

## **RESSALVA**

**Atendendo solicitação do autor Rafael Oliveira Bordin, o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 01/02/2026.**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

Rafael Oliveira Bordin

Morfofisiologia testicular e sazonalidade durante o ciclo reprodutivo anual de *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae) do Centro-sul paulista

**BOTUCATU – SP**  
**Ano 2025**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

Morfofisiologia testicular e sazonalidade durante o ciclo reprodutivo anual de *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae) do Centro-sul paulista

**Rafael Oliveira Bordin**

**Raquel Fantin Domeniconi**

**Classius de Oliveira**

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de doutor no Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral e Aplicada, Área de concentração *Ciências Biológicas I*.

**BOTUCATU – SP**  
**Ano 2025**

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B729m | <p>Bordin, Rafael Oliveira Alves</p> <p>Morfofisiologia testicular e sazonalidade durante o ciclo reprodutivo anual de <i>Leptodactylus podicipinus</i> (Anura: Leptodactylidae) do Centro-sul paulista / Rafael Oliveira Alves Bordin. -- Botucatu, 2025</p> <p>82 p.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu</p> <p>Orientadora: Raquel Fantin Domeniconi</p> <p>Coorientador: Classius Oliveira</p> <p>1. Herpetologia. 2. Imunohistoquímica. 3. Espermatogênese em animais. 4. Reprodução animal. 5. Aparelho geniturinário. I. Título.</p> |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Impacto potencial dessa pesquisa

A presente pesquisa tem o potencial de gerar um impacto significativo ao contribuir com um registro detalhado das características estruturais, fisiológicas e metabólicas da espécie estudada, integrando aspectos ecológicos e funcionais. Essa abordagem fornece informações essenciais para a compreensão da diversidade funcional e do papel que ela desempenha na manutenção da biodiversidade, além de apoiar a formulação de estratégias mais eficazes de conservação. Paralelamente, o estudo pode ampliar a compreensão científica sobre as complexidades da reprodução em anuros. Focando na interação entre características histológicas, fisiológicas e reprodutivas da espécie neotropical *Leptodactylus podicipinus*. Acreditamos que as análises fornecem insights valiosos sobre a estrutura e a função do sistema genital masculino em anuros.

## Potential impact of this research

This research has the potential to generate a significant impact by contributing a detailed record of the structural, physiological, and metabolic characteristics of the studied species, integrating ecological and functional aspects. This approach provides essential information for understanding functional diversity and its role in maintaining biodiversity while supporting the development of more effective conservation strategies. Additionally, the study may enhance scientific understanding of the complexities of anuran reproduction by focusing on the interplay between histological, physiological, and reproductive traits of the neotropical species *Leptodactylus podicipinus*. We believe the analyses will offer valuable insights into the structure and function of the male reproductive tract in anurans.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE RAFAEL OLIVEIRA BORDIN, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA GERAL E APLICADA, DO INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - CÂMPUS DE BOTUCATU.**

Aos 01 dias do mês de agosto do ano de 2025, às 14h30min, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de RAFAEL OLIVEIRA BORDIN, intitulada **Morfofisiologia testicular e sazonalidade durante o ciclo reprodutivo anual de *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae) do Centro-sul paulista**, sob orientação da Profa. Dra. Raquel Fantin Domeniconi. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. RAQUEL FANTIN DOMENICONI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia Estrutural e Funcional / Instituto de Biociências de Botucatu Unesp, Pós-doutoranda AMANDA JAMILLE CARVALHO BRUM (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biodiversidade / Instituto de Biociências, Câmpus Rio Claro, Prof. Dr. RODRIGO ZIERI (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências Biológicas / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Profa. Dra. TAIS HARUMI DE CASTRO SASAHARA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia Estrutural e Funcional / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP, Profa. Dra. MAELI DAL PAI (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia Estrutural e Funcional / Instituto de Biociências de Botucatu - Unesp. Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Documento assinado digitalmente

RAQUEL FANTIN DOMENICONI

Data: 11/08/2025 11:54:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. RAQUEL FANTIN DOMENICONI

## Resumo

Nas últimas décadas, a diversidade dos anuros tem sofrido mudanças com a descrição de novas espécies, o que torna necessário o conhecimento da diversidade funcional desses animais através da investigação dos traços reprodutivos das espécies. Esses traços são fundamentais para o esforço de preservação da diversidade. Devido a capacidade adaptativa do grupo, é importante avaliar a dinâmica reprodutiva das espécies, considerando sua distribuição geográfica, bem como as condições climáticas do seu habitat, especialmente em um cenário de mudanças ambientais globais. A espécie *Leptodactylus podicipinus* é amplamente distribuída, e apresenta modo de vida com certa terestrialidade. Tais características representam uma dinâmica reprodutiva interessante para avaliar a morfofisiologia genital, com foco no ciclo reprodutivo da espécie. Diversos aspectos da reprodução de *L. podicipinus* e sua relação com a umidade e sazonalidade foram avaliados através de métodos variados como histomorfometria, imunohistologia e microscopia eletrônica. A anatomia do aparelho reprodutor consiste em ductos e dúctulos testiculares responsáveis pelo transporte espermático, e ainda foi encontrada variação sazonal na proliferação celular testicular. Também foram identificadas as aquaporinas 1, 2 e 9 no tecido testicular da espécie, com diferenças sazonais na sua localização. Além disso, caracterizou-se a dinâmica germinativa e o comportamento reprodutivo anual da espécie e propôs-se um padrão reprodutivo interespecífico, com possível influência do comportamento poliândrico. Esses resultados ampliam o entendimento sobre a reprodução dos anuros e reforçam dados morfofisiológicos de *L. podicipinus*, destacando sua dinâmica reprodutiva e contexto ambiental, características essenciais para os esforços de mitigação de danos e proteção da biodiversidade frente às mudanças ambientais atuais.

