

RESSALVA

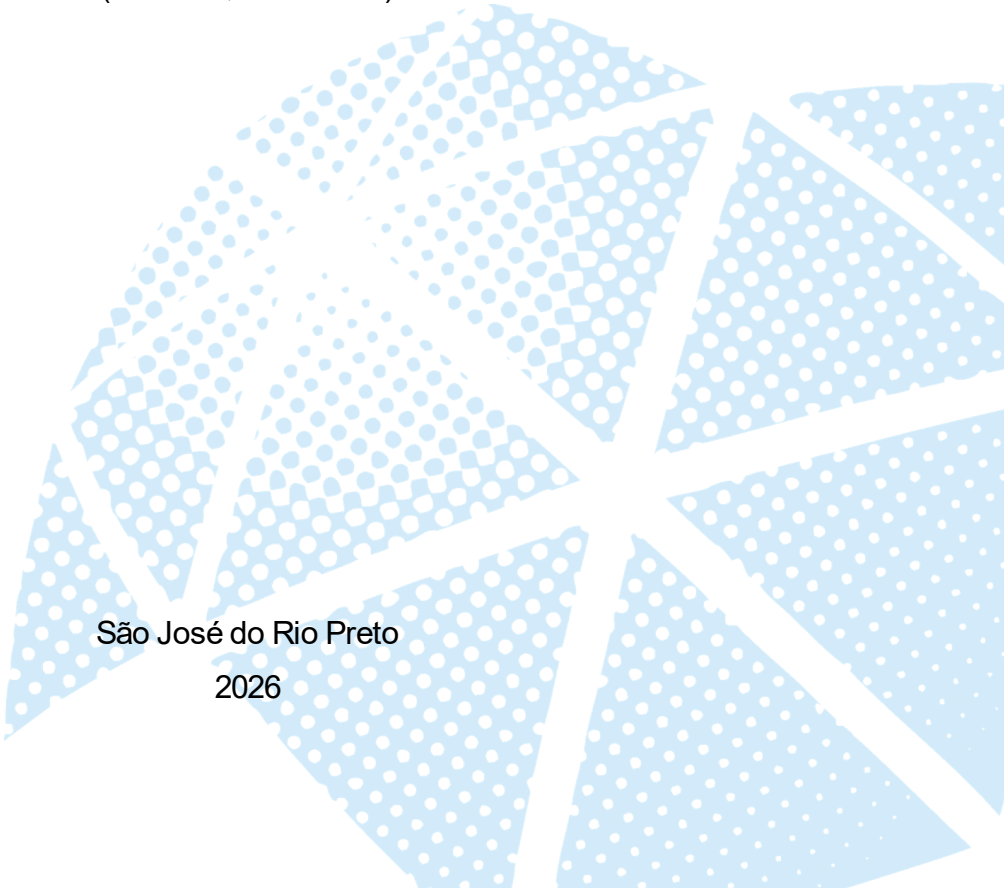
Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 23/07/2028.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – Campus de São José do
Rio Preto

GUSTAVO FERNANDES TELLES MOREIRA

MORFOLOGIA E EVOLUÇÃO LARVAL EM *OLOLYGON* FITZINGER, 1843
(ANURA, HYLIDAE)

São José do Rio Preto
2026



GUSTAVO FERNANDES TELLES MOREIRA

MORFOLOGIA E EVOLUÇÃO LARVAL EM *OLOLYGON* FITZINGER, 1843
(ANURA, HYLIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade.

Orientador(a): Prof. Dr. Tiago Leite Pezzuti

São José do Rio Preto

2026

F363m	Fernandes Telles Moreira, Gustavo Morfologia e evolução larval em Ololygon Fitzinger, 1843 (Anura, Hylidae) / Gustavo Fernandes Telles Moreira. -- São José do Rio Preto, 2026 127 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto Orientador: Tiago Leite Pezzuti 1. Anura. 2. bromélias. 3. cavidade bucofaríngea. 4. evolução larval. 5. morfometria geométrica. I. Título.
-------	---

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

O estudo amplia o conhecimento sobre a diversidade e a evolução dos girinos de *Ololygon*, fornecendo informações úteis para identificação taxonômica, inventários de biodiversidade e conservação de anuros e de seus ambientes, incluindo bromélias e outros habitats aquáticos.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This study expands knowledge of the diversity and evolution of *Ololygon* tadpoles, providing information relevant to taxonomic identification, biodiversity surveys, and the conservation of anurans and their habitats, including bromeliads and other aquatic environments.

