

Variação ecomorfológica intra-específica de *Imparfinis schubarti* (Gomes, 1956) em um rio rural e um periurbano

Intraespecific ecomorphological variation of *Imparfinis schubarti* (Gomes, 1956) in a rural and a periurban stream

RESUMO

Maria Clara dos Santos Lopes
marialopes@alunos.utfpr.edu.br
Dep. Engenharia Ambiental,
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Edson Fontes de Oliveira
edsonoliveira@utfpr.edu.br
Dep. Engenharia Ambiental,
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Jéssica Camilla da S. V. de Araújo
jcamillaaraujo@gmail.com
Dep. Engenharia Ambiental,
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Loueverton Antônio R.de Castro
loueverton.rodrigues@gmail.com
Dep. Engenharia Ambiental,
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Bruno Luiz Gambarotto
brunoluizg@gmail.com
Dep. Engenharia Ambiental,
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Gabriela Zoli Simões
gabi_zoli@hotmail.com
Dep. Engenharia Ambiental,
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

A ecomorfologia é o estudo das relações entre a morfologia das espécies e suas relações ecológicas. Avaliou-se a diversificação ecomorfológica intra-específica da espécie de peixe *Imparfinis schubarti* em um Ribeirão rural e um periurbano. Foram estimadas as variáveis pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e turbidez. A amostragem dos peixes foi realizada com as pescas manual e elétrica. Foram estimados 26 índices ecomorfológicos. A diferença limnológica entre os Ribeirões foi testada pela ANOVA e o teste Mann-Whitney, enquanto o padrão de diversificação ecomorfológica pela ANOVA a partir da PCA aplicada com os índices ecomorfológicos. Os Ribeirões apresentaram diferenças limnológicas significativas, com o periurbano revelando menores valores de pH e maiores de condutividade, ao contrário do rural. A PCA revelou diversificação ecomorfológica significativa entre os dois Ribeirões, com os indivíduos do rural com corpos e pedúnculos mais largos, indicando peixes que habitam ambientes com fluxo mais rápido. Por outro lado, os indivíduos do periurbano apresentaram maiores aberturas de boca, o que permite inferir maior diversidade de presas, podendo estar associado a maior condutividade que detectada, semelhante a de ambientes poluídos. Os resultados revelaram que *I. schubarti* apresentou variação ecomorfológica intra-específica entre os Ribeirões, provavelmente associada aos eventos antrópicos aos quais estão submetidos.

PALAVRAS-CHAVE: Ictiofauna. Ecomorfologia. Ribeirão Taquara. Ribeirão Cafezal.

ABSTRACT

Ecomorphology is the study of the relationships between the morphology of species and their ecological interactions. The intraspecific ecomorphological diversification of the fish species *Imparfinis schubarti* was evaluated in rural and periurban streams. The variables pH, electrical conductivity, dissolved oxygen and turbidity were estimated. Fish sampling was performed with manual and electric fishing. Ecomorphological indices were estimated. The limnological difference between streams was tested by ANOVA and the Mann-Whitney test, while the pattern of ecomorphological diversification by ANOVA from the PCA applied with ecomorphological indices. Streams showed significant limnological differences, with periurban showing lower pH values and higher conductivity, unlike the rural one. The PCA revealed significant ecomorphological diversification between the two streams, with individuals from the rural with wider bodies and peduncles, indicating fish that inhabit environments with faster flow. On the other hand, periurban individuals had greater mouth openings, which allows inferring a greater diversity of prey, which may be associated with



greater conductivity than detected, similar to that of polluted environments. The results revealed that *I. schubarti* presented intraspecific ecomorphological variation among streams, probably associated with the anthropic events to which they are

KEYWORDS: Ichthyofauna. Ecomorphology. Taquara stream. Cafezal stream

INTRODUÇÃO

A ecomorfologia estuda as relações entre a morfologia e seus aspectos ecológicos, identificando as mudanças no fenótipo em decorrer do processo de adaptação ao ambiente (PERES-NETO, 1999). Breda et al. (2005) defendem a importância de estudar as estruturas morfo-funcionais relacionadas a locomoção com implicações diretas sobre o modo com que as espécies se relacionam com os habitats, interagem com as outras espécies e forrageiam.

De acordo com Wainwright (1966), a morfologia funcional estuda a capacidade das espécies em realizarem e desempenharem atividades necessárias para sua sobrevivência. Breda et al. (2005) reforçam a necessidade de mais estudos na área com o intuito de melhor compreender as relações de causa e efeito na interação fenótipo-ambiente

As comunidades mais utilizadas para avaliação e monitoramento de ambientes aquáticos são o perifiton, os macroinvertebrados bentônicos e os peixes (Callisto e Moreno, 2005). Segundo Esteves (2011), os peixes expressam bem as relações entre os organismos e o ambiente físico, por serem sensíveis às alterações limnológicas no ambiente aquático.

O objetivo desse estudo foi avaliar a diversificação ecomorfológica intra-específica de *Imparfinis schubarti* (Gomes, 1956) em dois ribeirões localizados no interior do Paraná, com graus diferentes de perturbação (rios periurbano e rural). Espera-se que as populações de *I. schubarti* apresentem diferenças ecomorfológicas significativas em resposta à variação do ambiente físico.