Palavras-chaves: Herpetologia, Urogenital, Poliandria, Células germinativas.

## Abstract

In recent decades the diversity of anurans has changed with the discovery of new species, making it necessary to know the functional diversity of these animals. Investigating the reproductive traits of species is fundamental to the effort to preserve diversity. Due to the adaptive capacity of the group, it is crucial to assess the reproductive dynamics of the species, taking into account their geographical distribution and the climatic conditions of their habitat, particularly in the context of global environmental change. The species *Leptodactylus podicipinus* is widely distributed and has a somewhat terrestrial lifestyle. These characteristics present an interesting reproductive dynamic for evaluating genital morphophysiology, focusing on the species' reproductive cycle. Various aspects of *L. podicipinus* reproduction and its relationship with humidity and seasonality were evaluated using various methods such as histomorphometry, immunohistology, and electron microscopy. The anatomy of the reproductive system consists of testicular ducts and ductules responsible for sperm transport, and seasonal variation in testicular cell proliferation has also been found. Aquaporins 1, 2, and 9 were also identified in the species' testicular tissue, with seasonal differences in their location. In addition, the germ dynamics and annual reproductive behavior of the species were characterized, and an interspecific reproductive pattern was proposed, with the possible influence of polyandrous behavior. These results broaden our understanding of anuran reproduction and reinforce morphophysiological data on *L. podicipinus*, highlighting its reproductive dynamics and environmental context, which is essential for efforts to mitigate damage and protect biodiversity in the face of current environmental changes.

Keywords: Herpetology, Urogenital, Polyandry, Germinative cells.



## Sumário

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introdução .....</b>                        | <b>9</b>  |
| <b>Capítulo I .....</b>                        | <b>22</b> |
| <b>Capítulo II .....</b>                       | <b>35</b> |
| <b>Capítulo III .....</b>                      | <b>59</b> |
| <b>Considerações finais e Conclusões .....</b> | <b>72</b> |
| <b>Referências Bibliográficas .....</b>        | <b>73</b> |

## **Introdução**

Os anuros são os tetrápodes que apresentam a maior diversidade reprodutiva, a qual está relacionada aos diferentes locais possíveis para reprodução desses animais, que são tanto terrestres como aquáticos (Nunes-de-Almeida et al 2021). Sendo a reprodução vital para a perpetuação das espécies (Vitt & Caldwell 2014), o grupo conta com uma complexidade de modos reprodutivos bem caracterizados, que descrevem os vários locais e processos de sua reprodução (Haddad & Prado 2005; Nunes-de-Almeida et al 2021). Essa ampla diversidade de modos reprodutivos reflete a capacidade adaptativa dos anuros, que se desenvolvem em diferentes condições ambientais, ajustando-se às variações presentes ao longo do ciclo reprodutivo (Prado et al 2000; Haddad & Prado 2005; da Silva et al 2012; Nunes-de-Almeida et al 2021).

Nas últimas décadas, a compreensão da diversidade de anfíbios tem mudado drasticamente, com a descoberta de novas espécies e mudanças nas relações filogenéticas do grupo. No entanto, à medida que avança a exploração taxonômica e ecológica dos anuros, maior se torna a necessidade de estudos funcionais que elucidem características relacionadas à sua fisiologia e ao ciclo de vida (Catenazzi 2015), uma vez que traços funcionais são fundamentais para a avaliação de biodiversidade e para o delineamento de estratégias de conservação (Mouillot et al 2013; Zhao et al 2018; Liu et al 2021).

De modo geral, a reprodução dos anuros concentra-se na estação mais úmida; entretanto, como já discutido, essas espécies conseguem lidar com condições ambientais adversas adotando diferentes estratégias (Heyer 1969; Santos et al 2011; Toledo et al 2012). Há combinações dos traços de reprodução, que leva a modos reprodutivos singulares, com variadas características de amplexo (Zamudio et al 2016), oviposição, desenvolvimento de girinos (Nunes-de-Almeida et al 2021), além de, comportamentos com relação ao cuidado parental, que podem estar presentes ou ausentes em muitas espécies (Haddad & Prado 2005; Toledo et al 2012). A capacidade adaptativa que anuros demonstram, a partir dos modos reprodutivos complexos, é fundamental para o desenvolvimento do grupo, principalmente em relação às rápidas alterações climáticas e espaciais da atualidade (Liu et al 2021; Nunes-de-Almeida et al 2021).

Essas alterações são especialmente preocupantes diante do declínio observado há décadas nas populações de anuros (Stebbins & Cohen 1995; Catenazzi 2015). Como todas as espécies, os anuros desempenham um papel fundamental no equilíbrio ecológico

(Stebbins & Cohen 1995). Suas funções incluem o controle populacional de invertebrados e a transferência de energia para predadores de níveis tróficos superiores (Stebbins & Cohen 1995; Bernarde 2012). Nesse último aspecto, os anuros se destacam por sua baixa taxa de gasto energético e alta eficiência na predação de invertebrados, o que os torna uma fonte alimentar de alto valor nutricional para diversos vertebrados maiores, como serpentes, peixes e mamíferos (Stebbins & Cohen 1995; Vitt & Caldwell 2014; Jorgewich-Cohen et al 2020). Essas características reforçam a importância de se aprofundar o conhecimento sobre esse grupo, especialmente diante dos riscos que enfrentam em um cenário de mudanças globais cada vez mais intensas.