GUSTAVO FERNANDES TELLES MOREIRA

MORFOLOGIA E EVOLUÇÃO LARVAL EM *OLOLYGON* FITZINGER, 1843
(ANURA, HYLIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade.

Data da defesa: 23/07/2026

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Tiago Leite Pezzuti
UNESP - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - Campus de São José do Rio Preto

Prof. Dr. Katyuscia Araujo-Vieira
Museo Argentino de Ciencias Naturales

Prof. Dr. Filipe Augusto Cavalcanti do Nascimento
Museu de História Natural - Universidade Federal de Alagoas

Prof. Dr. Ivan Fernandes Golfetti
UNESP - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - Campus de São José do Rio Preto

Prof. Dr. Francisco Langeani Neto
UNESP - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - Campus de São José do Rio Preto

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Câmpus de São José do Rio Preto, e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, pela estrutura e pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro concedido por meio do Processo nº 2024/11232-4. O presente trabalho também foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Tiago Leite Pezzuti, pela orientação, confiança e acompanhamento ao longo do desenvolvimento desta dissertação. Agradeço pelas discussões, correções e contribuições fundamentais para a construção deste trabalho e para minha formação acadêmica.

A João Victor A. Lacerda e Bárbara Marcondes, pelas contribuições ao desenvolvimento deste trabalho e pelo auxílio na obtenção de parte do material utilizado neste estudo.

Aos meus pais, Wagner e Selma, pelo apoio constante, pelo auxílio no dia a dia e por tornarem possível minha continuidade na vida acadêmica. Agradeço pela presença, incentivo e suporte em todos os momentos deste percurso.

RESUMO

A morfologia larval de *Ololygon* Fitzinger, 1843 foi investigada em uma perspectiva comparativa e filogenética, integrando morfologia externa, cavidade bucofaríngea, anatomia visceral, musculatura, esqueleto larval, caracteres discretos e morfometria geométrica. A dissertação teve como objetivos avaliar a origem histórica do fenótipo larval bromelígeno, descrever a morfologia larval de *O. feioi* e *Ololygon* sp. 8, e analisar padrões gerais de diversificação larval no gênero. As análises indicam que o fenótipo bromelígeno obrigatório do clado formado pelos grupos *O. belloni* e *O. perpusilla* não surgiu por reorganização abrupta da forma larval, mas a partir de uma configuração ancestral já próxima da condição bromelígena, posteriormente modificada sobretudo pelo alongamento do corpo e pelo arredondamento da extremidade caudal. O uso adulto de bromélias não explicou a proximidade morfológica com o fenótipo larval bromelígeno obrigatório, indicando que a bromeligenia larval dependeu da associação histórica entre desenvolvimento em fitotelmata e formas larvais previamente compatíveis com esse ambiente. A descrição de *O. feioi* e *Ololygon* sp. 8 revelou caracteres compartilhados que sustentam o reconhecimento do grupo *O. feioi*, especialmente a ampla faixa escura na metade posterior da cauda, aqui interpretada como possível sinapomorfia do grupo. As diferenças entre as duas espécies concentraram-se no disco oral e na cavidade bucofaríngea, enquanto o esqueleto, a anatomia visceral e a maior parte da musculatura foram mais conservadores. Em escala mais ampla, os caracteres discretos e o filomorfoespaço mostram que *Ololygon* possui um fenótipo larval distinto dos grupos externos amostrados, mas internamente diversificado. Essa diversificação não acompanha rigidamente os grupos de espécies nem forma categorias ecomorfológicas discretas. A evolução larval do gênero foi marcada pela persistência de um plano corporal bentônico de baixo perfil, modificado em diferentes direções anatômicas e ecológicas, incluindo adesão ao substrato, ocupação de ambientes rasos e marginais, maior desenvolvimento das nadadeiras caudais e desenvolvimento em bromélias. Assim, a diversidade larval de *Ololygon* resulta da modificação recorrente de sistemas anatômicos específicos dentro de uma base morfológica conservada.

Palavras-chave: Anura; bromélias; cavidade bucofaríngea; evolução larval; girinos; morfometria geométrica; Scinaxini.

