



COMPARAÇÕES ECOLÓGICAS DE DOIS BUFONÍDEOS QUE OCORREM NO CERRADO: DIMORFISMO SEXUAL DE *RHINELLA RUBESCENS* E *R. SCHNEIDERI*.

Ísis da Costa Arantes

Mariana Mira Vasconcellos; Laís Batista Alvarenga Veludo; Guarino Rinaldi Colli

Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília, 70910 - 900 Brasília, Distrito Federal, Brazil: isisarantes@gmail.com

INTRODUÇÃO

O dimorfismo sexual é definido como uma diferença fenotípica entre machos e fêmeas de uma espécie e nos anfíbios o dimorfismo possui grande variedade morfológica em tamanho, forma e coloração, também em características fisiológicas (Kupfer 2007). Algumas características dimórficas são facilmente observadas, como tamanho corporal, características morfológicas, coloração e ornamentos; já outras características são mais sutis como feromônios, estruturas glandulares e textura epitelial (Malmgren & Thollesson. 1999). Segundo Shine (1979), 90% das fêmeas de anfíbios anuros são maiores que os machos e essa característica pode estar relacionado com a capacidade reprodutiva das fêmeas. Por outro lado, quando os machos são maiores que as fêmeas isso pode estar relacionado com a competição sexual entre machos (Shine 1979). Dessa forma, a diferença no tamanho corporal de fêmeas e machos pode estar relacionada com a capacidade reprodutiva das fêmeas ou competição sexual entre machos, e o crescimento entre os sexos pode ser diferenciado por um investimento distinto na energia adquirida.

A diferença no tamanho corporal de machos e fêmeas no gênero *Rhinella* pode ser pronunciada ou ser completamente ausente em algumas espécies (Halliday & Verrell 1986; Sinsch, Tada *et al.*, 2001). Estudos mostram que o dimorfismo sexual não segue um padrão no gênero *Rhinella*: as fêmeas de *R. achalensis* são menores do que os machos (Sinsch *et al.*, 2001; Jofré *et al.*, 2005) e as fêmeas de *R. marinus* são significativamente maiores que os machos (Lee 2001). Em espécies do grupo *R. marina* que ocorrem no cerrado os machos são em média maiores que as fêmeas em *R. cerradensis* (Brandão *et al.*, 2007) e os machos são menores que as fêmeas em *R. veredas* (Brandão *et al.*, 2007). O dimorfismo sexual para este gênero também pode se apresentar em diferenças na textura da pele em indivíduos do grupo *R. spinulosus*, mudanças na pigmentação do saco vocal e diferenças na massa muscular dos membros anteriores em *Rhinella marinus* (Lee 2001).

Rhinella rubescens e *R. schneideri* pertencem ao grupo *marina* e são espécies simpátricas que ocorrem no Cerrado.

As espécies pertencentes ao grupo *marinus* poderiam ser agrupadas em dois subgrupos morfológicamente distintos. O primeiro grupo seriam as espécies com tamanho grande, cristas craniais marcadas e desenvolvidas, tímpano relativamente pequeno e membros curtos. O segundo grupo seriam as espécies menores, cristas craniais menos desenvolvidas e glândulas parotóides relativamente longas (Maciel *et al.*, 2007). Dessa forma, *R. schneideri* pertenceria ao primeiro grupo e *R. rubescens* ao segundo (Brandão *et al.*, 2007). Além disso, essas espécies apresentam hábito terrestre e não são dependentes das Matas de Galeria (Brandão & Araújo 2002), sendo mais comuns em vegetações abertas. Também podem utilizar diversos tipos de vegetação do Cerrado como Campo Limpo, Vereda, Mata de Galeria e Cerrado denso (Brandão & Araújo 2002).

Rhinella rubescens ocorre no Cerrado do Brasil Central e nos estados de Goiás, Minas Gerais, Para, Piauí e São Paulo (Pramuk 2006; Frost 2007), possuindo uma distribuição mais restrita do que *R. schneideri*. O período reprodutivo de *R. rubescens* dura cerca de três meses, de junho a setembro, apresentando uma sazonalidade bem marcada com forte associação a fatores climáticos (Vasconcellos & Colli 2009).

