



Diversificação ecomorfológica de *Astyanax aff paranae* em riachos submetidos a diferentes graus de impacto

Ecomorphological diversification of *Astyanax aff paranae* in streams with different degrees of impact

Lucas Macedo Silva¹, Edson Fontes de Oliveira²

RESUMO

A ecomorfologia tem como ideia fundamental que as formas dos organismos e seus modos de vida estão correlacionados, sendo que o ambiente age sobre o fenótipo através de pressões seletivas, selecionando organismos de acordo com os recursos disponíveis no ambiente (Norton et al. 1995). Variações morfológicas entre as espécies refletiriam, ao menos em parte, o uso diferenciado de recursos e por fim, ecologias diferentes, havendo um paralelo entre similaridade morfológica e ecológica (Pianka 2000). Nesse estudo foi avaliada as diversificações ecomorfológicas da espécie de peixe *Astyanax aff paranae* em três ribeirões com graus diferentes de perturbações. A amostragem dos peixes foi realizada com pescas manual e elétrica. Foram estimados 22 índices ecomorfológicos. O padrão de diversificação ecomorfológica foi testada pela ANOVA a partir da PCA aplicada com os índices ecomorfológicos. Os Ribeirões apresentaram diversificação ecomorfológica entre os riachos urbano, periurbano e rural, possivelmente associado aos diferentes eventos antrópicos aos quais esses ribeirões estão submetidos.

PALAVRAS-CHAVE: *astyanax aff paranae*, ecomorfologia, riachos.

ABSTRACT

Ecomorphology has as its fundamental idea that the forms of organisms and their ways of life are correlated, with the environment acting on the phenotype through selective pressures, selecting organisms according to the resources available in the environment (Norton et al. 1995). Morphological variations between species would reflect, at least in part, the different use of resources and, finally, different ecologies, with a parallel between morphological and ecological similarity (Pianka 2000). In this study, the ecomorphological diversifications of the fish species *Astyanax aff paranae* were evaluated in three streams with different degrees of disturbance. Fish sampling was carried out using manual and electric fishing. 22 ecomorphological indices were estimated. The pattern of ecomorphological diversification was tested by ANOVA based on the PCA applied with the ecomorphological indices. The Ribeirões showed ecomorphological diversification between urban, peri-urban and rural streams, possibly associated with the different anthropic events to which these streams are subjected.

KEYWORDS: *astyanax aff paranae*, ecomorfologia, riachos.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em diferentes escalas em razão de consequências negativas de atividades antrópicas (p. ex. mineração, construção de represas, eutrofização artificial, canalização, retificação, etc). Os rios

¹ Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: lucasmacedosilva@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 5374514586798680.

² Docente no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária/Departamento de Engenharia Ambiental/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (Apucarana e Londrina). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: edsonoliveira@utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2486121208437518>.



integram o conjunto de processos que ocorrem nas áreas de entorno, considerando o uso e ocupação do solo. Dessa forma, suas características ambientais, especialmente aquelas relacionadas com as comunidades biológicas, fornecem importantes informações sobre as consequências das ações do homem ao longo das bacias hidrográficas. Segundo Dudgeon (1996), perturbações antrópicas em bacias de drenagem afetam as comunidades de organismos aquáticos devido aos processos de lavagem e carreamento de materiais. Alterações em cabeceiras de rios alteram trechos a jusante devido ao transporte de massas d'água e sedimentos de origem alóctone ou erodidos das margens (CALLISTO, 2001).