ABSTRACT

Larval morphology in *Ololygon* Fitzinger, 1843 was investigated from a comparative and phylogenetic perspective, integrating external morphology, buccopharyngeal cavity, visceral anatomy, musculature, larval skeleton, discrete characters, and geometric morphometrics. This dissertation aimed to evaluate the historical origin of the bromeligenous larval phenotype, describe the larval morphology of *O. feioi* and *Ololygon* sp. 8, and analyze broader patterns of larval diversification in the genus. The analyses indicate that the obligate bromeligenous phenotype of the clade formed by the *O. belloni* and *O. perpusilla* groups did not originate through an abrupt reorganization of larval shape, but from an ancestral configuration already close to the bromeligenous condition, subsequently modified mainly by body elongation and rounding of the caudal terminus. Adult use of bromeliads did not explain morphological proximity to the obligate bromeligenous larval phenotype, indicating that larval bromeligeny depended on the historical association between phytotelm development and larval forms already compatible with this environment. The description of *O. feioi* and *Ololygon* sp. 8 revealed shared characters that support recognition of the *O. feioi* group, especially the broad dark band on the posterior half of the tail, interpreted here as a possible synapomorphy of the group. Differences between the two species were concentrated in the oral disc and buccopharyngeal cavity, whereas the skeleton, visceral anatomy, and most of the musculature were more conservative. At a broader scale, discrete characters and the phylomorphospace show that *Ololygon* has a larval phenotype distinct from the sampled outgroups, but internally diversified. This diversification does not strictly follow species groups or form discrete ecomorphological categories. Larval evolution in the genus was marked by the persistence of a low-profile benthic body plan, modified in different anatomical and ecological directions, including substrate adhesion, occupation of shallow and marginal environments, greater development of caudal fins, and development in bromeliads. Thus, larval diversity in *Ololygon* results from the recurrent modification of specific anatomical systems within a conserved morphological framework.

Keywords: Anura; bromeliads; buccopharyngeal cavity; geometric morphometrics; larval evolution; Scinaxini; tadpoles.

SUMÁRIO

1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2	HISTORICAL ORIGIN OF THE BROMELIGENOUS LARVAL PHENOTYPE IN <i>OLOLYGON</i> FITZINGER, 1843	19
3	LARVAL ANATOMY REVEALS CONSERVED SKELETON AND DIVERGENT ORAL MORPHOLOGY IN THE <i>OLOLYGON FEIOI</i> GROUP (ANURA, HYLIDAE) 50	
4	EVOLUTION OF THE LARVAL PHENOTYPE IN <i>OLOLYGON</i> FITZINGER, 1843	74
5	CONCLUSÃO.....	107
	REFERÊNCIAS.....	109
	APÊNDICE A. ECOLOGICAL DATASET USED FOR MACROHABITAT, BROMELIAD-USE CATEGORY, AND LARVAL ECOLOGY DESCRIPTORS IN SAMPLED <i>OLOLYGON</i> SPECIES.....	112
	APÊNDICE B. MORPHOLOGICAL CHARACTERS AND CHARACTER STATES USED IN THE ANALYSIS OF LARVAL TRAIT EVOLUTION IN <i>OLOLYGON</i>	115

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Os anfíbios da ordem Anura apresentam ampla distribuição geográfica, ocorrendo em todos os continentes, com exceção da Antártica e da maioria das ilhas oceânicas (Vitt e Caldwell, 2013). O Brasil destaca-se como o país com a maior diversidade de anuros do mundo, abrigando 1.206 espécies descritas (Drummond et al., 2026). Essa expressiva diversificação tem sido atribuída, em parte, ao ciclo de vida bifásico característico do grupo, que compreende uma fase larval, representada pelos girinos, e uma fase pós-metamórfica, geralmente associada a condições ecológicas distintas (McDiarmid e Altig, 1999). Em geral, enquanto a fase larval é predominantemente aquática, a fase adulta ocupa ambientes majoritariamente terrestres ou arborícolas, resultando em pressões seletivas distintas ao longo da ontogenia (Wassersug, 1975). Como consequência, diferentes etapas do desenvolvimento podem apresentar trajetórias evolutivas relativamente autônomas, incluindo estruturas e atributos fenotípicos sem correspondência direta entre as fases larval e adulta (Sherratt et al., 2017; Almeida-Silva e Vera Candioti, 2024). Além disso, há evidências de que a evolução da fase larval pode influenciar a evolução da fase adulta (Grosjean et al., 2004; Barrionuevo, 2018).

Essas particularidades tornam os girinos uma importante fonte de informação para o estudo da evolução dos anuros, sendo reconhecidos há décadas por seu valor potencial para a taxonomia e a sistemática (por exemplo, Wassersug, 1980; Wassersug e Heyer, 1988; McDiarmid e Altig, 1999; Larson et al., 2003; Vera Candioti, 2007; Krings et al., 2017; Dias et al., 2023). Em muitos grupos, a morfologia larval fornece caracteres relevantes para diagnose, delimitação de espécies e interpretação de padrões evolutivos, especialmente quando associada a abordagens comparativas em contexto filogenético. Mais recentemente, a morfometria geométrica aplicada a girinos tem se consolidado como uma ferramenta robusta tanto para a delimitação de táxons quanto para a investigação da variação morfológica em perspectiva evolutiva (Almeida-Silva e Vera Candioti, 2024; Araújo et al., 2025).

