



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



Variações ecomorfológicas de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) entre riachos urbano e rural

ECOMORPHOLOGICAL VARIATIONS OF Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824) BETWEEN URBAN AND RURAL STREAMS

Lavínia Ambrósio Carvalho (orientada)*, Edson Fontes de Oliveira (orientador)[†] e Loueverton Antônio Rodrigues de Castro[‡]

RESUMO

A ecomorfologia estuda a relação entre a forma do corpo dos organismos e os ecossistemas. Neste estudo foram analisadas as variações ecomorfológicas de *Geophagus brasiliensis* coletados em um riacho urbano (Cambé) e um rural (Taquara) localizados no município de Londrina (PR), bem como discutidas as suas relações com as características físicas desses ambientes. A amostragem dos peixes foi realizada com pescas manual e elétrica. Foram estimados 22 índices ecomorfológicos. A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada para avaliar a diversificação ecomorfológica da espécie entre os riachos, a partir da correlação de Pearson utilizando os índices ecomorfológicos. A ACP revelou diversificação ecomorfológica entre os riachos, com os indivíduos do riacho urbano com maiores razões-aspecto das nadadeiras, corpos mais deprimidos e pedúnculos mais compridos, revelando maior potencial para imprimir velocidade contínua de natação. Por outro lado, os peixes do riacho rural apresentaram nadadeiras maiores e corpos mais comprimidos, o que implica em maior potencial de manobrabilidade em ambientes espacialmente mais heterogêneos. Conclui-se que as características físicas dos ambientes aquáticos tenderam a afetar a diversificação ecomorfológica de *G. brasiliensis* entre os riachos estudados, alterando a morfologia do corpo de seus indivíduos em relação à sua performance na exploração dos recursos naturais.

Palavras-chave: ecomorfologia, ictiofauna, Perciformes, urbanização.

ABSTRACT

Ecomorphology studies the relationship between the body shape of organisms and ecosystems. In this study, ecomorphological variations of *Geophagus brasiliensis* collected in an urban (Cambé) and a rural (Taquara) stream located in the municipality of Londrina (PR) were analyzed, as well as their relationship with the physical characteristics of these environments. Fish sampling was carried out with manual and electric fishing. Twenty-two ecomorphological indices were estimated. Principal Component Analysis (PCA) was applied to assess the ecomorphological diversification of the species between streams, based on Pearson's correlation using ecomorphological indices. PCA revealed ecomorphological diversification between streams, with urban stream individuals with higher fin aspect ratios, more depressed bodies, and longer

* Ensino Médio Integrado Técnico em Biotecnologia, Instituto Federal do Paraná, Campus Londrina, Londrina, Paraná, Brasil; lavi.ambrosio@gmail.com

[†] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina; edsonoliveira@utfpr.edu.br

[‡] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental MultiCampi AP/LD; loueverton.rodrigues@gmail.com



peduncles, revealing greater potential to develop continuous swimming speed. On the other hand, fish from the rural stream had larger fins and more compressed bodies, which implies greater maneuverability potential in spatially more heterogeneous environments. It is concluded that the physical characteristics of the aquatic environments tended to affect the ecomorphological diversification of *G. brasiliensis* among the streams studied, altering the morphology of the individuals' bodies in relation to their performance in the exploitation of natural resources.

Keywords: ecomorphology, ichthyofauna, Perciformes, urbanization

1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos têm sido adulterados por conta de vários impactos ambientais provenientes de atividades antrópicas, como mineração, construção de barragens e represas, desvio do curso natural de rios, desmatamento e uso inadequado do solo, superexploração de recursos pesqueiros e introdução de espécies exóticas (CALLISTO & GOULART, 2003).

Uma das maneiras de avaliar as condições e características de um ecossistema aquático é a partir de suas comunidades biológicas. A fauna aquática depende do pleno funcionamento desses ecossistemas e são essenciais para o processamento de matéria, fluxo de energia e dinâmica de nutrientes (COSTA, 2006). Nesse sentido, percebe-se como os componentes bióticos de um ambiente estão intrinsecamente interligados entre si e com o ambiente físico, por isso podem gerar informações relevantes sobre o ecossistema que colonizam.