Neste contexto, os estudos da ecologia trófica de peixes se revelam de extrema importância, pois possibilitam entender as relações dentro de uma assembleia, como por exemplo, a amplitude de nicho trófico, posição trófica das espécies, alterações ontogênicas e ecomorfológicas, variações intrapopulacionais e especialização individual, partilha de recursos, seletividade, dentre outros. Portanto, tais relações, quando integradas às características e dinâmica do habitat, permitem detectar respostas dos organismos às variações naturais temporais e espaciais, bem como às alterações antrópicas.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo analisar a diversificação ecomorfológica da espécie de peixe *Astyanax aff. paranae* em um riacho urbano, um periurbano e um rural do norte do Paraná submetidos a diferentes graus de antropização. A hipótese central testada foi que as populações de *Astyanax aff. paranae* apresentam diferenças ecomorfológicas distintas entre os riachos, em razão das diferentes pressões ambientais às quais estão submetidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostragens dos peixes foram realizadas ao longo do gradiente longitudinal em três riachos localizados no município de Londrina, entre os anos de 2013 a 2017 (Cambé – urbano; Cafezal – periurbano; Taquara – rural). As coletas de peixes foram realizadas por meio da pesca manual utilizando puçás, peneiras e redinhas, seguida do método de pesca elétrica, com auxílio de um gerador portátil de corrente alternada 2,5k W, 400 V e 2A. Aplicou-se um esforço amostral de 40 minutos para ambos os métodos de pesca. As amostragens foram realizadas sob licença permanente concedida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (nº 28113-1), a partir do SISBIO (Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade). Após coletados, os indivíduos foram fixados em formol 10% e conservados em álcool 70% no Laboratório de Ecologia Teórica e Aplicada da UTFPR - Campus Londrina. No laboratório os indivíduos foram identificados com auxílio da chave de identificação proposta por Ota et al. (2018). Foram coletados 117 espécimes de *Astyanax aff. paranae*, sendo 26 indivíduos do riacho Cafezal, 40 do Cambé e 51 do Taquara.

Para cada indivíduo foram realizadas 26 medidas morfológicas lineares e estimadas seis áreas, a partir dos quais foram calculados 22 índices ecomorfológicos, conforme proposto por Oliveira et al. (2010): altura e largura relativas do corpo; comprimento, altura e largura relativos do pedúnculo; razões-aspecto das nadadeiras caudal, peitoral e pélvica; alturas relativas da cabeça e nadadeiras caudal, dorsal, peitoral, pélvica e anal; comprimento e largura relativos da cabeça, aspecto, abertura e larguras relativas da boca; índice de protrusão e tamanho relativo dos olhos.

Com o intuito de testar a diversificação ecomorfológica da espécie entre os riachos estudados foi aplicada uma análise de componentes principais (PCA), a partir da matriz de