## Referências Bibliográficas

- Altig, R., & McDiarmid, R. W. (2007). Morphological diversity and evolution of egg and clutch structure in amphibians. *Herpetological Monographs*, 21(21), 1–32. <https://doi.org/10.1655/06-005.1>
- Belleannée, C., Thimon, V., & Sullivan, R. (2012). Region-specific gene expression in the epididymis. *Cell and Tissue Research*, 349(3), 717–731. <https://doi.org/10.1007/s00441-012-1381-0>
- Bordin, Alves R. O., de Oliveira, C., & Domeniconi, R. F. (2024). Germinative dynamic, seasonality, and polyandry: A dive in neotropical point-belly frog reproduction. *The Anatomical Record*. <https://doi.org/10.1002/ar.25627>
- Bordin, R. O. A., Oliveira, C. de, & Domeniconi, R. F. (2024). Immunolocalization of Aquaporin 1, 2, and 9 in Anuran Testis of the Neotropical Pointedbelly Frog *Leptodactylus podicipinus*. *Current Issues in Molecular Biology*, 46(9), 9958–9969. <https://doi.org/10.3390/cimb46090594>
- Bordin, R. O., Fernandes, C. E. dos S., Franco-Belussi, L., Leão, T. R. F., & Sanabria, M. (2022). Sperm morphology and testicular histology of the polyandric species *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae) from an urban environment. *The Anatomical Record*, 305(12), 3532–3542. <https://doi.org/10.1002/ar.24928>
- Borah, B. K., Renthlei, Z., & Trivedi, A. K. (2019). Seasonality in terai tree frog (*Polypedates teraiensis*): Role of light and temperature in regulation of seasonal breeding. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 191(November 2018), 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.12.005>
- Borges, R. E., de Souza Santos, L. R., Assis, R. A., Benvindo-Souza, M., Franco-Belussi, L., & de Oliveira, C. (2019). Monitoring the morphological integrity of neotropical anurans. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(3), 2623–2634. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3779-z>
- Browne, R. K., Kaurova, S. A., Uteshev, V. K., Shishova, N. v., McGinnity, D., Figiel, C. R., Mansour, N., Agnew, D., Wu, M., Gakhova, E. N., Dzyuba, B., & Cosson, J. (2015). Sperm motility of externally fertilizing fish and amphibians. *Theriogenology*, 83(1), 1–13.e8. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.09.018>
- Brown, D., Katsura, T., & Gustafson, C. E. (1998). Cellular mechanisms of aquaporin trafficking. *American Journal of Physiology - Renal Physiology*, 275(3 44-3), 328–331. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.1998.275.3.f328>
- Brown, D., Katsura, T., Kawashima, M., Verkman, A. S., & Sabolic, I. (1995). Cellular distribution of the aquaporins: A family of water channel proteins. *Histochemistry And Cell Biology*, 104(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/BF01464780>
- Brum, A. J. C., dos Santos, T. G., & Cechin, S. Z. (2022). Reproductive phenology of neotropical leptodactylid frogs (genera *Physalaemus* and *Pseudopaludicola*): Integrating gametogenic cycle, sexual maturity and age. *Zoologischer Anzeiger*, 301(July), 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2022.08.004>
- Buzatto, B. A., Thyer, E. M., Roberts, J. D., & Simmons, L. W. (2017). Sperm competition and the evolution of precopulatory weapons: Testis size and amplexus position, but not

arm strength, affect fertilization success in a chorusing frog. *Evolution*, 71(2), 329–341. <https://doi.org/10.1111/evo.13136>

Byrne, P. G., Roberts, J. D., & Simmons, L. W. (2002). Sperm competition selects for increased testes mass in Australian frogs. *Journal of Evolutionary Biology*, 15(3), 347–355. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2002.00409.x>

Byrne, P. G., Simmons, L. W., & Roberts, J. D. (2003). Sperm competition and the evolution of gamete morphology in frogs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1528), 2079–2086. <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2433>

Byrne, P. G., Anastas, Z. M., & Silla, A. J. (2022). A test for plasticity in sperm motility activation in response to osmotic environment in an anuran amphibian. *Ecology and Evolution*, 12(10), 1–12. <https://doi.org/10.1002/ece3.9387>

Byrne, P. G., Dunne, C., Munn, A. J., & Silla, A. J. (2015). Environmental osmolality influences sperm motility activation in an anuran amphibian. *Journal of Evolutionary Biology*, 28(3), 521–534. <https://doi.org/10.1111/jeb.12584>

Caneguim, B. H., Luz, J. S. da, Valentini, S. R., Cerri, P. S., & Sasso-Cerri, E. (2013). Immunoexpression of aromatase and estrogen receptors  $\beta$  in stem spermatogonia of bullfrogs indicates a role of estrogen in the seasonal spermatogonial mitotic activity. *General and Comparative Endocrinology*, 182, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2012.12.002>

Carrillo, J. F. C., Santana, D. J., & Prado, C. P. A. (2022). Body condition of females during tadpole attendance and its potential costs in a Neotropical foam-nesting frog (*Leptodactylus podicipinus*). *Ethology Ecology & Evolution*, January, 1–14. <https://doi.org/10.1080/03949370.2022.2026481>