MATERIAIS E MÉTODOS

No corpo do A amostragem foi realizada em dois ribeirões localizados no norte paranaense com perturbações ambientais distintas: Ribeirão Taquara (rural) e Ribeirão Cafezal (periurbano) (Marcucci, 2019), em três pontos ao longo dos seus gradientes longitudinais de 2013 a 2015.

As variáveis limnológicas foram aferidas in loco, por meio de equipamentos portáteis: pH (peagâmetro portátil TECNOPON, Modelo MPA210P), condutividade elétrica (condutivímetro portátil INSTRUTHERM, Modelo CD-860); turbidez (turbidímetro portátil TECNOPON, Modelo TB 1000P) e oxigênio dissolvido (oxímetro portátil Politerm, modelo POL-60).

A coleta de peixes foi inicialmente realizada com pesca manual utilizando puçás, peneiras e redinhas, seguida pela 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 selecionados para as análises ecomorfológicas apenas indivíduos adultos para evitar o efeito da ontogenia. Para cada indivíduo foram realizadas 26 medidas lineares e estimadas seis áreas, a partir dos quais foram calculados 26 índices ecomorfológicos, conforme proposto por Oliveira et al. (2010): Altura e largura relativas do corpo, índices de compressão lateral, ventral e do pedúnculo, 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.

A análise de variância foi aplicada para testar se os Ribeirões estudados são diferentes entre si quanto às variáveis limnológicas. O teste não paramétrico de Mann-Whitney foi aplicado para avaliar quais variáveis poderiam ser as responsáveis para diferenciação entre os Ribeirões. A análise de componentes principais (PCA) foi aplicada para avaliar a diversificação ecomorfológica de *I. schubarti* nos dois Ribeirões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, os Ribeirões Taquara e Cafezal são classificados como Classe II. Ambos se encontram dentro dos padrões permitidos, por apresentarem valor de pH entre 6 e 9, turbidez inferior a 100 NTU e oxigênio dissolvido superior a 5mg/L. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) indica que valores de condutividade elétrica superior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados, como no caso do ponto de cabeceira do Cafezal.

As médias e desvios-padrões das variáveis físicas e químicas estimadas em cada ponto de amostragem dos ribeirões estudados estão dispostas na tabela 1.

Tabela 1 – Média e desvios-padrões das variáveis limnológicas analisadas nos Ribeirões Taquara e Cafezal de 2013 a 2015.

Ponto	pH	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Turbidez (NTU)
P1 Taquara	8,45 \pm 0,68	58,37 \pm 8,71	8,39 \pm 1,2	17,35 \pm 9,03
P2 Taquara	8,07 \pm 0,54	73,58 \pm 12,43	8,48 \pm 1,14	15,28 \pm 11,05
P3 Taquara	8,30 \pm 0,57	75,41 \pm 13,19	7,26 \pm 2,09	27,99 \pm 25,84
P1 Cafezal	7,33 \pm 1,15	112,5 \pm 31,89	7,12 \pm 1,28	3,34 \pm 3,05
P2 Cafezal	7,62 \pm 0,86	91,91 \pm 14,69	7,01 \pm 2,26	66,92 \pm 79,63
P3 Cafezal	7,92 \pm 1,27	79,20 \pm 7,25	7,79 \pm 1,14	38,08 \pm 25,65

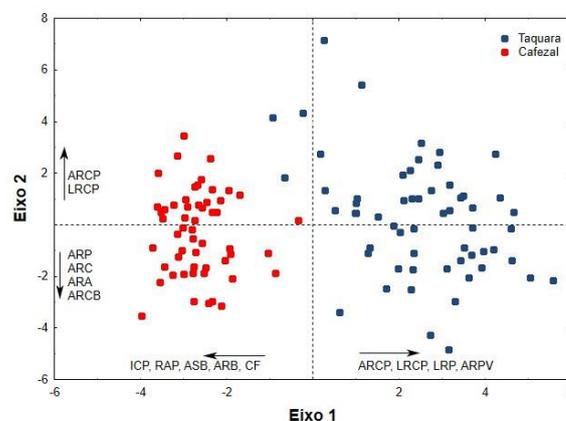
Fonte: Autoria própria (2020).

As variáveis limnológicas apresentaram diferenças significativas entre os Ribeirões (ANOVA; $F=5,317$; $p<0,005$). A posteriori, o teste Mann-Whitney detectou que as variáveis que o pH ($U = 180$; $p<0,05$) e condutividade elétrica ($U = 82,50$; $p<0,05$) são as responsáveis pelas diferenciações dos Ribeirões.

A variação dos valores de pH está relacionada ao grau de perturbação do ambiente, devido a oxidação da matéria orgânica, podendo ser de origem natural, fotossintética ou geológica, ou a partir de fatores antrópicos, tais como despejo de esgoto doméstico e industrial (VON SPERLING, 2005). A condutividade elétrica indica a alteração na composição da água, provavelmente associada à poluição, pois a condutividade tende a aumentar à medida que aumenta a concentração de sólidos dissolvidos (CETEBS, 2018). No Ribeirão Cafezal percebe-se o aumento gradativo da condutividade elétrica, bem como diminuição no valor do pH do ponto menos para o mais urbanizado, associados a maior grau de perturbação ambiental.

