

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E  
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

MARA CRISTINA BALDASSO

A PERDA DE HABITAT DECORRENTE DE USOS DO SOLO PROMOVE  
ALTERAÇÕES NA ESTRUTURAÇÃO MORFOLÓGICA DA FAUNA DE PEIXES  
EM RIACHOS NEOTROPICAIS?

CASCADEL-PR

03/2019

Mara Cristina Baldasso

A perda de habitat decorrente de usos do solo promove alterações na estruturação morfológica da fauna de peixes em riachos neotropicais?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Área de Concentração: Ciências Ambientais  
Orientadora: Dra. Rosilene Luciana Delariva

Cascavel-PR

03/2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

BALDASSO, MARA CRISTINA A perda de habitat decorrente de usos do solo promove alterações na estruturação morfológica da fauna de peixes em riachos neotropicais? / MARA CRISTINA BALDASSO; orientador(a), Rosilene Luciana Delariva, 2019. 50 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Graduação em Ciências

Biológicas Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, 2019.

1. Peixes de água doce. 2. Morfotipos. 3. Gradiente ambiental. 4. Perda de habitat. I. Delariva, Rosilene Luciana. II. Título.

Mara Cristina Baldasso

A perda de habitat decorrente de usos do solo promove alterações na estruturação morfológica da fauna de peixes em riachos neotropicais?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais-Nível de Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, pela comissão Examinadora composta pelos membros:



---

Profa. Dra. Rosilene Luciana Delariva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



---

Dra. Anielly Oliveira

Universidade Estadual de Maringá



---

Prof. Dr. Luciano Lazzarini Wolff

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em 19 março de 2019

Local da defesa: Unioeste – Campus de Cascavel

## AGRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento será a Deus, pela força concedida nestes dois anos de trabalho, juntamente com minha família, que são meu alicerce em todos os momentos e dificuldades, sempre me dando amor, apoiando, incentivando a adquirir conhecimentos e ser uma pessoa melhor.

Ao meu pai, Hélio (in memória), que sempre foi o primeiro a me incentivar e apoiar em todas minhas decisões, que me ensinou a lutar e a ter fé, apesar de todo sofrimento e obstáculos que possam vir a ocorrer.

À Profa. Dr.<sup>a</sup> Rosilene Luciana Delariva pela confiança, apoio e paciência que sempre me orientou em todos os aspectos e me auxiliou nas tomadas de decisões. Também, pelo conhecimento dividido e por grandes experiências profissionais, intelectuais e pessoais compartilhados desde minha graduação.

Ao Prof. Dr.<sup>o</sup> Luciano Lazzarini Wolff, pela ajuda e partilha de conhecimentos nos trabalhos, por sempre estar disposto a me ajudar e principalmente pela amizade.

Aos amigos do Laboratório de Ictiologia, Ecologia e Biomonitoramento (LIEB) que sempre colaboraram nas coletas e em trabalhos de laboratório. Vocês fizeram toda a diferença nesses anos de laboratório!

Em especial, à Mayara e a Crislei que me acompanharam em todos os momentos, sempre me ajudando e auxiliando profissionalmente e pessoalmente, tenho certeza que nossa amizade será para sempre!

A minha irmã de coração, Natani, que foi primordial para meu crescimento pessoal e profissional nesses anos, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e incentivando em todas minhas loucuras e que nunca me deixou desanimar. Sem dúvida nossa amizade será para toda a vida independente do caminho que tomarmos!

À Unioeste, pelas oportunidades, espaço e estrutura fornecida para a realização das análises técnicas.

Ao Programa de Pós-graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, coordenação e professores pelas fundamentais contribuições ao longo do curso e a secretária assistente Márcia, por sempre estar de prontidão para tirar dúvidas.

À Capes, pelo auxílio financeiro.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	16
2. Materiais e Métodos .....	18
2.1 Área de estudo .....	18
2.2 Coleta de dados em campo.....	21
2.2.1. Variáveis ambientais.....	21
2.2.2. Peixes.....	21
2.3 Procedimentos em laboratório.....	22
2.4 Análise de dados .....	23
3. Resultados.....	24
4. Discussão .....	31
5. Agradecimentos.....	35
6. Conflito de interesse.....	35
7. Referências bibliográficas .....	35
8. Material suplementar .....	45

## Lista de figuras

**Figura 1.** Área de estudo em destaque a partir do mapa hidrográfico do Estado do Paraná. Os pontos indicam os pontos de coleta: Riachos florestados: F1-Manoel Gomes, F2-Pedregulho, F3-Arquimedes; Riachos rurais: R1-Rio da Paz, R2- Nene, R3-Bom Retiro; Riachos urbanos: U1-Cascavel, U2-Quati, U3-Afluente do Quati.

