula da distribuição ser aleatória ou uniforme, não haver diferenças entre plantas ocupadas e desocupadas e não haver relação entre peso, número de folhas e axilas com água. Os anfíbios foram amostrados em uma na área da Reserva Natural Vale (RNV), Linhares-ES. Onde foi confeccionado um plano cartesiano na área e através da busca ativa e auditiva os animais foram localizados e referenciados nas respectivas plantas em que habitavam, as quais também foram contabilizadas e identificadas. Foram registradas quatro espécies de anfíbios (*Phyllodytes luteolus*, *Scinax alter*, *Scinax argyreornatus* e *Trachycephalus mesophaeus*) e cinco espécies de plantas contendo água na RNV. A distribuição de Poisson (I) diferiu entre os anfíbios. Três apresentaram distribuição agrupada e apenas *S. argyreornatus*, distribuição perto do aleatório. De acordo com o teste χ^2 , a ocupação de *S. alter* foi proporcional à abundância das plantas. *Phyllodytes luteolus* foi a única bromelígena encontrada e, de acordo com teste t , ocupou plantas com organografia mais complexas, embora, como demonstrado na correlação (r_s), essa ocupação não

foi correlacionada ao peso dos animais. A seleção de plantas não foi aleatória e há divergências na preferência das espécies, o que pode manter a coexistência da comunidade. A escolha de uma organografia mais complexa pode influenciar positivamente na sobrevivência e sucesso reprodutivos de *P. luteolus*.

Palavras-chaves: Anfíbios, bromelícolas, bromelígenas, Espírito Santo, Brasil.

Abstract Some plants accumulate rainwater forming microenvironments to be used by amphibians. Bromeligenous frogs use these plants for reproductive purposes and bromeliculous frogs can use for refuge and foraging. The distribution of these animals as a grouped form added differences between occupied and unoccupied plants can evidence habitat selection. These possible selection can be related to the weight of the animals, under hypothesis that heavier males defend more complex plants. This behavior can be observed in bromeligenous, once defend breeding sites. This work aims study the spatial distribution pattern of the amphibian community in the occupation of plants, test for differences in the number of leaves and axils between occupied and unoccupied plants by *P. luteolus*, besides the relationship between these variables and the weight of this bromeligenous. Under the null hypothesis of the random or uniform distribution, no differences between occupied and unoccupied plants and no relation between weight, number of leaves and axils. The amphibians were sampled in one area of Vale Nature Reserve (RNV, due acronym in portuguese), Linhares-ES. Which was made a cartesian plane on the area and through active and listening search the animals were located and referenced in the respective plants in which they lived, which were also counted and identified. Were recorded four amphibians species (*Phyllodytes luteolus*, *Scinax alter*, *Scinax argyreornatus* and *Trachycephalus mesophaeus*) and five plants species containing water

in RNV. The Poisson distribution (I) was differed among amphibians. Three amphibians species showed clumped distribution and only *S. argyreornatus*, distribution close to random. According to the χ^2 -test, the occupation of *S. alter* was proportional to the abundance of plants. *Phyllodytes luteolus* was only bromeligenous found and ,according to t-test, occupied organography more complex plants, as demonstrated in the correlation (r_s), the occupancy was not correlated to the weight of the animals. The plant selection was not random and there are differences in the preference of the species, which can maintain coexistence in the community. The choice of a more complex organography can positively influence the survival and reproductive success of *P. luteolus*.

Keywords: Amphibians, bromelicolous, bromeligenous, Espírito Santo, Brasil.

Introdução

A Mata Atlântica apresenta cerca de 540 espécies de anfíbios que habitam os mais variados ambientes (Haddad *et al.* 2013). Entretanto, esses animais, normalmente, estão limitados à umidade devido às necessidades de fisiologia e reprodução (Duellman e Trueb 1994, Zug *et al.* 2001).