Nesse contexto, a ecomorfologia é uma área de estudo que permite a análise da relação entre os organismos e os ecossistemas, na medida em que estuda as relações existentes entre a morfologia do indivíduo e as características ecológicas do meio (PERES-NETO, 1999; ABELHA et al., 2001, BREDA et al., 2005). Desse modo, entende-se que os indivíduos que colonizam em determinado local podem refletir em suas respectivas morfologias as condições dos ambientes em que vivem, e assim podem fornecer importantes informações para análise da qualidade dos ecossistemas.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo analisar as variações ecomorfológicas de espécimes de *Geophagus brasiliensis* coletados em um riacho urbano e um rural do Paraná, bem como discutir sobre a sua relação com as características desses ambientes aquáticos. Portanto, pretende-se responder a seguinte questão: há variação da forma do corpo de indivíduos da espécie *G. brasiliensis* entre um riacho urbano e um rural? Trata-se de uma espécie nativa do Brasil da Família dos Cichlidae e Ordem Perciformes (MOREIRA, 2013), geralmente encontrada em riachos (SABINO & CASTRO, 1990), lagoas costeiras (STICCA, 2013) e rios (POMBAL & SAZIMA, 1998). Ocupa áreas de remansos, com hábitos tipicamente diurno e detritívoro (ABELHA & GOULART, 2004).

2 MÉTODO

Localização da área

Neste estudo foram analisados os espécimes de *G. brasiliensis* (Figura 1) dos riachos Cambé e Taquara, ambos localizados no Município de Londrina-Paraná. O riacho Taquara é estritamente rural com área de aproximadamente 894 km² ocupada predominantemente por cultivos agrícolas (STIPP & MENDONÇA, 2010), enquanto o riacho Cambé possui 25 km de extensão em uma bacia de aproximadamente 77,20 km², com seus trechos superiores e médios inseridos na área urbana da cidade de Londrina (TORREZANI, 2015).



Amostragem da ictiofauna

A amostragem dos peixes foi realizada nos meses de Fevereiro, Abril, Setembro e Dezembro nos anos de 2014 a 2016. Os indivíduos foram coletados por meio de pescas manuais, sendo utilizadas peneiras, redinhas e puçás, e pesca elétrica com a utilização de um gerador portátil de corrente alternada 2,5kW, 400V e 2A. Os indivíduos coletados foram depositados em solução formalina 10% e conservados em álcool 70%. Todas as amostragens foram realizadas sob licença permanente concedida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (n° 28113-1), com autorização do SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade).

Figura 1 – Fotografia da espécie *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824)



Fonte: Fishbase (2021)

Análises ecomorfológicas

As análises ecomorfológicas de *G. brasiliensis* foram realizadas com 15 espécimes coletadas no riacho Taquara (rural) e 15 no Cambé (urbano). As análises foram realizadas apenas com indivíduos adultos para evitar o efeito da ontogenia. Para cada indivíduo foram realizadas 36 medidas lineares com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo; precisão de 0,01) e estimadas seis áreas no AutoCad®, a partir dos quais foram calculados 22 índices ecomorfológicos, conforme proposto por Oliveira et al. (2010): índices de compressão e depressão; comprimento, altura e largura relativos do pedúnculo e da cabeça; altura e largura relativas da boca; posição e área dos olhos; índice de protrusão; área e razão-aspecto das nadadeiras dorsal, peitoral, pélvica, anal e caudal.

Análises dos dados

A Análise de Componentes Principais foi aplicada para avaliar a diversificação ecomorfológica de *G. brasiliensis* nos dois riachos estudados. A ACP correlaciona os dados amostrais, resumindo a dimensionalidade dos dados (JONGMAN et al., 1995). O modelo de *broken stick* foi aplicado para testar quais eixos da ACP apresentaram uma estrutura diferente daquela encontrada ao acaso, criando uma distribuição aleatória de autovalores para comparar com os autovalores observados (JOHNSON e WICHERN, 1998). A ACP foi realizada no software PC-Ord 5.0 (MECCUNE e MEFFORD, 1999).

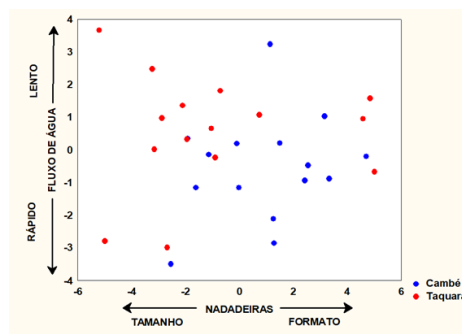
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações de campo demonstraram que o riacho urbano (Cambé) apresentou menores valores médios de largura ($1,48 \pm 0,17$ m), profundidade ($15,76 \pm 7,15$ m) e velocidade da água (0,12m/s), bem como de vazão

($0,02 \text{ m}^3/\text{s}$) em relação ao riacho rural (Taquara; largura= $3,33 \pm 0,50\text{m}$; profundidade= $31,03 \pm 13,19\text{m}$; velocidade da água= $0,20\text{m/s}$; vazão= $0,16\text{m}^3/\text{s}$).