Nesse contexto, Hylidae Rafinesque, 1815 destaca-se como uma das linhagens mais diversas de Anura, com 767 espécies (Frost, 2026). Embora frequentemente considerada o maior clado de anuros arborícolas, a família apresenta ampla diversidade morfológica, ecológica e biogeográfica, ocorrendo em todos os continentes, exceto a Antártica, com maior concentração de diversidade na região Neotropical, na Austrália e em Papua-Nova Guiné (Frost, 2026; O'Shea e Maddock, 2024). Hylidae é atualmente subdividida em três

subfamílias, Hylinae Rafinesque, 1815, Pelodyadinae Günther, 1858 e Phyllomedusinae Günther, 1858. Dentre elas, Hylinae representa a subfamília mais diversa, reunindo a maior parte das espécies e dos gêneros atribuídos à família (Faivovich et al., 2005; Frost, 2026). No interior de Hylinae, a tribo Scinaxini Duellman et al., 2016 inclui os gêneros *Scinax* Wagler, 1830, *Julianus* Duellman, Marion e Hedges, 2016 e *Oloolygon* Fitzinger, 1843 (Araujo-Vieira et al., 2023; Frost, 2026).

O gênero *Oloolygon* possui distribuição concentrada no Brasil, estendendo-se também ao leste da Argentina, Uruguai e Paraguai, e sua taxonomia tem sido historicamente complexa. As espécies atualmente atribuídas ao gênero foram anteriormente incluídas no clado *Scinax catharinae*, definido por Faivovich et al. (2002) com base em evidências fenotípicas. Posteriormente, Duellman et al. (2016), a partir de uma reanálise de sequências moleculares disponíveis, elevaram esse clado à categoria de gênero sob o nome *Oloolygon*. Essa proposta, contudo, foi questionada por autores subsequentes, sobretudo em razão da ausência de integração explícita com o conjunto de evidências fenotípicas previamente disponível, o que levou parte da literatura a tratar *Oloolygon* como sinônimo júnior de *Scinax*. Apenas recentemente, uma análise filogenética abrangente de evidência total para Scinaxini, conduzida por Araujo-Vieira et al. (2023), restabeleceu suporte consistente para a validade de *Oloolygon* como gênero distinto, com base em dados moleculares e 19 sinapomorfias fenotípicas, das quais três correspondem à morfologia externa larval.

Com base nessa nova hipótese filogenética, Araujo-Vieira et al. (2023) reconheceram sete grupos de espécies em *Oloolygon* (*O. agilis*, *O. argyreornata*, *O. belloni*, *O. cardosoi*, *O. catharinae*, *O. feioi* e *O. perpusilla*), fornecendo um novo referencial para a compreensão da diversidade e evolução do gênero. Apesar desse avanço, persistem importantes lacunas no conhecimento, especialmente no que se refere à morfologia interna e à evolução morfológica da fase larval. Embora o estudo tenha ampliado substancialmente o entendimento sobre as relações filogenéticas do grupo, grande parte da diversidade larval de *Oloolygon* permanece pouco documentada. Além disso, os poucos estudos disponíveis sobre a evolução morfológica dos girinos de *Oloolygon* concentram-se quase exclusivamente na morfologia externa e, em sua maioria, não abrangem todos os grupos de espécies atualmente reconhecidos nem situam seus resultados em uma hipótese filogenética explícita (por exemplo, Conte et al., 2007; Pezzuti et al., 2016). Tal cenário evidencia uma importante lacuna no conhecimento da morfologia larval de *Oloolygon*. Das 54 espécies atualmente alocadas em *Oloolygon*, apenas dez possuem descrições da

cavidade bucofaríngea (Conte et al., 2007; Silva-Soares et al., 2010; Alcalde et al., 2011; Sabagh et al., 2012; Andrade et al., 2018; Kirchmeyer et al., 2019; Dias e Pie, 2021; Dubeux et al., 2025), quatro dispõem de documentação do esqueleto larval (Alcalde et al., 2011; Rodrigues et al., 2017; Dubeux et al., 2025) e somente três apresentam descrições da musculatura larval (Alcalde et al., 2011; Dubeux et al., 2025). Como consequência, aspectos centrais da evolução larval no gênero permanecem insuficientemente compreendidos, incluindo as relações entre morfologia, sítio de oviposição, micro-habitat, ontogenia e história evolutiva. Essa deficiência de conhecimento é especialmente relevante porque, em *Ololygon*, as diferenças morfológicas entre espécies tendem a ser mais evidentes na fase larval do que na fase adulta (Conte et al., 2007; Lourenço et al., 2014). Desse modo, a caracterização detalhada da morfologia dos girinos pode fornecer caracteres diagnósticos valiosos para o refinamento da taxonomia do grupo. Somado a isso, a diversidade de estratégias reprodutivas exibida pelas espécies do gênero, aliada à ampla variedade de ambientes aquáticos ocupados por seus girinos, torna *Ololygon* um sistema particularmente promissor para a investigação de questões mais abrangentes sobre a evolução morfológica das larvas de anuros.