Diversas espécies vegetais tem a capacidade de acumular água na base das folhas, formando microambientes propícios à habitação de anfíbios (Greeney 2001). Comumente, as imposições geradas pelo meio fazem com que os anfíbios ocupem esses microambientes (Schneider e Teixeira 2001). As espécies que utilizam as plantas para fins de reprodução são consideradas bromelígenas, enquanto as espécies que utilizam as plantas apenas para abrigo ou forrageio, são consideradas bromelícolas (Peixoto 1995). Esses anfíbios parecem não ocupar o total de plantas disponíveis no ambiente (Schneider e Teixeira 2001), e apresentam tendências agrupadas na distribuição. Essa ocupação parcial, aliado às variações morfológicas existentes entre as espécies vegetais (Feinsinger 1983, Araújo *et al.* 1994, Scarano *et al.* 2001, Scarano 2002), pode sugerir uma seleção dessas plantas por esses animais (Pederassi *et al.* 2012, Pontes *et al.* 2013, Mageski *et al.* submetido). Entender a distribuição e seleção de anfíbios bromelícolas e bromelígenas é fundamental para a proposição de padrões ecológicos e medidas conservacionistas deste táxon altamente ameaçado e importante para o equilíbrio da Mata Atlântica.

O presente estudo avalia a distribuição espacial e a influência do número de folhas na seleção de plantas que acumulam água por anfíbios em ambiente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. Sob a hipótese nula de que a distribuição dos anfíbios no ambiente é aleatória ou uniforme e que, havendo distribuição agrupada, a seleção independe do número de folhas e axilas com água.

Métodos

Área de estudo

Os anfíbios foram amostrados, durante quatro dias consecutivos em agosto de 2014, em um jardim ornamental em ambiente de Mata Atlântica de Tabuleiro na área da Reserva Natural Vale (RNV, -19.149336°S, -40.071310°O, 30 m anm), Município de Linhares, Estado do Espírito Santo. O clima da região é quente e úmido do tipo Aw de Köppen (Köppen 1948, Trewartha & Horn 1990), com média anual de temperatura de 23,3°C e 1.202 mm de precipitação anual total.

Coleta de dados

Para avaliar a distribuição das espécies de anfíbios nas plantas foi estabelecido um plano cartesiano (eixos, 25 x 14 m) abrangendo toda a área de estudo. Seguidamente, os anfíbios foram localizados por busca ativa visual e auditiva (Blomberg e Shine 1996, Bernarde 2012), e referenciados de acordo com a posição nos eixos.

Para avaliar a existência de seleção do hábitat, focamos em espécies bromelígenas, devido à estreita relação e dependência dessas plantas para reprodução (Peixoto 1995). Foi contabilizado o número de anfíbios, bem como o número plantas ocupadas e desocupadas por espécie, objetivando avaliar se essa ocupação ocorreu proporcionalmente ao número de plantas disponíveis. Seguidamente, os anfíbios foram capturados e pesados com auxílio de balança de precisão (0,01g). Foram contabilizados o número de folhas e axilas com água. O mesmo procedimento ocorreu em plantas desocupadas da mesma espécie como parâmetro correlato, objetivando avaliar as possíveis diferenças entre plantas ocupadas e desocupadas (Mageski *et al.* em preparação).

Análise de dados

Os pontos referenciados foram sobrepostos em uma grade de células, as quais foram contabilizadas em ocupadas e vazias, sendo em seguida calculado o Índice de Distribuição I , (Ludwig e Reynolds 1988, Krebs 1999), dado pela razão entre variância e a média das células contabilizadas. Esse procedimento avalia se a distribuição das espécies de anfíbios nas plantas obedece a um padrão agrupado ($I > 1$) ou uniforme ($I < 1$) (Ludwig e Reynolds 1988) tendo como base o modelo de distribuição aleatória de Poisson ($I = 1$), o qual se espera que a igualdade entre média e variância (Greig-Smith 1964).

Para avaliar as possíveis diferenças entre as proporções de planta ocupadas e desocupadas por anfíbios, foi realizado um teste χ^2 . Caso os valores observados diferirem do esperado isso pode ser um indicativo de que a ocupação pelos anfíbios ocorre proporcionalmente à abundância das plantas. As probabilidades significativas foram consideradas para $p < 0,05$ (Zar 2010).