Castellar, A., Bertoli, P. C., Galdino, L. H., Domeniconi, R. F., & Cruz-Neto, A. P. (2015). Differences in physiological traits associated with water balance among rodents, And their relationship to tolerance of habitat fragmentation. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 323(10), 731–744. <https://doi.org/10.1002/jez.1966>

Catenazzi, A. (2015). State of the World's Amphibians. *Annual Review of Environment and Resources*, 40(July), 91–119. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021358>

Cayuela, H., Besnard, A., Béchet, A., Devictor, V., & Olivier, A. (2012). Reproductive dynamics of three amphibian species in Mediterranean wetlands: The role of local precipitation and hydrological regimes. *Freshwater Biology*, 57(12), 2629–2640. <https://doi.org/10.1111/fwb.12034>

Chaves, M. F., de Moura, G. J. B., Tenório, F. das C. M. A., Baptista, J. da S., Lapa Neto, C. J. C., Texeira, V. W., & Texeira, Á. A. C. (2017). Influence of rainfall and temperature on the spermatogenesis of *Leptodactylus macrosternum* (Anura: Leptodactylidae). *Zoologia*, 34, 1–7. <https://doi.org/10.3897/zoologia.34.e20782>

Chaves, M. F., Tenório, F. C. M. A., Santos, I. L. V. L., Neto, C. J. C. L., Texeira, V. W., Moura, G. J. B., & Texeira, Á. A. C. (2017). Correlations of condition factor and gonadosomatic, hepatosomatic and lipo-somatic relations of *Leptodactylus Macrosternum* (ANURA: Leptodactylidae) in the Brazilian semi-arid. *Anais Da*

- Academia Brasileira de Ciencias, 89(3), 1591–1599. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160221>
- Chen, X., Wang, J., Zhu, H., Ding, J., & Peng, Y. (2015). Proteomics analysis of *Xenopus laevis* gonad tissue following chronic exposure to atrazine. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 34(8), 1770–1777. <https://doi.org/10.1002/etc.2980>
- Chianese, R., Ciaramella, V., Fasano, S., Pierantoni, R., & Meccariello, R. (2015). Kisspeptin drives germ cell progression in the anuran amphibian *Pelophylax esculentus*: A study carried out in ex vivo testes. *General and Comparative Endocrinology*, 211, 81–91. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2014.11.008>
- Chieffi, P., Franco, R., Fulgione, D., & Staibano, S. (2000). PCNA in the testis of the frog, *Rana esculenta*: A molecular marker of the mitotic testicular epithelium proliferation. *General and Comparative Endocrinology*, 119(1), 11–16. <https://doi.org/10.1006/gcen.2000.7500>
- Curi, L. M., Peltzer, P. M., Attademo, M. A., & Lajmanovich, R. C. (2021). Alterations in Gonads and Liver Tissue in Two Neotropical Anuran Species Commonly Occurring in Rice Fields Crops. *Water, Air, and Soil Pollution*, 232(5). <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05164-6>
- da Silva, F. R., Almeida-Neto, M., do Prado, V. H. M., Haddad, C. F. B., & de Cerqueira Rossa-Feres, D. (2012). Humidity levels drive reproductive modes and phylogenetic diversity of amphibians in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Biogeography*, 39(9), 1720–1732. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02726.x>
- Deen, P. M., & van Os, C. H. (1998). Epithelial aquaporins. *Current Opinion in Cell Biology*, 10(4), 435–442. [https://doi.org/10.1016/S0955-0674\(98\)80055-0](https://doi.org/10.1016/S0955-0674(98)80055-0)
- Domeniconi, R. F., Orsi, A. M., Justulin, L. A., Beu, C. C. L., & Felisbino, S. L. (2007). Aquaporin 9 (AQP9) localization in the adult dog testis excurrent ducts by immunohistochemistry. *Anatomical Record*, 290(12), 1519–1525. <https://doi.org/10.1002/ar.20611>
- Domeniconi, R. F., Orsi, A. M., Justulin, L. A., Leme Beu, C. C., & Felisbino, S. L. (2008). Immunolocalization of aquaporins 1, 2 and 7 in rete testis, efferent ducts, epididymis and vas deferens of adult dog. *Cell and Tissue Research*, 332(2), 329–335. <https://doi.org/10.1007/s00441-008-0592-x>
- Duellman, W. E. (1988). Patterns of Species Diversity in Anuran Amphibians in the American Tropics. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(1), 79. <https://doi.org/10.2307/2399467>
- Echevarría, M., & Ilundáin, A. A. (1998). Aquaporins. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 54(2), 107–118. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9858131>
- Engel, A., Fujiyoshi, Y., & Agre, P. (2000). The importance of aquaporin water channel protein structures. *The EMBO Journal*, 19(5), 800–806. <https://doi.org/10.1093/emboj/19.5.800>
- Eterovick, P. C., de Souza, A. M., & Sazima, I. (2020). Anfíbios anuros da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. In *Boletim de Botânica* (Vol. 36, Issue December).