Diante dessas lacunas no conhecimento da morfologia larval de *Ololygon*, abordagens baseadas na forma tornam-se particularmente relevantes. Em um grupo cujas espécies frequentemente apresentam diagnoses morfológicas sutis ou sobrepostas, a incorporação de dados morfométricos às análises taxonômicas pode fornecer evidências complementares importantes, refinando a compreensão da diversidade morfológica e evolutiva do gênero e contribuindo para delimitações mais consistentes, tanto em nível específico quanto entre grupos supraespecíficos. A morfometria geométrica tem se destacado como uma ferramenta robusta para o estudo da variação morfológica em anuros, pois permite quantificar a forma a partir da posição relativa de marcos anatômicos homólogos, preservando a geometria da estrutura analisada e possibilitando a separação entre componentes de tamanho, posição e forma (Sherratt et al., 2017; Almeida-Silva e Vera Candiotti, 2024). Em contraste com abordagens morfométricas tradicionais, baseadas principalmente em distâncias lineares, essa abordagem é especialmente eficiente na detecção de variações sutis de conformação, na descrição de padrões de covariação morfológica e na análise comparativa da diversidade fenotípica em contexto taxonômico, ontogenético e evolutivo (Ilić et al., 2019; Araújo et al., 2025; Oliveira et al., 2024). Em girinos, cuja morfologia é fortemente influenciada tanto pela história filogenética quanto por pressões ecológicas associadas ao uso do habitat, ao modo de vida e ao

forrageamento, a morfometria geométrica constitui uma ferramenta promissora para investigar padrões de diversificação morfológica que muitas vezes não são adequadamente capturados por caracteres discretos ou medidas lineares (Ilić et al., 2019; Quinzio e Goldberg, 2021). Além de seu potencial para a delimitação de espécies e para a investigação da evolução da forma, essa abordagem também permite testar, em perspectiva comparativa, associações entre morfologia e variáveis ecológicas, como tipo de ambiente, micro-habitat e estratégias de uso do espaço, ampliando a compreensão das relações entre forma, ecologia e história evolutiva em larvas de anuros.

Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo caracterizar e analisar comparativamente a morfologia larval de espécies de *Ololygon*, com ênfase na integração entre morfologia externa, anatomia interna e morfometria geométrica em um referencial filogenético. Especificamente, busca-se descrever padrões de variação morfológica, reconhecer caracteres relevantes para a taxonomia do grupo, investigar a evolução da forma larval e avaliar a relação entre morfologia e variáveis ecológicas associadas ao modo de vida dos girinos. Desse modo, espera-se que os resultados obtidos contribuam para o esclarecimento de limites taxonômicos, para a interpretação da diversificação morfológica do gênero e para o avanço do conhecimento sobre a evolução das larvas de anuros.

5 CONCLUSÃO

Esta dissertação amplia o conhecimento sobre a morfologia larval de *Ololygon* e mostra que a diversidade dos girinos do gênero não pode ser compreendida apenas por categorias amplas de habitat ou por descrições externas isoladas. A integração entre morfologia externa, cavidade bucofaríngea, anatomia visceral, musculatura, esqueleto larval, caracteres discretos e morfometria geométrica revelou que a evolução larval em *Ololygon* ocorreu a partir de um plano corporal bentônico de baixo perfil, posteriormente modificado em diferentes direções ecológicas e anatômicas.

Os resultados indicam que o fenótipo bromelígeno obrigatório do clado formado pelos grupos *O. belloni* e *O. perpusilla* não surgiu por uma reorganização abrupta da forma larval. Em vez disso, esse fenótipo parece ter se estabelecido a partir de uma configuração ancestral já próxima da condição bromelígena, com mudanças subsequentes concentradas principalmente no alongamento do corpo, no arredondamento da extremidade caudal e em modificações associadas ao desenvolvimento em fitotelmata.