Rhinella schneideri possui uma ampla distribuição na América do Sul, ocorrendo no Brasil, Paraguai, Bolívia, Argentina e Uruguai (Pramuk 2006) e também possui ampla distribuição em áreas de Cerrado (Colli *et al.*, 2002), apresentando hábito noturno e reprodução prolongada (Wells 1977; Pombal - Jr & Haddad. 2005), a qual dura cerca de três meses no período de transição da estação seca e chuvosa, de julho ao início de outubro (Vasconcellos & Colli 2009).

As duas espécies colocam seus ovos em forma de um cordão gelatinoso (Eterovick & Sazima 2004). Os girinos de *Rhinella rubescens* apresentam um período larvário de seis meses, atividade diurna, comportamento de formar agregações e ficar sobre o substrato. A coloração dos girinos é preta para *R. rubescens* e verde para *R. schneideri* (Eterovick & Sazima 1999; Eterovick & Sazima 2004). O período de desenvolvimento das larvas de *R. schneideri* foi estimado em aproximadamente dois meses (Barreto & Mor-

eira 1996).

OBJETIVOS

O conhecimento sobre a ecologia destes animais é escasso e está restrito apenas a aspectos reprodutivos (Moreira & Barreto, 1997). Além disso, muito pouco se conhece sobre o dimorfismo sexual dessas espécies. O objetivo do trabalho é descrever o dimorfismo sexual para as duas espécies de pertencentes ao gênero *Rhinella* que ocorrem no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Indivíduos das duas espécies depositados na Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília (CHUNB) tiveram as seguintes variáveis morfométricas medidas com paquímetro digital Mitutoyo®: comprimento rostro - uróstilo (CRU), comprimento da tibia, comprimento do pé, comprimento, largura e altura da cabeça, comprimento e largura do antebraço, diâmetro do tímpano, comprimento e largura da glândula parotóide. Também foram registradas diferenças na textura da pele, mudanças na pigmentação do saco vocal e coloração do corpo. O sexo dos indivíduos foi determinado por exame direto das gônadas. As variáveis morfométricas foram transformadas em \log_{10} . Para separar a variação no tamanho do corpo e a forma dos anfíbios, o tamanho do corpo foi definido como os escores de um vetor isométrico com valores de $p^{-0.5}$, onde p é o número de variáveis (Jolicouer, 1963). Os escores deste autovetor, foram designados como tamanho do corpo, pela multiplicação da matriz $n \times p$ dos dados transformados em \log_{10} , onde n é o número de observações, pelo vetor isométrico $p \times 1$ (Somers, 1986, Rohlf e Bookstein, 1987). Para remover o efeito do tamanho do corpo das variáveis transformadas em \log_{10} , foi utilizado o método de Burnaby (Burnaby, 1966), multiplicando a matriz $n \times p$ dos dados transformados em \log_{10} por uma matriz simétrica L , definida pela seguinte fórmula:

$$L = I_p - V(V^T V)^{-1} V^T$$

Onde I_p é a matriz identidade $p \times p$, V é o vetor isométrico definido acima e V^T é matriz transposta V (Rohlf e Bookstein, 1987). No texto as variáveis morfométricas são mencionadas como variáveis ajustadas e elas explicam variações na forma do corpo. Para verificar a existência de diferenças entre os sexos, foi realizada uma ANOVA com tamanho do corpo e uma MANOVA com as variáveis ajustadas. Uma análise discriminante foi realizada para verificar quais variáveis ajustadas melhor explicam as diferenças entre os sexos.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R 2.9.0 (R Development Core Team, 2008). Os dados foram transformados para logaritmo de base 10 para satisfazer a premissas de normalidade dos testes e valores extremos multivariados (outliers) foram removidos uma única vez de cada amostra, a distância de Mahalanobis foi utilizada para identificar os valores extremos (Quinn and Keough 2003). Além disso, indivíduos com valores faltantes foram removidos da análise.

RESULTADOS

Foram medidos 242 indivíduos de *Rhinella rubescens*, sendo 111 machos e 131 fêmeas. Entretanto apenas 42 indivíduos foram considerados reprodutivos e utilizados na análise. Os machos de *R. rubescens* têm o CRU variando de 74,53 a 99,68 mm e as fêmeas variando de 74,60 a 116,70 mm. Não existem diferenças significativas no tamanho do corpo (ANOVA: $F_{1,38}=1.5534$, $P=0.2203$) e os machos são menores que as fêmeas. Existem diferenças significativas na forma do corpo entre os sexos e as variáveis CRU ($F_{1,38}=8.9445$, $P=0.004864$), comprimento ($F_{1,38}=6.1637$, $P=0.01757$) e largura da cabeça ($F_{1,38}=12.025$, $P=0.001320$) e diâmetro do anti - braço ($F_{1,38}=64.738$, $P < 0.0001$) contribuíram significativamente para separação dos sexos. A análise discriminante selecionou o diâmetro do anti - braço e CRU como as variáveis que melhor classificam os sexos, classificando corretamente 92,5% das variáveis.