A Análise de Componentes Principais apresentou a diversificação ecomorfológica significativa entre os dois riachos estudados (Figura 2), revelando os Eixos 1 (autovalor= $8,17$; explicação da variabilidade= $37,15\%$) e 2 (autovalor= $2,96$; explicação da variabilidade = $13,49\%$) significativos de acordo com o modelo de *broken stick*.

Figura 2 - Variação ecomorfológica intraespecífica de *Geophagus brasiliensis* no riacho Cambé (urbano) e Taquara (rural), a partir dos escores dos espécimes coletados para os dois primeiros eixos da Análise de Componentes (Cambé - símbolos cheios azul; Taquara - símbolos cheios vermelhos).



Fonte: Autoria própria.

Os indivíduos do riacho Taquara (rural) apresentaram escores mais negativos para o Eixo 1 (Figura 2), revelando olhos (autovetor da área do olho= $-0,93$) e nadadeiras relativamente maiores (autovetores das áreas da caudal= $-0,93$; pélvica= $-0,93$; peitoral= $-0,91$; dorsal= $-0,89$; anal= $-0,89$). Por outro lado, os indivíduos do riacho Cambé (urbano) apresentaram escores mais positivos para o Eixo 1 (Figura 2), com maiores razões-aspecto das nadadeiras (autovetores das razões-aspecto da peitoral= $0,82$; anal= $0,79$; pélvica= $0,69$; caudal= $0,60$), indicando diferenciação nos seus formatos. No que se refere ao Eixo 2 (Figura 2), os indivíduos do Cambé apresentaram escores mais negativos, revelando indivíduos com pedúnculos mais compridos (autovetor= $-0,52$), bem como bocas (autovetor= $-0,47$) e cabeças mais altas (autovetor= $-0,46$) e corpos mais deprimidos (autovetor= $-0,43$). Por outro lado, com os escores mais positivos, se encontram os indivíduos do Taquara com corpos mais comprimidos (autovetor= $0,81$), cabeças mais largas (autovetor= $0,73$) e pedúnculos mais altos (autovetor= $0,51$).

A segregação ecomorfológica de *G. brasiliensis* no espaço multivariado foi influenciada pela forma das nadadeiras peitorais, pélvicas, anais e caudais dos indivíduos do riacho Cambé, os quais apresentaram maiores razões-aspecto. Esse resultado, associado a corpos mais deprimidos e pedúnculos mais compridos, expressam maior potencial desses indivíduos para imprimir velocidade contínua de natação, típica de peixes que exploram habitats com fluxo de água rápido (GATZ JR, 1979; WAINWRIGHT et al., 2002; BREDA et al., 2005).

Por outro lado, os espécimes do riacho Taquara apresentaram nadadeiras pélvicas, anais, dorsais e caudais peitorais com áreas relativamente maiores, além de corpos mais comprimidos o que implica em maior potencial de manobrabilidade e estabilização em guinadas, comportamento geralmente observado em peixes que exploram regiões com menor velocidade da água (GATZ JR, 1979; WINEMILLER, 1991; WILLIS et al., 2005; BREDA et al., 2005).

Dessa forma, a caracterização ecomorfológica dos indivíduos de *G. brasiliensis* do riacho rural (Taquara) pode estar relacionada com sua maior heterogeneidade espacial (MARCUCCI, 2019), o que comumente está



associado a maiores valores médios de largura, profundidade, velocidade da água e vazão, com indicativos de maior diversificação de habitats e microhabitats. Por outro lado, a caracterização ecomorfológica de *G. brasiliensis* se mostrou associada a um sistema fluvial mais simplificado, relativamente mais estreito, raso, lento e com menor vazão, o que pode decorrer da pressão da urbanização e os impactos aos quais está submetido.

4 CONCLUSÃO

As várias formas de contaminação que afligem os ambientes aquáticos tendem a afetar suas comunidades biológicas, podendo promover alterações em sua morfologia. Nesse contexto, as variações ecomorfológicas reveladas pela espécie *G. brasiliensis* entre ambientes aquáticos com características específicas distintas demonstraram que sua forma do corpo pode expressar essa variabilidade ambiental.

A forma do corpo dos indivíduos do riacho rural se mostrou mais associada com a maior heterogeneidade espacial apresentada pelo sistema fluvial, com maior potencial para realizar manobras em curtos espaços, enquanto os indivíduos do riacho urbano apresentaram corpos com maior potencial de velocidade contínua de natação, típico de ambientes mais abertos e desestruturados.