A descrição das larvas de *O. feioi* e *Ololygon* sp. 8 também demonstra a relevância taxonômica da fase larval. As duas espécies compartilham caracteres compatíveis com o reconhecimento do grupo *O. feioi*, especialmente o padrão de coloração com ampla faixa escura na metade posterior da cauda. Ao mesmo tempo, diferem principalmente em estruturas do disco oral e da cavidade bucofaríngea, indicando que a diferenciação entre essas linhagens está concentrada em sistemas associados à alimentação e ao processamento de partículas, e não em uma reorganização ampla do esqueleto, da musculatura ou da anatomia visceral.

Em escala mais ampla, os caracteres discretos e o filomorfoespaço mostram que *Ololygon* possui um fenótipo larval distinto dos grupos externos amostrados, mas internamente diversificado. Essa diversificação não acompanha rigidamente os grupos de espécies nem produz categorias ecomorfológicas discretas. O grupo *O. catharinae*, em particular, apresenta elevada diversidade morfológica, ausência de um estado discreto único fixado em todos os terminais e recorrência de transformações homoplásticas. Essas mudanças indicam especializações localizadas do plano corporal bentônico de baixo perfil, incluindo formas associadas à adesão ao substrato, ambientes rasos e marginais, maior desenvolvimento das nadadeiras caudais e uso de microambientes restritos.

Em conjunto, os resultados sustentam que a evolução larval em *Ololygon* foi marcada pela persistência de uma arquitetura bentônica comum e por sua modificação recorrente em diferentes sistemas anatômicos. O plano corporal de baixo perfil funcionou como uma plataforma morfológica flexível, capaz de acomodar especializações relacionadas ao substrato, ao fluxo da água, aos espaços confinados, ao detrito e aos micro-habitats marginais. Dessa forma, a diversidade larval do gênero é melhor explicada pela modificação recorrente de estruturas funcionais dentro de uma base morfológica conservada.

REFERÊNCIAS

- ALCALDE, L.; VERA CANDIOTI, M. F.; KOLENC, F.; BORTEIRO, C.; BALDO, D. Cranial anatomy of tadpoles of five species of *Scinax* (Hylidae, Hylinae). *Zootaxa*, v. 2787, p. 19–36, 2011. DOI: 10.11646/zootaxa.2787.1.2.
- ALMEIDA-SILVA, D.; VERA CANDIOTI, F. Shape evolution in two acts: morphological diversity of larval and adult neoaustroamerican frogs. *Animals*, v. 14, n. 10, p. 1406, 2024. DOI: 10.3390/ani14101406.
- ANDRADE, S. P.; SANTOS, D. L.; ROCHA, C. F.; POMBAL JR., J. P.; VAZ-SILVA, W. A new species of the *Ololygon catharinae* species group (Anura: Hylidae) from the Cerrado biome, State of Goiás, Central Brazil. *Zootaxa*, v. 4425, n. 2, p. 283–303, 2018. DOI: 10.11646/zootaxa.4425.2.5.
- ARAUJO, R. B.; FREIRE, I. R.; NASCIMENTO, F. A. C.; PEZZUTI, T. L. The evolution of tadpole shape: first insights into larval diversity of the *Physalaemus deimaticus* group with the description of two new forms (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae). *Zoologischer Anzeiger*, v. 319, p. 78–89, 2025. DOI: 10.1016/j.jcz.2025.08.011.
- ARAUJO-VIEIRA, K. et al. Treefrog diversity in the Neotropics: phylogenetic relationships of Scinaxini (Anura: Hylidae: Hylinae). *South American Journal of Herpetology*, v. 27, Special Issue, p. 1–143, 2023. DOI: 10.2994/SAJH-D-22-00038.1.
- BARRIONUEVO, J. S. Growth and cranial development in the Andean frogs of the genus *Telmatobius* (Anura: Telmatobiidae): exploring the relation of heterochrony and skeletal diversity. *Journal of Morphology*, v. 279, n. 9, p. 1269–1281, 2018. DOI: 10.1002/jmor.20855.
- CONTE, C. E.; NOMURA, F.; ROSSA-FERES, D. C.; D'HEURSEL, A.; HADDAD, C. F. B. The tadpole of *Scinax catharinae* (Anura: Hylidae) with description of the internal oral morphology, and a review of the tadpoles from the *Scinax catharinae* group. *Amphibia-Reptilia*, v. 28, p. 177–192, 2007. DOI: 10.1163/156853807780202387.
- DIAS, P. H. S.; MARCONDES, B. C.; PEZZUTI, T. L.; VERA CANDIOTI, F.; ARAUJO-VIEIRA, K.; PRODOCIMO, M. M.; SILVA, H. R.; ORRICO, V. G. D.; HAAS, A. The missing piece of the puzzle: larval morphology of *Xenohyla truncata* (Anura: Hylidae: Dendropsophini) and its implication to the evolution of Dendropsophini tadpoles. *Zoomorphology*, v. 142, p. 111–126, 2023. DOI: 10.1007/s00435-022-00575-3.
- DIAS, P. H. S.; PIE, M. R. Buccopharyngeal morphology of the tadpoles of *Scinax v-signatus*, with comments on larval characters of the *S. perpusillus* species group (Amphibia: Anura: Hylidae). *Zootaxa*, v. 4964, n. 1, p. 195–200, 2021. DOI: 10.11646/zootaxa.4964.1.12.
- DRUMMOND, L. O.; SANTANA, D. J.; LIMA, A. P.; TOLEDO, L. F. List of amphibians of Brazil. *Herpetologia Brasileira*, v. 15, n. 2, Special Issue, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.18340087.
- DUBEUX, M. J. M.; ARAUJO-VIEIRA, K.; MOTT, T.; NEVES, J. M.; FAIVOVICH, J.; NASCIMENTO, F. A. C. Tadpole morphology, advertisement call and natural history notes of *Ololygon muriciensis* (Anura: Hylidae: Scinaxini). *Journal of Natural History*, v. 59, n. 25–28, p. 1949–1977, 2025. DOI: 10.1080/00222933.2025.2510265.
- DUELLMAN, W. E.; MARION, A. B.; HEDGES, S. B. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arborana). *Zootaxa*, v. 4104, n. 1, p. 1–109, 2016. DOI: 10.11646/zootaxa.4104.1.1.
- FAIVOVICH, J. A cladistic analysis of *Scinax* (Anura: Hylidae). *Cladistics*, v. 18, p. 367–393, 2002. DOI: 10.1111/j.1096-0031.2002.tb00157.x.