Foram medidos 322 indivíduos de *R. schneideri*, sendo 182 machos e 140 fêmeas. Contudo somente 228 indivíduos foram considerados reprodutivos e utilizados na análise. Os machos de *R. schneideri* tem o CRU variando de 22,71 a 171,30 mm e as fêmeas de 26,81 a 196,00 mm. Não existem diferenças significativas no tamanho do corpo (ANOVA: $F_{1,201} = 0.1158$, $P=0.734$) e os machos maiores que as fêmeas. Existem diferenças significativas na forma do corpo entre os sexos e as variáveis CRU ($F_{1,201}=43.334$, $P < 0.001$), largura ($F_{1,201}=9.4135$, $P=0.002$) e altura da cabeça ($F_{1,201}=11.595$, $P < 0.001$), diâmetro do anti - braço ($F_{1,201}=56.352$, $P < 0.0001$), comprimento ($F_{1,201}=9.9986$, $P=0.001$) e largura da parotóide ($F_{1,201}=10.731$, $P=0.001$) contribuíram significativamente para separação dos sexos. A análise discriminante selecionou diâmetro do anti - braço como a variável que melhor discrimina os sexos, classificando corretamente 72,9% das variáveis.

As diferenças sexuais no tamanho corporal são conseqüências da história de vida e da idade, porque anfíbios apresentam crescimento indeterminado e crescem após a maturidade sexual (Shine, 1979). O dimorfismo em tamanho sugere que machos maiores são territorialistas e combatem com outros machos, se reproduzem com fêmeas maiores, que são mais férteis, aumentando o sucesso reprodutivo (Kupfer, 2007). Por outro lado, dimorfismo sexual em tamanho pode estar relacionado com o cuidado parental dos machos com a desova para expulsar predadores (Kupfer, 2007). Além disso, os caracteres secundários como espinhos e dentes são adaptações morfológicas em machos que denotam comportamento agressivo e combate entre machos, sendo indicadores de combate entre machos e seleção sexual (Shine, 1979). As duas espécies não possuem caracteres sexuais secundários como espinhos e dentes nem apresentam cuidado parental com a desova, assim a possibilidade do dimorfismo sexual ocorrer por combate sexual entre os machos se torna reduzida.

Não foram encontradas diferenças significativas no dimorfismo sexual em tamanho nas duas espécies. Entretanto, os machos de *R. rubescens* são menores que as fêmeas e em *R. schneideri* os machos são maiores que as fêmeas. Dessa forma, em *R. schneideri* a diferença no tamanho corporal pode indicar territorialismo e encontros agonísticos

com outros machos. O CRU de *R. rubescens* foi uma característica importante para separação entre machos e fêmeas juntamente com o diâmetro do anti - braço, indicando que o dimorfismo sexual em tamanho nessa espécie pode estar relacionado apenas com uma fecundidade das fêmeas.

Foram encontradas diferenças significativas na forma do corpo e o diâmetro anti - braço foi a variável que melhor contribuiu para a separação entre os sexos nas duas espécies estudadas. Independente do tamanho dos machos em relação às fêmeas, o diâmetro do anti - braço mostrou - se uma característica importante para o amplexo e para o sucesso reprodutivo. Machos antebraços maiores são mais capazes de segurar as fêmeas no amplexo, podendo ter mais chances de vencer a disputa por fêmeas no caso de encontros agonísticos com outros machos (Lee, 2001).

CONCLUSÃO

O dimorfismo sexual no tamanho corporal é um resultado de uma variedade de forças seletivas e não pode ser atribuído somente pela seleção sexual (Halliday & Verrell, 1986). As espécies apresentam dimorfismo sexual em tamanho e em forma corporal diferentes uma da outra. Esse resultado corrobora o trabalho de Maciel *et al.*, 2007 que mostra que as espécies pertencentes ao grupo *marinus* podem ser agrupadas em dois subgrupos morfologicamente distintos. Sugere - se então que características filogenéticas do grupo são muito importantes para caracterizar o dimorfismo sexual de *R. rubescens* e *R. schneideri* do que influências ecológicas recentes.