- Ferreira, A., & Mehanna, M. (2012). Seasonal testicular changes in *Dendropsophus minutus* Peters, 1872 (Anura, Hylidae). *BIOCELL*, 36(2), 57–62. <https://doi.org/10.32604/biocell.2012.36.057>
- Ferreira, A., Rosa, A. B. D. S., & Mehanna, M. (2009). Organização celular dos testículos em Hylidae e leptodactylidae, no Pantanal (Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil). *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 31(4), 447–452. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v31i4.3332>
- Ficetola, G. F., Padoa-Schioppa, E., Wang, J., & Garner, T. W. J. (2010). Polygyny, census and effective population size in the threatened frog, *Rana latastei*. *Animal Conservation*, 13(SUPPL. 1), 82–89. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00306.x>
- Frost, Darrel R. (2024). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2 (Date of access). Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. [doi.org/10.5531/db.vz.0001](https://doi.org/10.5531/db.vz.0001)
- Gomez-mestre, I., Pyron, R. A., & Wiens, J. J. (2012). PHYLOGENETIC ANALYSES REVEAL UNEXPECTED PATTERNS IN THE EVOLUTION OF REPRODUCTIVE MODES IN FROGS. 3687–3700. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2012.01715.x>
- Guo, R., Zhang, W., Yang, Y., Ding, J., Ai, S., Yang, W., Bai, X., & Zhang, Y. (2018). Sperm Morphology and Motility of *Bufo raddei* Under Long-Term Environmental Heavy Metal Stress. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 101(3), 305–313. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2408-3>
- Haddad, C., & Prado, C. P. A. (2005). Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0207:RMIFAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0207:RMIFAT]2.0.CO;2)
- Hasegawa, T., Tani, H., Suzuki, M., & Tanaka, S. (2003). Regulation of water absorption in the frog skins by two vasotocin-dependent water-channel aquaporins, AQP-h2 and AQP-h3. *Endocrinology*, 144(9), 4087–4096. <https://doi.org/10.1210/en.2003-0418>
- Hermo, L., & Smith, C. E. (2011). Thirsty business: Cell, region, and review membrane specificity of aquaporins in the testis, efferent ducts, and epididymis and factors regulating their expression. *Journal of Andrology*, 32(6), 565–575. <https://doi.org/10.2164/jandrol.110.012831>
- Hettyey, A., & Roberts, J. D. (2007). Sperm traits in the quacking frog (*Crinia georgiana*), a species with plastic alternative mating tactics. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61(8), 1303–1310. <https://doi.org/10.1007/s00265-007-0361-y>
- Heyer, W. R. (1969). The Adaptive Ecology of the Species Groups of the Genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Evolution*, 23(3), 421. <https://doi.org/10.2307/2406697>
- Heyer, W. R. (1994). Variation within the *Leptodactylus podicipinus-wagneri* complex of frogs (Amphibia: Leptodactylidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 546, i–124. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.546.i>
- Hiragond, N. C., & Saidapur, S. K. (2000). The excurrent duct system of sperm transport in *Rana cyanophlyctis*, *Rana limnocharis*, *Polypedates maculatus*, *Microhyla rubra*, *Bufo*

- melanostictus* and *Bufo fergusonii*. *Zoological Science*, 17(4), 453–458. [https://doi.org/10.2108/0289-0003\(2000\)17\[453:TEDSOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2108/0289-0003(2000)17[453:TEDSOS]2.0.CO;2)
- Huang, H. F., He, R. H., Sun, C. C., Zhang, Y., Meng, Q. X., & Ma, Y. Y. (2006). Function of aquaporins in female and male reproductive systems. *Human Reproduction Update*, 12(6), 785–795. <https://doi.org/10.1093/humupd/dml035>
- Jakob, C., Poizat, G., Veith, M., Seitz, A., & Crivelli, A. J. (2003). Breeding phenology and larval distribution of amphibians in a Mediterranean pond network with unpredictable hydrology. *Annals of Operations Research*, 97(1–4), 131–141. <https://doi.org/10.1023/A:1026343618150>
- Jorgewich-Cohen, G., Paredero, R. C. B., Kanasiro, A., & Seiko, V. (2020). Herpetofauna da Cuesta Paulista (1 ed, Issue November). Anolis Books. <https://www.anolisbooks.com.br/produtos/detalhes/1470/herpetofauna-da-cuesta-paulista>
- Kaiser, K., Scofield, D. G., Alloush, M., Jones, R. M., Marczak, S., Martineau, K., Oliva, M. A., & Narins, P. M. (2011). When sounds collide: The effect of anthropogenic noise on a breeding assemblage of frogs in Belize, Central America. *Behaviour*, 148(2), 215–232. <https://doi.org/10.1163/000579510X551660>
- Klein, C., Troedsson, M. H. T., & Rutllant, J. (2013). Region-specific expression of aquaporin subtypes in equine testis, epididymis, and ductus deferens. *Anatomical Record*, 296(7), 1115–1126. <https://doi.org/10.1002/ar.22709>
- Krane, C. M., & Goldstein, D. L. (2007). Comparative functional analysis of aquaporins/glyceroporins in mammals and anurans. *Mammalian Genome*, 18(6–7), 452–462. <https://doi.org/10.1007/s00335-007-9041-5>
- Leite, G. B., Franco-Belussi, L., Provete, D. B., & de Oliveira, C. (2015). Comparative testis morphology of Neotropical anurans. *Zoologischer Anzeiger*, 257, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2015.04.005>
- Lemenager, L. A., Tracy, C. R., Christian, K. A., & Tracy, C. R. (2022). Physiological control of water exchange in anurans. *Ecology and Evolution*, 12(2), 8597. <https://doi.org/10.1002/ece3.8597>
- Lima, N. G. S., Borges, V. S., Santos, J. E., Bazzoli, N., & Eterovick, P. C. (2022). Gonad Structure and Reproductive Cycle of *Bokermannohyla nanuzae* (Anura, Hylidae) in Southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 24(1), 35–43. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-20-00013.1>
- Lion, M. B., Mazzochini, G. G., Garda, A. A., Lee, T. M., Bickford, D., Costa, G. C., & Fonseca, C. R. (2018). Global patterns of terrestriality in amphibian reproduction. *Global Ecology and Biogeography*, 28(6), 744–756. <https://doi.org/10.1111/geb.12886>
- Liu, G., Rowley, J. J. L., Kingsford, R. T., & Callaghan, C. T. (2021). Species' traits drive amphibian tolerance to anthropogenic habitat modification. *Global Change Biology*, 27(13), 3120–3132. <https://doi.org/10.1111/gcb.15623>
- Lombardi, J. (1998). Comparative Vertebrate Reproduction. In *Comparative Vertebrate Reproduction*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4937-6>