Foram verificadas possíveis colinearidades entre o número de folhas e axilas com água através de correlação simples, considerando correlacionadas para $r_s \geq 0,75$ (Zar 2010). A normalidade foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk, considerando normais $p \geq 0,05$ (Zar 2010). As possíveis diferenças entre número

Tabela 1 Espécies de plantas que acumulam água disponíveis e ocupadas pelos anfíbios em uma área da Reserva Natural Vale, Linhares-ES. Pl = *Phyllodytes luteolus* (Wied-Neuwied 1824), Sal = *Scinax alter* (Lutz 1973), Sar = *Scinax argyreornatus* (Miranda-Ribeiro 1926), Tm = *Trachycephalus mesophaeus* (Hensel 1867).

Família/Espécie	Disponíveis	Ocupadas
Agavaceae		
<i>Agave attenuata</i> Salm-Dyck	13	8(4Pl, 2Tm, 2Sar)
Bromeliaceae		
<i>Aechmea lamarchei</i> Mez	23	2(Pl)
<i>Aechmea blanchetiana</i> (Baker) L.B. Smith	175	11(6Pl, 1Sal, 3Tm, 1Sar)
<i>Quesnelia quesneliana</i> (Brongan.) L.B. Smith	126	23(9Pl, 12Sal, 1Tm, 1Sar)
<i>Vriesea neoglutinosa</i> Mez	131	21(12Pl, 8Sal, 1Tm)
Total	468	65

de folhas e axilas com água entre plantas ocupadas e desocupadas pelas bromelígenas foram testadas pelo teste *t* Student, com valores de probabilidade significativa para $p < 0,05$ (Zar 2010).

Para avaliar se o número de folhas e axilas com água estava correlacionado ao peso dos anfíbios foi realizada outra análise de correlação, considerando $r_s \geq 0,75$ como significativo (Zar 2010). Todas as análises estatísticas foram realizadas nos softwares LibreOffice Calc 4.0 e R 3.1.1.

Resultados

Foram registradas 468 plantas que acumulam água, distribuídas em duas Famílias e seis espécies. Dessas plantas, apenas 65 foram ocupadas por anfíbios (Tabela 1), representados por uma única Família e quatro espécies, dessas apenas uma é bromelígena (Tabela 2).

Com exceção de *Scinax argyreornatus*, as demais espécies de anfíbios tiveram distribuição agrupada. O teste χ^2 revelou que três espécies são mais seletivas na ocupação das plantas (Tabela 1, Tabela 2).

Os indivíduos de *P. luteolus* ocuparam plantas com maior número de folhas ($t=2,460$; $gl=48$; $p=0,017$, Figura 1A) e axilas com água ($t=3,098$; $gl=48$; $p=0,003$, Figura 1B). Porém o peso

Tabela 2 Espécies e abundâncias de anfíbios registradas em uma área da Reserva Natural Vale, Linhares-ES. N = Número de indivíduos, I = valor do Índice de Distribuição, χ^2 = valor to teste chi-quadrado, p = nível de significância.

Espécie	N	I	χ^2	p
<i>Phyllodytes luteolus</i>	33	0,38	15,647	0,003
<i>Scinax alter</i>	21	0,31	1,419	0,491
<i>Scinax argyreornatus</i>	7	1,05	21,499	0,000
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	4	0,89	17,088	0,000

dos animais e o número de axilas da planta em que estava ocupando não foram correlacionados ($r_s=0,33$, $n=25$, $p=0,09$).

Discussão

A composição de anfíbios que utilizam plantas que acumulam água registrada na Mata de Tabuleiro da RNV mostrou-se similar às áreas de restinga, o que pode estar relacionado à proximidade entres esses ambientes (Carvalho-e-Silva *et al.* 2000, Schneider e Teixeira 2001). As espécies bromelígenas e bromelícolas aqui registradas não se encontram na lista de espécies de anfíbios ameaçadas, embora as populações de *P. luteolus* e *T. mesophaeus* tem tendências ao decréscimo (IUCN 2014) o que pode ter relação direta com a ocupação humana, alterando a qualidade de corpos d'água, destruindo ou fragmentando habitats naturais (Toledo *et al.* 2010). Esse fato pode estar colaborando para que esses animais ocupem plantas que acumulam água, o que é comum em ambientes cujos recursos como água e umidade necessários à sobrevivência do animal são limitantes (Schneider e Teixeira 2001, Rocha *et al.* 2004).