Os índices ecomorfológicos foram sumarizados pela PCA. O primeiro eixo explicou 30,39% das variabilidades dos dados, enquanto o segundo eixo explicou 14,96% (Figura 1). Os escores dos indivíduos gerados pelo eixo 1 da PCA segregaram significativamente os dois grupos coletados nos dois ribeirões estudados (ANOVA; $F = 559,2$; $p<0,05$).

Figura 1 – Escores dos eixos 1 e 2 da PCA para indivíduos de *I. schubarti* coletados nos Ribeirões Cafezal e Taquara. Os índices apresentados referem-se àqueles com maiores autovetores positivos e negativos para os dois eixos (autovetores entre parênteses).



Fonte: Autoria própria (2020).

O primeiro eixo separou as duas populações em função da mobilidade de seus indivíduos, de tal forma que os indivíduos do Ribeirão Taquara apresentaram corpos e pedúnculos mais largos, indicando peixes que habitam ambientes com fluxo mais rápido da água (WATSON; BALSON, 1984), atrelados à natação contínua (WINEMILLER, 1991). Por outro lado, os indivíduos do Cafezal apresentaram maiores aberturas de boca, o que permite inferir o maior tamanho relativo da presa (GATZ, 1979), bem como maiores coeficientes de finura, resultando em menor gasto energético para a natação (OLHBERG, 2006), pois peixes com tamanhos corporais menores tendem a demandar menos energia para sua manutenção.

O pH ácido influencia diretamente as assembleias de peixes, ocasionando danos em suas estruturas (MATTHEWS, 1998). Entretanto o pH não se revelou

ácido em nenhum dos dois Ribeirões. Por outro lado, o Ribeirão Cafezal, com valores de condutividade elétrica mais elevados e que podem ser associados com aqueles típicos de ambientes impactados (poluídos), apresentou uma população de *I. schubarti* que tenderam a apresentar bocas maiores. Essa característica pode ser explicada pela necessidade de explorar um maior de nicho trófico em razão da possível redução de disponibilidade de recursos alimentares nesse Ribeirão que se revelou mais impactado, quando comparado ao Ribeirão Taquara (GAMBAROTTO, 2017).

CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que as populações de *I. schubarti* apresentaram variação ecomorfológica intra-específica entre os Ribeirões periurbano e rural, provavelmente associada aos eventos antrópicos aos quais estão submetidos. Dessa forma, foi possível verificar que a integridade ambiental dos ecossistemas pode afetar a morfologia da espécie.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR – Campus Londrina pelo apoio institucional, à Fundação Araucária pela bolsa de iniciação científica, ao Laboratório de Monitoramento Ambiental (LAMA) por ceder o espaço físico para realizar as análises e aos colaboradores do Laboratório de Ecologia Teórica e Aplicada (LETA).

REFERÊNCIAS

BREDA, L; OLIVEIRA, E.F.; 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; MORENO, P. **Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental**. II Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental, p. 206-223, 2006.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. Disponível em < <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em 2 de setembro de 2020.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826p.

GAMBAROTTO, B. L. **Redes de interação trófica de peixes em riachos expostos a diferentes pressões ambientais**. Programa de pós graduação em Engenharia Ambiental – Campus Londrina/Apucarana, 2017.

GATZ, A.J. **Community Organization in Fishes as Indicated by Morphological Features**. *Ecology*, v. 60, n. 4, p. 711-718, 1979.

MARCUCCI, C.R. **Diversidade taxonômica e funcional das assembleias de peixes ao longo do gradiente urbanização-agricultura**. Programa de pós graduação em Engenharia Ambiental – Campus Londrina/Apucarana, 2019.

MATTHEWS, W. J. **Patterns in Freshwater Fish Ecology**. Massachusetts, EUA: Kluwer Academic Publishers, 1998.

Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 357/2005**. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 30 de agosto de 2020.

OHLBERG, J.; STAAKS, G.; HOLKER, F. **Swimming efficiency and the influence of morphology on swimming costs in fishes**. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systematic, and Environmental Physiology*, v. 176, n. 1, p. 17-25, 2006.

OTA, R.; DEPRA, G.; GRAÇA, W.F.; PAVANELLI, C.S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: Revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 2, p.1-11, 2018.

PERES-NETO, P.R. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riachos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 6, p. 209-236, 1999.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária, 2005. v.1, 240p.

WAINWRIGHT, P. Ecological explanation through functional morphology: The feeding biology of sunfishes. **Ecology**, v. 77, n.5, p. 1336-1343, 1996.

WATSON, D.J.; BALON, E.K. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest stream of northern Borneo. **Journal of Fish Biology**, v. 25, n. 3, p. 371-384, 1984.

WINEMILLER, K. O. Ecomorphological Diversification in Lowland Freshwater Fish Assemblages from Five Biotic Regions. **Ecological Monographs**, v. 61, n.4, p. 343-365, 1991.