- Maragno, F. P., & Cechin, S. Z. (2009). Reproductive biology of *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae) in the subtropical climate, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia - Serie Zoologia*, 99(3), 237–241. <https://doi.org/10.1590/s0073-47212009000300002>
- Méndez-Tepepa, M., Morales-Cruz, C., García-Nieto, E., & Anaya-Hernández, A. (2023). A review of the reproductive system in anuran amphibians. *Zoological Letters*, 9(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40851-023-00201-0>
- Miller, D. (2018). *Osmotic activation of sperm motility via water flow through aquaporins in the freeze-tolerant Cope 's Gray Treefrog , Dryophytes chrysoscelis.*
- Moresco, R.F., 2013. Pigmentação testicular e ciclo reprodutivo anual de *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 em populações de biomas distintos. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, São Paulo.
- Mouillot, D., Graham, N. A. J., Villéger, S., Mason, N. W. H., & Bellwood, D. R. (2013). A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(3), 167–177. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.004>
- Nakhoul, N. L., Davis, B. A., Romero, M. F., & Boron, W. F. (1998). Effect of expressing the water channel aquaporin-1 on the CO<sub>2</sub> permeability of *Xenopus* oocytes. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 274(2), C543–C548. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.1998.274.2.C543>
- Nozaki, K., Ishii, D., & Ishibashi, K. (2008). Intracellular aquaporins: clues for intracellular water transport? *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 456(4), 701–707. <https://doi.org/10.1007/s00424-007-0373-5>
- Nunes-De-almeida, C. H. L., Haddad, C. F. B., & Toledo, L. F. (2021). A revised classification of the amphibian reproductive modes. *Salamandra*, 57(3), 413–427.
- Ogushi, Y., Mochida, H., Nakakura, T., Suzuki, M., & Tanaka, S. (2007). Immunocytochemical and phylogenetic analyses of an arginine vasotocin-dependent aquaporin, AQP-h2K, specifically expressed in the kidney of the tree frog, *Hyla japonica*. *Endocrinology*, 148(12), 5891–5901. <https://doi.org/10.1210/en.2007-0613>
- Oielska M. (2009). Reproduction of Amphibians. *Reproduction of Amphibians*. <https://doi.org/10.1201/9781482280135>
- Olea, G., Cheij, E., Boccioni, A. P. C., Rodriguez, F., Céspedes, J., & Lombardo, D. (2021). Gametogenesis and reproductive dynamics of *scinax acuminatus* (Anura: Hylidae): Morphological, histological and immunohistochemical analysis. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 93(2), 1–11. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190841>
- Oliveira, C., & Franco-Belussi, L. (2012). Comparative morphology of anuran testes. *Testis: Anatomy, Physiology and Pathology*, Wake 1969, 111–126.
- Oliveira, C., Taboga, S. R., & Vicentini, C. A. (2003). Structural characterization of nuclear phenotypes during *Scinax fuscovarius* spermatogenesis (Anura, Hylidae). *Caryologia*, 56(1), 75–83. <https://doi.org/10.1080/00087114.2003.10589310>
- Paniagua, R., Fraile, B., & Saez, F. J. (1990). Effects of photoperiod and temperature on testicular function in amphibians. *Histology and Histopathology*, 5(3), 365–378.