REFERÊNCIAS

Barreto, L., & G. Moreira. 1996. Seasonal variation in age structure and spatial distribution of a savanna larval anuran assemblage in central Brazil. *Journal of Herpetology*. 30:87 - 92.

Brandão, R. A., & A. F. B. D. Araújo. 2002. A herpetofauna associada às Matas de Galeria no distrito Federal, p. 560 - 604. In: Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. J. F. Ribeiro, C. E. L. d. Fonseca, & J.C.Sousa - Silva (eds.). Embrapa, Brasília.

Brandão, R. A., N. M. Maciel, & A. SEBBEN. 2007. A new species of *Chaunus* from Central Brazil (Anura; Bufonidae). *Journal of Herpetology*. 41:309 - 316.

Burnaby, T. P. 1966. Growth - invariant discriminant functions and generalized distances. *Biometrics*. 22:96 - 110.

Colli, G. R., R. P. Bastos, & A. F. B. Araújo. 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. Em: Oliveira, P.S., Marques, R. J. *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press. New York.

Eterovick, P. C., & I. Sazima. 1999. Description of the tadpole of *Bufo rufus* with notes on aggregative behavior. *Journal of Herpetology*. 33:711 - 713.

—. 2004. *Amphibians from the Serra do Cipó*. Ed. Puc Minas, Belo Horizonte, Brazil.

Frost, D. R. 2007. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 5.1 (10 October, 2007). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Halliday, T. R., & P. A. Verrell. 1986. Sexual selection and body size in amphibians. *Journal of Herpetology*:86 - 92.

Jofré, G. M., C. J. Reading, & I. E. D. Tada. 2005. Breeding behaviour and reproduction in the Pampa de Achal toad, *Bufo achalensis*. *Amphibia - Reptilia*. 26.

Jolicouer, P. 1963. The multivariate generalization of the allometry equation. *Biometrics*. 19:497 - 499.

Kupfer, A. 2007. Sexual Size Dimorphism in Amphibians: an overview. In: *Sex, Size and Gender Roles: Evolutionary Studies of Sexual Size Dimorphism*. D. J. Fairbairn, W. U. Blanckenhorn, and T. Szekely (eds.). Oxford University Press.

LEE, J. C. 2001. Evolution of a secondary sexual dimorphism in the toad, *Bufo marinus*. *Copeia*. 4:928 - 935.

Malmgren, J. C., & M. Tholleson. 1999. Sexual size and shape dimorphism in two species of newts, *Triturus cristatus* and *T. vulgaris* (Caudata: Salamandridae). *Journal of Zoology (London)*. 249:127 - 136.

Moreira, G., & L. Barreto. 1997. Seasonal variation in nocturnal calling activity of savanna anuran community in central Brazil. *Amphibia - Reptilia*. 18:49 - 57.

Pombal - JR., J. P., & C. F. B. Haddad. 2005. Estratégias e modos reprodutivos de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. *Papéis avulsos de Zoologia*. 45:201 - 213.

Pramuk, J. B. 2006. Phylogeny of South American *Bufo* (Anura: Bufonidae) inferred from combined evidence. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 146:407 - 452.

Quinn, G. P., & M. J. Keough. 2003. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

R Development Core Team. 2008. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3 - 900051 - 07 - 0, URL <http://www.R-project.org>.

Rohlf, F. J., & F. L. Bookstein. 1987. A comment on shearing as a method for "size correction". *Syst. Zool.* 36:356 - 367.

Shine, R. 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia*:297 - 306.

Sinsch, U., I. E. D. Tada, & A. L. Martino. 2001. Longevity, demography and sex - specific Growth of the Pampa de Achala Toad, *Bufo achalensis* CEI, 1972. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 36:95 - 104.

Somers, K. M. 1986. Multivariate allometry and removal of size with principal component analysis. *Syst. Zool.* 35:359 - 368.

Vasconcellos, M. M., & G. R. Colli. 2009. Factors Affecting the Population Dynamics of Two Toads (Anura: Bufonidae) in a Seasonal Neotropical Savanna. *Copeia*. 2:266 - 276.

Wells, K. D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour*. 25:666 - 693.