FAIVOVICH, J.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; FROST, D. R.; CAMPBELL, J. A.; WHEELER, W. C. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, n. 294, p. 1–240, 2005. DOI: 10.1206/0003-0090(2005)294[0001:SR0TFF]2.0.CO;2.

FROST, D. R. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.2. New York: American Museum of Natural History, 2026. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>. Acesso em: 4 jul. 2026.

GROSJEAN, S.; VENCES, M.; DUBOIS, A. Evolutionary significance of oral morphology in the carnivorous tadpoles of tiger frogs, genus *Hoplobatrachus* (Ranidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 81, n. 2, p. 171–181, 2004. DOI: 10.1111/j.1095-8312.2003.00272.x.

ILIĆ, M.; JOJIĆ, V.; STAMENKOVIĆ, G.; MARKOVIĆ, V.; SIMIĆ, V.; PAUNOVIĆ, M.; CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ, J. Geometric vs. traditional morphometric methods for exploring morphological variation of tadpoles at early developmental stages. *Amphibia-Reptilia*, v. 40, n. 4, p. 499–509, 2019. DOI: 10.1163/15685381-00001193.

KIRCHMEYER, J.; RUGGERI, J.; REIS GOMES, M.; CARVALHO-E-SILVA, S. P. The tadpole of *Scinax cardoso* (Carvalho-e-Silva and Peixoto, 1991), with description of internal oral morphology and taxonomic considerations (Anura: Hylidae). *South American Journal of Herpetology*, v. 14, p. 188–195, 2019. DOI: 10.2994/SAJH-D-17-00043.1.

KRINGS, M.; KLEIN, B.; HENEKA, M. J.; RÖDDER, D. Morphological comparison of five species of poison dart frogs of the genus *Ranitomeya* (Anura: Dendrobatidae) including the skeleton, the muscle system and inner organs. *PLoS ONE*, v. 12, n. 2, e0171669, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0171669.

KRINGS, M.; MÜLLER, H.; HENEKA, M. J.; RÖDDER, D. Modern morphological methods for tadpole studies: a comparison of micro-CT and clearing and staining protocols modified for frog larvae. *Biotechnic & Histochemistry*, v. 92, n. 8, p. 595–605, 2017. DOI: 10.1080/10520295.2017.1369162.

LARSON, P. M.; DE SÁ, R. O.; ARRIETA, D. Chondrocranial, hyobranchial and internal oral morphology in larvae of the basal bufonid genus *Melanophryniscus* (Amphibia: Anura). *Acta Zoologica*, v. 84, p. 145–154, 2003.