- Pastor-Soler, N., Bagnis, C., Sabolic, I., Tyszkowski, R., McKee, M., van Hoek, A., Breton, S., & Brown, D. (2001). Aquaporin 9 Expression along the Male Reproductive Tract1. *Biology of Reproduction*, 65(2), 384–393. <https://doi.org/10.1095/biolreprod65.2.384>
- Pereira, E. B., Collevatti, R. G., Kokubum, M. N. D. C., Miranda, N. E. D. O., & Maciel, N. M. (2015). Ancestral reconstruction of reproductive traits shows no tendency toward terrestriality in leptodactyline frogs. *BMC Evolutionary Biology*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12862-015-0365-6>
- Pereira, E. A., Neves, M. O., Sugai, J. L. M. M., Feio, R. N., & Santana, D. J. (2020). Seasonal and habitat structure of an anuran assemblage in a semideciduous forest area in Southeast Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 92(1), 1–17. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190458>
- Ponssa, M. L., Brusquetti, F., & Souza, F. L. (2011). Osteology and intraspecific variation of *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae), with comments on the relationship between osteology and reproductive modes. *Journal of Herpetology*, 45(1), 79–93. <https://doi.org/10.1670/09-190.1>
- Prado, C. P. D. A., Uetanabaro, M., & Haddad, C. F. B. (2002). Description of a new reproductive mode in *Leptodactylus* (Anura, Leptodactylidae), with a review of the reproductive specialization toward terrestriality in the genus. *Copeia*, 2002(4), 1128–1133. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2002\)002\[1128:doanrm\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2002)002[1128:doanrm]2.0.co;2)
- Prado, C., Uetanabaro, M., & Lopes, F. (2000). Society for the Study of Amphibians and Reptiles Reproductive Strategies of *Leptodactylus chaquensis* and *L. podicipinus* in the Pantanal, Brazil Author (s): Cynthia P. de Almeida Prado, Masao Uetanabaro and Frederico S. Lopes Reproductive Strategies. *Journal of Herpetology*, 34(1), 135–139.
- Prado, C. P. A., & Haddad, C. F. B. (2003). Testes Size in Leptodactylid Frogs and Occurrence of Multimale Spawning in the Genus *Leptodactylus* in Brazil. *Society*, 37(2), 126–131. [https://doi.org/10.1670/0022-1511\(2003\)037](https://doi.org/10.1670/0022-1511(2003)037)
- Provete, D. B., Franco-Belussi, L., de Souza Santos, L. R., Zieri, R., Moresco, R. M., Martins, I. A., de Almeida, S. C., & de Oliveira, C. (2012). Phylogenetic signal and variation of visceral pigmentation in eight anuran families. *Zoologica Scripta*, 41(6), 547–556. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.2012.00559.x>
- Pucci Alcaide, A., Pucci Alcaide, F., Michel, A. A., & Ponssa, M. L. (2020). Testicular histology of Anurans that deposit eggs out of water. *Acta Zoológica Lilloana*, 64(2), 84–115. <https://doi.org/10.30550/j.azl/2020.64.2/2>
- Rastogi, R. K. (1976). Seasonal cycle in anuran (amphibia) testis: The endocrine and environmental controls. *Bolletino Di Zoologia*, 43(1–2), 151–172. <https://doi.org/10.1080/11250007609434893>
- Rezende, W. R., Santos, L. R. de S., Franco-Belussi, L., & de Oliveira, C. (2021). Testicular morphometric changes in neotropical anurans from agroecosystems. *Environmental Pollution*, 271, 116265. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116265>
- Rheubert, J. L., Cook, H. E., Siegel, D. S., & Trauth, S. E. (2017). Histology of the Urogenital System in the American Bullfrog (*Rana catesbeiana*), with Emphasis on Male Reproductive Morphology. *Zoological Science*, 34(5), 445–451. <https://doi.org/10.2108/zs170060>

- Roberts, J. D., & Byrne, P. G. (2011). Polyandry, Sperm Competition, and the Evolution of Anuran Amphibians. In *Advances in the Study of Behavior* (1st ed., Vol. 43). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380896-7.00001-0>
- Rodrigues, D., Uetanabaro, M., & Prado, C. (2004). Seasonal and ontogenetic variation in diet composition of *Leptodactylus podicipinus* (Anura, Leptodactylidae) in the southern Pantanal, Brazil. *Revista Española de Herpetología*, 18, 19–28.
- Rossa-Feres, Denise de; Jim, J. (1994). Distribuicao sazonal em comunidades de anfibios anuros na regio de Botucatu, Sao Paulo. *Revta. Bras. Biol*, 54(2), 323–334. <https://biblat.unam.mx/pt/revista/revista-brasileira-de-biologia/articulo/distribuicao-sazonal-em-comunidades-de-anfibios-anuros-na-regiao-de-botucatu-sao-paulo>
- Salles, N. M. E., Zara, F. J., & Prado, C. P. A. (2017). Differences in sperm morphology in foam-nesting leptodactyline frogs (Anura, Leptodactylidae). *Acta Zoologica*, 98(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/azo.12144>
- Sá, R. O. D., Grant, T., Camargo, A., Heyer, W. R., Ponssa, M. L., & Stanley, E. (2014). Systematics of the neotropical genus *Leptodactylus* fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): Phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species accounts. In *South American Journal of Herpetology* (Vol. 9, pp. S1–S28). Sociedade Brasileira de Herpetologia. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-13-00022.1>
- Sá, F. P., Consolmagno, R. C., Muralidhar, P., Brasileiro, C. A., Zamudio, K. R., & Haddad, C. F. B. (2020). Unexpected reproductive fidelity in a polygynous frog. *Science Advances*, 6(33). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1539>
- Souza Santos, L. R., & de Oliveira, C. (2008). Histological aspects and structural characteristics of the testes of *Dendropsophus minutus* (Anura, Hylidae). *Micron*, 39(8), 1266–1270. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2008.03.006>
- Santos, L. R. de S., Franco-Belussi, L., & Oliveira, C. de. (2011). Germ Cell Dynamics during the Annual Reproductive Cycle of *Dendropsophus minutus* (Anura: Hylidae) . *Zoological Science*, 28(11), 840–844. <https://doi.org/10.2108/zsj.28.840>
- Sasso-Cerri, E., de Faria, F. P., Freymüller, E., & Miraglia, S. M. (2004). Testicular morphological changes during the seasonal reproductive cycle in the bullfrog *Rana catesbeiana*. *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology*, 301(3), 249–260. <https://doi.org/10.1002/jez.a.20023>
- Schulz, R. W., & Nóbrega, R. H. (2011). THE REPRODUCTIVE ORGANS AND PROCESSES | Anatomy and Histology of Fish Testis. *Encyclopedia of Fish Physiology*, 1, 616–626. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00246-X>
- Skowronski, M. T., Leska, A., Robak, A., & Nielsen, S. (2009). Immunolocalization of aquaporin-1, -5, and -7 in the avian testis and vas deferens. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 57(10), 915–922. <https://doi.org/10.1369/jhc.2009.954057>
- Smits, A. P., Skelly, D. K., & Bolden, S. R. (2014). Amphibian intersex in suburban landscapes. *Ecosphere*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.1890/ES13-00353.1>
- Smith, M. J., Withers, P. C., & Roberts, J. D. (2003). Reproductive energetics and behavior of an Australian myobatrachid frog *Crinia georgiana*. *Copeia*, 2003(2), 248–254. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2003\)003\[0248:REABOA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2003)003[0248:REABOA]2.0.CO;2)