A ocupação das plantas pelos anfíbios mostrou-se parcial e variada conforme a espécie. *Scinax argyreornatus* e *S. alter* são classificadas como bromelícolas eventuais, por se reproduzirem em ambientes brejosos ou lagos (Narvaes *et al.* 2009, Haddad *et al.* 2013), e portanto, ocupam essas plantas apenas de forma secundária, para refúgio e forrageio principalmente em épocas mais secas (Peixoto 1995, Izecksohn e Carvalho-e-Silva 2010, Haddad *et al.* 2013). A não obrigatoriedade e oportunismo no uso das plantas podem estar contribuindo para a distribuição espacial perto da aleatória por *S. argyreornatus* e também a ocupação das plantas em proporção a abundância por *S. alter*.

Embora *T. mesophaeus* tenha apresentado tendências à seleção de plantas, essa espécie também é bromelícola e, assim

como *S. argyreornatus* e *S. alter*, se reproduz em lagos ou brejos (Peixoto 1995, Izecksohn e Carvalho-e-Silva 2010, Haddad *et al.* 2013). A possível seleção observada para essa espécie pode estar relacionada ao tamanho da axila, uma vez que se trata de um anfíbio de maior porte (cerca de 6,9 cm de comprimento rostro-cloacal), (Haddad *et al.* 2013), e portanto tende a preferir axilas maiores, como em *A. attenuata* e *A. blanchetiana*.

A bromelígena *P. luteolus* ocupou, de forma agrupada e desproporcional a abundância, todas as espécies de plantas na área estudada, com tendências a ocupar plantas com maior número de folhas e axilas. Esse fato pode estar relacionado à redução na competição, tanto trófica quanto espacial, dificuldade de encontros com predadores visualmente orientados e aumento das chances de comportamento satélite (Lea 2000, Cogliatti-Carvalho *et al.* 2010, Ferreira *et al.* 2012).

Nosso estudo demonstrou que o uso de plantas não foi aleatório e variou conforme a espécie de anfíbio, o que é importante para garantir a coexistência da comunidade. Aparentemente para as bromelígenas (Peixoto 1995) a seleção dessas plantas é mais intensa e tem relação com a organografia, a qual pode garantir a sobrevivência dos adultos e da prole mediante a competição e predação (Oliveira e Navas 2001). Esse resultado possibilitou a aceitação da hipótese de que existe seleção de plantas pelos anfíbios e que essa tem relação com a complexidade organográfica, porém rejeitamos a hipótese de há relação entre essa complexidade e o peso dos anfíbios habitantes. Estudos envolvendo fatores físico-químicos da água acumulada nas axilas dessas plantas são fundamentais para o melhor entendimento da seleção de plantas por bromelícolas e bromelígenas.

Agradecimentos

Somos gratos à Ana Carolina Srebek de Araújo, James Joseph Roper, Levy de Carvalho Gomes, Marcelo da Silva Moretti e Werther Krohling pelo apoio durante os trabalhos de campo e excelentes sugestões no manuscrito e à Ary Silva e Geovane Siqueira pela identificação e fornecimento da listagem de plantas da RNV. Agradecemos à Universidade Vila Velha e aos funcionários da RNV pelo apoio logístico e permissão de estudo nas áreas particulares da reserva. MMM tem seu estudo financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, e HC tem seu estudo financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo – FAPES.

Referências

Araújo AC, Fischer EA, Sazima M (1994) Floração sequencial e polinização de três espécies de Vriesea (Bromeliaceae) na região de Juréia, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 17: 113-118.
Bernarde PS (2012). *Anfíbios e Répteis*: introdução ao estudo da