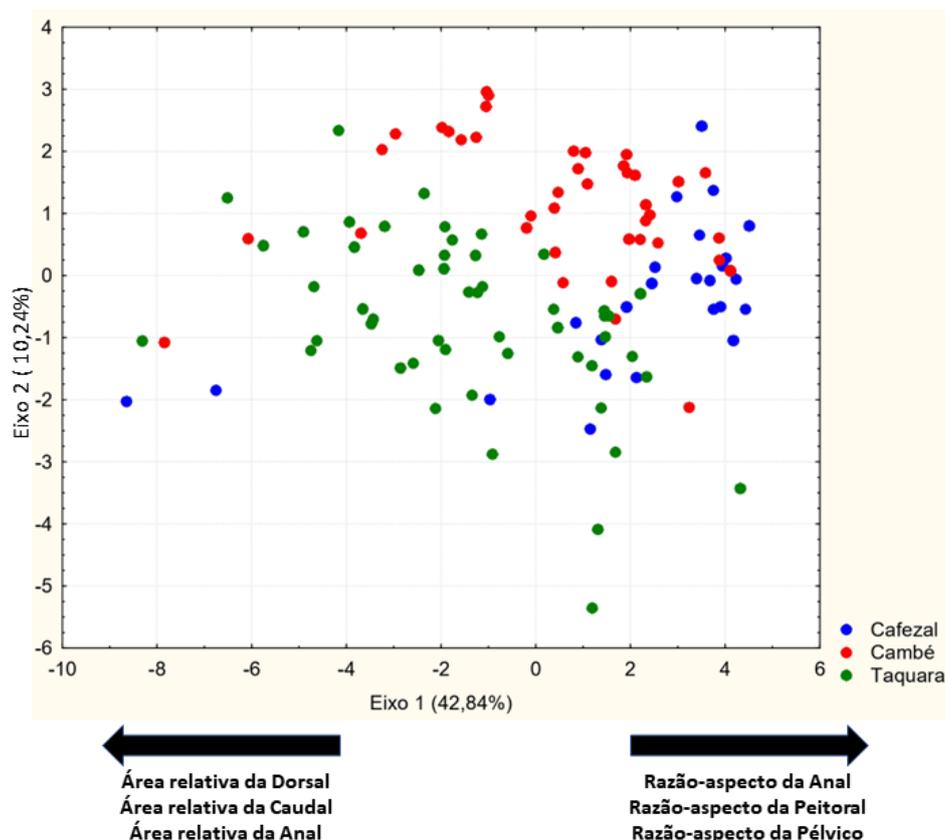


correlação de Pearson. A significância dos eixos gerados pela PCA foi testada a partir do modelo de *broken stick*, o qual cria uma distribuição nula de autovalores e a compara com os autovalores observados. Apenas os autovalores maiores do que aqueles esperados ao acaso foram retidos para interpretação (GOTELLI e ELLISON, 2011). A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para testar se havia diferença significativa entre os escores dos ecomorfotipos dos riachos estudados gerados pela PCA. O teste de Shapiro-Wilks foi aplicado para testar a normalidade dos escores dos ecomorfotipos antes da aplicação da ANOVA. A PCA e o modelo de *broken stick* foram realizados no software PCOrd 5. A ANOVA e o teste de Shapiro-Wilks foram realizados no software Statistica 10.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A PCA revelou diversificação ecomorfológica significativa entre os três riachos estudados. O Eixo 1 da PCA foi o único significativo pelo modelo de *broken stick* e seus escores apresentaram distribuição normal (Eixo 1 com 42,84% de explicabilidade dos dados). A ANOVA detectou diferenças ecomorfológicas significativas nos scores dos indivíduos dos três riachos para o Eixo 1 da PCA ($F= 15,21$; $p < 0,001$).

Figura 1 – Diversificação ecomorfológica intraespecífica de *Astyanax aff. paranae* nos riachos Cambé, Cafezal e Taquara, a partir dos escores dos espécimes coletados a partir da matriz de correlação de Pearson para os 22 índices ecomorfológicos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)



Os indivíduos do Taquara apresentaram escores mais negativos para o Eixo 1 da PCA (Fig.1), revelando maior área relativa da nadadeira anal, a qual indica maior capacidade de manobrabilidade e estabilização do movimento (BREDA et al., 2005). Além disso, os indivíduos desse riacho também tenderam a apresentar maior área relativa da caudal, importante para a aceleração natatória (BALON et al., 1986) e maior área relativa da dorsal, que permite maior capacidade de estabilização em guinadas (GOSLINE, 1971).

Por outro lado, os indivíduos do riacho Cafezal demonstraram escores mais positivos, revelando maiores razões-aspecto da anal, o que implica em maior capacidade de realizar movimentos progressivos e retrógrados mais rápidos (BREDA, 2005). Esses indivíduos também apresentaram maiores razões-aspecto da peitoral, esperadas em peixes que nadam continuamente e atingem alta velocidade, ou seja, típicas de organismos pelágicos (BELLWOOD et al., 2002; WAINWRIGHT et al., 2002), além de maiores razões-aspecto da nadadeira pélvica, o que lhe confere maior capacidade de equilíbrio (GATZ JR., 1979).

Dessa forma, a espécie *Astyanax aff. paranae* apresentou considerável flexibilidade de adaptação às diversas condições nos ecossistemas estudados, o que tende a intensificar sua diversificação, tanto morfológica e fisiológica, quanto comportamental (PURDOM, 1993). Nesse contexto, os indivíduos do riacho Cafezal tenderam a apresentar nadadeiras anais, peitorais e pélvicas maiores, associadas à agilidade, velocidade e equilíbrio no corpo d'água. Por se tratar de um riacho que tende a apresenta águas com maiores valores de turbidez (MARCUCCI, 2019), na medida em que as espécies de peixes são predominantemente predadores visuais (PANKHURST, 1989), os indivíduos desse riacho tenderam a se diversificar do ponto de vista adaptativo para aperfeiçoar o seu desempenho na obtenção de recursos alimentares em um ambiente com restrição de visibilidade, exigindo melhor performance natatória no seu deslocamento.

Por outro lado, no riacho Taquara, a espécie apresentou áreas relativas das nadadeiras anal, caudal e dorsal maiores, o que possivelmente está relacionado com melhor desempenho em manobrabilidade (BREDA et al., 2005). Esse riacho é tipicamente considerado o mais íntegro dos três estudados, apresentando melhor estruturação de substrato, teores de oxigenação e extensão de vegetação ripária (MARCUCCI, 2019). A maior integridade da vegetação ciliar da bacia do riacho Taquara tende a ofertar maior diversidade de recursos alimentares aos peixes, ampliando a exploração do potencial de desempenho natatório de uma gama de nadadeiras, em especial das anais (manobrabilidade em pequenos espaços), caudais (aceleração em distâncias curtas) e dorsais (orientação do deslocamento) (GATZ JR 1979; OLIVEIRA et al, 2010).