- Stebbins, R. C., & Cohen, N. W. (1995). A natural history of amphibians. Princeton Paperbacks.
- Suzuki, M., Hasegawa, T., Ogushi, Y., & Tanaka, S. (2007). Amphibian aquaporins and adaptation to terrestrial environments: A review. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 148(1 SPEC. ISS.), 72–81. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.12.021>
- Székel, P., Tudor, M., & Cogălniceanu, D. (2010). Effect of habitat drying on the development of the Eastern spadefoot toad (*Pelobates syriacus*) tadpoles. *Amphibia Reptilia*, 31(3), 425–434. <https://doi.org/10.1163/156853810791769536>
- Todd, B. D., Scott, D. E., Pechmann, J. H. K., & Whitfield Gibbons, J. (2011). Climate change correlates with rapid delays and advancements in reproductive timing in an amphibian community. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1715), 2191–2197. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1768>
- Toledo, L. F., Garey, M. v., Costa, T. R. N., Lourenço-de-Moraes, R., Hartmann, M. T., & Haddad, C. F. B. (2012). Alternative reproductive modes of Atlantic forest frogs. *Journal of Ethology*, 30(2), 331–336. <https://doi.org/10.1007/s10164-011-0322-9>
- van Oordt PGWJ. (1960) The influence of the internal and external factors in the regulation of the spermatogenic cycle in Amphibia. *Zool Soc London Symp* 2:29–52.
- Venturelli, D. P., & Klein, W. (2019). Effect of hydric stress on locomotion and morphology of tadpoles from temporary ponds. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 331(3), 175–184. <https://doi.org/10.1002/jez.2251>
- Verkman, A. S. (2009). Aquaporins: Translating bench research to human disease. *Journal of Experimental Biology*, 212(11), 1707–1715. <https://doi.org/10.1242/jeb.024125>
- Verkman, AS (2012) More than just water channels: unexpected cellular roles of aquaporins. *Journal of Cell Science*, 118: 3225-3232.
- Verkman, A. S., & Mitra, A. K. (2000). Structure and function of aquaporin water channels. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 278(1), F13–F28. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.2000.278.1.F13>
- Villagra, A. L. I., Cisint, S. B., Crespo, C. A., Medina, M. F., Ramos, I., & Fernández, S. N. (2014). Spermatogenesis in *Leptodactylus chaquensis*. Histological study. *Zygote*, 22(3), 291–299. <https://doi.org/10.1017/S0967199412000494>
- Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2014). *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles* (4th ed.). Academic Press.
- Weibel, E. R., Kistler, G. S., & Scherle, W. F. (1966). PRACTICAL STEREOLOGICAL METHODS FOR MORPHOMETRIC CYTOLOGY. *Journal of Cell Biology*, 30(1), 23–38. <https://doi.org/10.1083/jcb.30.1.23>
- Wilczynski, W., Quispe, M., Muñoz, M. I., & Penna, M. (2017). Arginine vasotocin, the Social Neuropeptide of Amphibians and Reptiles. *Frontiers in Endocrinology*, 8(AUG). <https://doi.org/10.3389/fendo.2017.00186>
- Yang, B., & Verkman, A. S. (1997). Water and glycerol permeabilities of aquaporins 1-5 and MIP determined quantitatively by expression of epitope-tagged constructs in

- Xenopus oocytes. *Journal of Biological Chemistry*, 272(26), 16140–16146. <https://doi.org/10.1074/jbc.272.26.16140>
- Yang, Y., Zhang, H., Wang, S., Yang, W., Ding, J., & Zhang, Y. (2020). Variation in sperm morphology and performance in tree sparrow (*Passer montanus*) under long-term environmental heavy metal pollution. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 197(December 2019), 110622. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110622>
- Zamudio, K. R., Bell, R. C., Nali, R. C., Haddad, C. F. B., & Prado, C. P. A. (2016). Polyandry, Predation, and the Evolution of Frog Reproductive Modes. *The American Naturalist*, 188(September), S41–S61. <https://doi.org/10.1086/687547>
- Zaniboni, L., Akuffo, V., & Bakst, M. R. (2004). Aquaporins are observed in the duct epithelia of the epididymal region of the large white turkey. *Poultry Science*, 83(11), 1917–1920. <https://doi.org/10.1093/ps/83.11.1917>
- Zeng, Y., Lou, S. L., Liao, W. B., & Jehle, R. (2014). Evolution of sperm morphology in anurans: Insights into the roles of mating system and spawning location. *BMC Evolutionary Biology*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-14-104>
- Zimmerman, S. L., Frisbie, J., Goldstein, D. L., West, J., Rivera, K., & Krane, C. M. (2007). Excretion and conservation of glycerol, and expression of aquaporins and glyceroporins, during cold acclimation in Cope's gray tree frog *Hyla chrysoscelis*. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 292(1), R544–R555. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00434.2006>
- Zhao, T., Wang, B., Shu, G., Li, C., & Jiang, J. (2018). Amphibian species contribute similarly to taxonomic, but not functional and phylogenetic diversity: Inferences from amphibian biodiversity on emei mountain. *Asian Herpetological Research*, 9(2), 110–118. <https://doi.org/10.16373/j.cnki.ahr.170079>