Portanto, conclui-se que as características físicas dos ambientes aquáticos tendem a afetar a diversificação ecomorfológica intraespecífica de *G. brasiliensis* entre um riacho urbano e um rural, alterando a morfologia do corpo em relação à sua *performance* na exploração dos recursos naturais que necessita.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao CNPq pela concessão de bolsa de Ensino Médio para Lavínia A. Carvalho (IFPR-Campus Londrina), bem como à bolsa de Mestrado concedida pela DIRPPG-LD/UTFPR para Loueverton A.R. de Castro (PPGEA-AP/LD UTFPR), as quais se revelaram importantes para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ABELHA, M.C.F.; AGOSTINHO, A.A.; GOULART, E. **Plasticidade trófica em peixes de água doce**. Acta Scientiarum, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ABELHA, M.C.F.; GOULART, E. **Oportunismo Trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichidae) no reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil**. Acta Scientiarum Biological Sciences, v. 26, no. 1. p. 37-45, 2004.
- BREDA, L.; OLIVEIRA, E.F. de; GOULART, E. **Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais**. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 27, n. 4, p. 371-381, 2005.
- CALLISTO, M.; GOULART, M.D.C. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista da FAPAM, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2003.
- COSTA, S.S. **Análise comparativa da comunidade de macroinvertebrados aquáticos em diferentes micro-habitats e estudo da riqueza e raridade de espécies**. 46f. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- FISHBASE. *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824). Disponível em: <https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?ID=4751&AT=Acar%C3%A1>.



- GATZ, A.J. **Community Organization in Fishes as Indicated by Morphological Features**. Ecology, v. 60, n. 4, p. 711-718, 1979.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. Madison: Prentice Hall International, 1998.
- JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F.; VAN TONGEREN, O.F.R. **Data analysis in community and landscape ecology**. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press, 1995.
- MARCUCCI, C.R. **Diversidade taxonômica e funcional das assembleias de peixes ao longo do gradiente urbanização-agricultura**. 70f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Campus Londrina/Apucarana, 2019.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD (Multivariate Analysis of Ecology), version 5.0**. MiM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A, 1999.
- MOREIRA, A.P. **Efeito dos metais pesados em organismos aquáticos: o uso do *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) como bioindicador**. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Curso de Ciências Biológicas, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013.
- OLIVEIRA, E.F.; GOULART, E.; BRENDA, L.; MINTE-VERA, C.V.; PAIVA, L.R. de S.; VISMARA, M.R. **Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures**. Neotropical Ichthyology, v. 8, n. 3, p. 569-586, 2010.
- PERES-NETO, P.R. Alguns métodos e estudos de ecomorfologia de peixes em riachos. Pp. 209-239. In: Caramaschi, E.P.; Mazzoni, R & P.R. Peres-Netos (Eds). **Ecologia de Peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, vol. VI, Rio de Janeiro, Brasil, 1999.
- POMBAL, J.P.; SAZIMA, I. **Mutilação de nadadeiras em acarás, *Geophagus brasiliensis*, por piranhas, *Serrasalmus spilopleura***. Revista Brasileira de Biologia, v. 48, n. 3, p. 477- 483, 1998.
- SABINO, J.; CASTRO, R.M.C. **Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil)**. Revista Brasileira de Biologia, v. 50, n. 1, p. 23-36, 1990.
- STICCA, S.C. **Organização Trófica da assembleia de peixes de uma lagoa costeira subtropical (Santa Catarina, Brasil)**. 45f. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.
- STIPP, N.A.F.; MENDONÇA, F. de A. **Uma abordagem empírica sobre a fragilidade de ambientes naturais e antropizados na área da bacia hidrográfica do ribeirão Taquara, no município de Londrina-PR-BR**. In: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, Coimbra, 2010.
- TORREZANI, N.C. **Avaliação da presença de chumbo (Pb) em espécies de peixes associada à qualidade ambiental da Bacia do Ribeirão Cambé (Londrina/PR)**. 57 f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina e Apucarana. Londrina, 2015.
- WAINWRIGHT, P.C.; BELLWOOD, D.R.; WESTNEAT, M.W. **Ecomorphology of locomotion in labrid fishes**. Environmental Biology of Fishes, v. 65. P. 47-62, 2002.
- WILLIS, S.C., WINEMILLER, K.O.; LOPEZ-FERNANDEZ, H. **Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river**. Oecologia, v. 142, p. 284-295, 2005.
- WINEMILLER, K.O. **Ecomorphological Diversification in Lowland Freshwater Fish Assemblages from Five Biotic Regions**. Ecological Monographs, v. 61, n.4, p. 343-365, 1991.