CONCLUSÃO

A hipótese de trabalho foi aceita, pois os resultados demonstraram que as populações de *Astyanax aff. paranae* apresentaram diversificação ecomorfológica significativa entre os riachos urbano, periurbano e rural, possivelmente associada aos diferentes eventos antrópicos aos quais esses ecossistemas estão submetidos. Dessa maneira, foi possível verificar que a integridade ambiental do ecossistema afeta diretamente a morfologia da espécie *Astyanax aff. paranae* em ecossistemas lóticos.



Agradecimentos

À Fundação Araucária pela bolsa de iniciação científica, à UTFPR – Campus Londrina pelo apoio institucional, ao Laboratório de Monitoramento Ambiental (LAMA) por ceder o espaço físico para realizar as análises, ao Laboratório de Ecologia Teórica e Aplicada (LETA) pela coleta do material analisado neste trabalho e ao Prof. Edson Fontes de Oliveira pela orientação.

Conflito de Interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

BELLWOOD, D.R., WAINWRIGHT, P.C., FULTON, C.J., HOEY, A. Assembly rules and functional groups at global biogeographical scales. **Functional Ecology**, 16: 557-562, 2002.

BREDA, L., E. F. OLIVEIRA & E. GOULART. 2005. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, 27(4): 371-381.

BALON, E.K., CRAWFORD, S.S.; LELEK, A. Fish communities of the Upper Danube River (Germany, Austria) prior to the new Rhein-Main-Donau connection. **Environmental Biology of Fishes**, 15: 243-271, 1986.

CALLISTO, *et al* 2001. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Vol. 6 n.1 Jan/Mar 2001, 71-82.

DUGGEON, D. 1996. Anthropogenic influences on Hong Kong streams. **Geo Journal** 40 (1-2): 53-61.

GATZ JR., A.J. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane Studies in Zoology and Botany**, 21: 91-124, 1979.

GOTELLI, N., ELISSON, A. Princípios de estatística em ecologia. **Artmed**, 2011. 528p.

GOSLINE, W.A. Functional morphology and classification of teleostean fishes. **Honolulu: University Press of Hawaii**, c1971. 208 p.

GOTELLI, N., ELISSON, A. **Princípios de estatística em ecologia**. Artmed, 2011. 528p.

MEDEIROS, João Bosco; TOMASI, Carolina. **Redação de Artigos Científicos: métodos de realização, seleção de periódicos, publicação**. 2. ed. Atlas: São Paulo, 2021.

MARCUCCI, M., ROBERTO, C. **Influência do uso e ocupação do solo sobre as estruturas ecomorfológica e trófica de *Imparfinis schubarti* (Gomes, 1956) em um**



ribeirão periurbano e um rural. Trabalho de conclusão de curso - Faculdade Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

NORTON, S.F., LUCZKOVICH, J.J. & MOTTA, P.J. 1995. The role of ecomorphological studies in the comparative biology of fishes. **Env. Biol. Fish.** 44(1-2):287-304.

PIANKA, E.R. 2000. **Evolutionary ecology.** 6th ed. Addison Wesley Longman, San Francisco.

OLIVEIRA, E.F., GOULART, E., BREDA, L., MINTE-VERA, C.V., PAIVA, L.R.S., VISMARA, M.R. Ecomorphological patterns of the fish assemblages in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. **Neotropical Ichthyology**, 8(3): 569-586, 2010.

PANKHURST, N. W. 1989. The relationship of ocular morphology to feeding modes and activity periods in shallow marine teleosts from New Zealand. **Environmental Biology of Fishes**, 26: 201-211.

PANKHURST, N.W. The relationship of ocular morphology to feeding modes and activity periods in shallow marine teleosts from New Zealand. **Environmental Biology of Fishes**, 26: 201-211, 1989.

SCHNEIDER, Sergio *et al.* Os efeitos da pandemia da Covid-19 sobre o agronegócio e a alimentação. **Estudos Avançados** (online), São Paulo, v. 34, p. 167-188, 2020.

VOLPATO, Gilson Luiz. Autoria científica: por que tanta polêmica?. **Revista de Gestão e Secretariado**, São Paulo, v. 7, p. 213-228, 2016.