herpetofauna brasileira. Curitiba, Anolis Books.
Blomberg S, Shine R (1996) Reptiles. In: Sutherland WJ (ed) *Ecological Census Techniques*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 218-226.
Carvalho-e-Silva SP, Izecksohn E, Carvalho-e-Silva AMPT (2000) Diversidade e ecologia de anfíbios em restingas do sudeste brasileiro. In: Esteves FA, Lacerda LD (ed) *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. Macaé, NUPEN – Universidade Federal do Rio de Janeiro, pp 89-97.
Cogliatti-Carvalho L, Rocha-Pessôa TC, Nunes-Freitas AF, Rocha CFD (2010) Volume de água armazenado no tanque de bromélias, em restingas da costa brasileira. *Acta Botanica Brasilica* 24:84–95.
Duellman WE, Trueb L (1994) *Biology of Amphibians*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
Feinsinger P (1983) Coevolution and Pollination. In: Futuyma DJ, Slatkin M (ed) *Coevolution*. Sunderland, Sinauer: pp 282-310.
Ferreira RB, Schineider JA, Teixeira RL (2012) Diet, Fecundity, and Use of Bromeliads by *Phyllodytes luteolus* (Anura: Hylidae) in Southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 6:19–23.
Greeney HF (2001) The insects of plant-held waters: a review and bibliography. *Journal of Tropical Ecology* 17:241-260.
Greig-Smith MAP (1964) *Quantitative Plant Ecology*. 2 ed. London, Buther Worths.
Haddad CFB, Toledo LT, Prado CRA, Loebmann D, Gasparini JL (2013) *Guia de Anfíbios da Mata Atlântica*: diversidade e biologia. São Paulo, Anolis Books.
International Union for Conservation of Nature and Natural Resources - IUCN 2014. *IUCN Red List of Threatened Species*. Cambridge. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Consulta em: 11/09/2014.
Izecksohn E, Carvalho-e-Silva SP (2010) *Anfíbios do Município do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ.
Köppen W (1948) *Climatologia*: com um estúdio de los climas de la Tierra. México, Fondo de Cultura Económica.
Krebs CJ (1999) *Ecological Methodology*. 2 ed. MenloPark, Benjamim/Cummings.
Lea J, Halliday T, Dyson M (2000) Reproductive stage and history affect the phonotatic preferences of female midwife toads, *Alytes muletensis*. *Animal Behavior* 60:423–427.
Ludwig JA, Reynolds JF (1988) *Statistical Ecology*: a primer on methods and computing. New York, John Wiley & Sons
Narvaes P, Bertoluci J, Rodrigues MT (2009) Composição, uso de hábitat e estações reprodutivas das espécies de anuros da floresta de restinga da Estação Ecológica Juréia-Itatins, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 2:117-124.
Oliveira FB, Navas CA (2004) Plant selection and seasonal patterns of vocal activity in two populations of the bromeligen treefrog *Scinax perpusillus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology* 38:331-339.
Pederassi J, Lima MSCS, Peixoto OL, Souza CAS (2012) The choice of bromeliads as a microhabitat by *Scinax argyreornatus* (Anura, Hylidae). *Brazilian Journal of Biology* 2: 229-233.
Peixoto O L (1995) Associação de anuros e bromeliáceas na mata atlântica. *Revista Universidade Rural* 17:75–83.
Pontes RC, Santori RT, Gonçalves e Cunha FC, Pontes JAL (2013) Habitat selection by anurofauna community at rocky seashore in coastal Atlantic Forest, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 73:533–542.
Rocha CFD, Cogliatti Carvalho L, Nunes Freitas AF, Rocha-Pessôa TC, Dias AS, Ariani CV, Morgado LN (2004) Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. *Vidália* 2:52–72.
Scarano FR (2002) Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitat marginal to the Brazilian Atlantic Forest. *Annals of Botany* 90: 517-524.
Scarano FR, Duarte HM, Ribeiro KT, Rodrigues PJFP, Barcellos EMB, Franco AC, Brulfert J, Deléens E, Lüttge U (2001) Four sites with 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: 345-364.
- Schneider JAP, Teixeira RL (2001) Relacionamento entre anfíbios anuros e bromélias da Restinga de Regência, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Iheringia** 62: 263-268.
- Toledo LF, Carvalho-e-Silva SP, Sánchez C, Almeida MA, Haddad CFB (2010) A revisão do Código Florestal Brasileiro: impactos negativos para a conservação dos anfíbios. **Biota Neotropica** 10: 1-4.
- Trewartha GT, Horn, LH (1990). **An Introduction to Climate**. New York, McGraw-Hill.
- Zar JH (2010) **Biostatistical Analysis**. 5 ed. Upsaddler Road, Prentice Hall.
- Zug GR, Vitt LJ, Caldwell JP (2001) **Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles**. San Diego, Academic Press.