LOURENÇO, A. C. C.; LUNA, M. C.; POMBAL JR., J. P. A new species of the *Scinax catharinae* group (Anura: Hylidae) from Northeastern Brazil. *Zootaxa*, v. 3889, n. 2, p. 259–276, 2014. DOI: 10.11646/zootaxa.3889.2.5.

MCDIARMID, R. W.; ALTIG, R. Research: materials and techniques. In: MCDIARMID, R. W.; ALTIG, R. (ed.). *Tadpoles: the biology of anuran larvae*. Chicago: University of Chicago Press, 1999. p. 7–23.

MCDIARMID, R. W.; ALTIG, R. (ed.). *Tadpoles: the biology of anuran larvae*. Chicago: University of Chicago Press, 1999.

O'SHEA, M.; MADDOCK, S. *Frogs of the World: a guide to every family*. Princeton: Princeton University Press, 2024.

OLIVEIRA, M. I. R. R.; GROSSO, J.; NAPOLI, M. F.; WEBER, L. N.; VERA CANDIOTI, F. Patterns of allometric and heterochronic changes in the early ontogeny of species of *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 96, suppl. 1, e20231231, 2024. DOI: 10.1590/0001-3765202420231231.

PEZZUTI, T. L.; FERNANDES, I. R.; LEITE, F. S. F.; SOUSA, C. E.; GARCIA, P. C. A.; ROSSA-FERES, D. C. The tadpoles of the Neotropical *Scinax catharinae* group (Anura, Hylidae): ecomorphology and descriptions of two new forms. *Zoologischer Anzeiger*, v. 261, p. 22–32, 2016. DOI: 10.1016/j.jcz.2016.02.003.

- QUINZIO, S. I.; GOLDBERG, J. Geographic variation in shape and size of anuran tadpoles: interpopulation comparisons in *Scinax fuscovarius* (Anura, Hylidae). *Zoology*, v. 144, 125855, 2021. DOI: 10.1016/j.zool.2020.125855.
- RODRIGUES, G. D. V.; NASCIMENTO, F. A. C.; ALMEIDA, J. P. F. A.; MOTT, T. The tadpole of *Scinax skuki* (Anura: Hylidae) from the type locality, with a description of its larval skeleton. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 52, n. 3, p. 204–215, 2017. DOI: 10.1080/01650521.2017.1342485.
- SABAGH, L. T.; FERREIRA, G. L.; BRANCO, C. W. C.; ROCHA, C. F. D.; DIAS, N. Y. N. Larval diet in bromeliad pools: a case study of tadpoles of two species in the genus *Scinax* (Hylidae). *Copeia*, v. 2012, n. 4, p. 683–689, 2012. DOI: 10.1643/CE-12-012.
- SHERRATT, E.; ANSTIS, M.; KEOGH, J. S. Adult frogs and tadpoles have different macroevolutionary patterns across the Australian continent. *Nature Ecology & Evolution*, v. 1, p. 1385–1391, 2017. DOI: 10.1038/s41559-017-0268-6.
- SHERRATT, E.; ANSTIS, M.; KEOGH, J. S. Ecomorphological diversity of Australian tadpoles. *Ecology and Evolution*, v. 8, p. 12929–12939, 2018. DOI: 10.1002/ece3.4733.
- SILVA-SOARES, T.; COSTA, P. N.; FERREIRA, R. B.; WEBER, L. N. The tadpole of the hylid frog *Scinax belloni* (Anura: Hylidae). *Zootaxa*, v. 2727, p. 63–68, 2010. DOI: 10.11646/zootaxa.2727.1.6.
- VERA CANDIOTI, M. F. Anatomy of anuran tadpoles from lentic water bodies: systematic relevance and correlation with feeding habits. *Zootaxa*, v. 1600, n. 1, p. 1–175, 2007. DOI: 10.11646/zootaxa.1600.1.1.
- VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. 4. ed. Amsterdam: Academic Press, 2013.
- WASSERSUG, R. J. The adaptive significance of the tadpole stage with comments on the maintenance of complex life cycles in anurans. *American Zoologist*, v. 15, n. 2, p. 405–417, 1975. DOI: 10.1093/icb/15.2.405.
- WASSERSUG, R. J. Internal oral features of larvae from eight anuran families: functional, systematic, evolutionary and ecological considerations. *Miscellaneous Publications of the Museum of Natural History, University of Kansas*, n. 68, p. 1–148, 1980. DOI: 10.5962/bhl.title.16230.
- WASSERSUG, R. J.; HEYER, W. R. A survey of internal oral features of leptodactyloid larvae (Amphibia: Anura). *Smithsonian Contributions to Zoology*, n. 457, p. 1–99, 1988. DOI: 10.5479/si.00810282.457.