**Figura 2.** Ordenação da ictiofauna associada aos ambientes amostrados (A riachos preservados, (B) riachos rurais; (C) riachos urbanos, na bacia do baixo Iguaçu, Paraná, Brasil, produzida pelos dois primeiros eixos da análise de componentes principais (CP 1 e CP 2) aplicada à correlação dos 21 índices ecomorfológicos mais orientação da boca. Legenda: ● círculo vermelho escuro: *A. bifasciatus*; ◆ diamante cinza claro: *A. dissimilis*; ◆ diamante verde escuro: *A. gymnodontus*; ■ quadrado azul: *A. minor*; □ quadrado vermelho: *A. lacustres*; ▲ triângulo amarelo: *Astyanax* sp.; □ quadrado marrom: *B. ikaa*; ◇ diamante preto: *A. mullerae*; + mais verde: *C. carlae*; ● círculo roxo: *H. derbyi*; + mais roxo: *H. ancistroides*; ◆ diamante vermelho: *Heptapterus* sp.; ■ quadrado cinza: *Hoplias* sp.; ▲ triângulo roxo: *R. branneri*; \* asterisco preto: *R. voulezi*; ◇ diamante vermelho: *P. harpagos* fêmea; ▲ triângulo verde: *P. harpagos* macho; ● círculo azul: *P. reticulata* fêmea; ▲ triângulo rosa bebê: *P. reticulata* macho; ● círculo azul: *S. marmoratus*; ◆ diamante verde: *T. davisii*; □ quadrado amarelo: *T. mboyce*; ○ círculo azul: *T. stawiarski*; ▲ triângulo rosa: *T. sp 1*; ■ quadrado cinza claro: *T. sp 2*; ● círculo preto: *G. brasiliensis*; ◆ diamante roxo: *G. sylvius*; □ quadrado bordô: *G. paraguensis* e + mais amarelo: *G. inaequilabiatu*s. Código dos índices ecomorfológicos ver em tabela 2.

**Figura 3.** Relação entre os morfotipos e as variáveis ambientais dos dois primeiros eixos da RLQ das espécies ao longo da bacia do baixo rio Iguaçu. (A) Ordenação dos ambientes amostrados, códigos: ◆ diamante verde: ambientes preservados; ● círculo preto: ambiente rural e ■ quadrado cinza: ambiente urbano. (B) Ordenação das características ambientais, códigos: T°: temperatura e OD: oxigênio dissolvido. (C) Ordenação dos morfotipos, as figuras dos peixes foram adicionadas para ilustrar os morfotipos.

**Figura 4.** Representação das associações significativas ( $p < 0.05$ ) identificadas pelo método fourth-corner no mapa fatorial da análise RLQ. Associações positivas significativas são representadas por linhas vermelhas, e associações significativas negativas por linhas azuis. Os morfotipos são representados por círculos e as variáveis ambientais são representadas por triângulos. Códigos: Flo: área com vegetação nativa; Urb: urbanização; Turb: turbidez; LargM: largura média; Troncos: troncos e galhos; Subro: substrato rochoso; Supe: superfície; Nebe: nectobentônico e Nect: nectônico.

### **Lista de tabelas**

**Tabela 1.** Localização geográfica e descrição dos riachos e porcentagens de usos e ocupação do solo na bacia do baixo rio Iguaçu. Códigos: Flo = Florestado, Rur = Área de plantio, rural, Urb= Área com impermeabilização do solo.

**Tabela 2.** Descrição dos índices ecomorfológicos e suas respectivas explicações ecológicas.

**Tabela 3.** Autovetores, autovalores e porcentagem de explicabilidade dos dois primeiros eixos (CP 1 e CP 2) da análise de componentes principais (ACP) aplicada à matriz de correlação de 21 índices ecomorfológicos mais orientação da boca da ictiofauna exibida pelos ambientes preservados (P1, P2 e P3), na bacia do baixo Iguaçu, Paraná, Brasil. Os valores em negrito indicam os três respectivos autovetores que mais contribuíram negativamente, e os três autovetores que mais contribuíram positivamente para a formação de CP 1 e CP 2.

**Tabela 4.** Autovetores, autovalores e porcentagem de explicabilidade dos dois primeiros eixos (CP 1 e CP 2) da análise de componentes principais (ACP) aplicada à matriz de correlação de 21 índices ecomorfológicos mais orientação da boca da ictiofauna exibida pelos ambientes rurais (R1, R2 e R3), na bacia do baixo Iguaçu, Paraná, Brasil. Os valores em negrito indicam os três



respectivos autovetores que mais contribuíram negativamente, e os três autovetores que mais contribuíram positivamente para a formação de CP 1 e CP 2.

**Tabela 5.** Autovetores, autovalores e porcentagem de explicabilidade dos dois primeiros eixos (CP 1 e CP 2) da análise de componentes principais (ACP) aplicada à matriz de correlação de 21 índices ecomorfológicos mais orientação da boca da ictiofauna exibida pelos ambientes urbanos (U1, U2 e U3), na bacia do baixo Iguaçu, Paraná, Brasil. Os valores em negrito indicam os três respectivos autovetores que mais contribuíram negativamente, e os três autovetores que mais contribuíram positivamente para a formação de CP 1 e CP 2.

**Tabela 6.** Valores da Análise de Porcentagem de Similaridade (SIMPER – distância de Bray-curtis) e morfotipos mais representativos para cada ambiente. Código: DMG: dissimilaridade média geral e Contri: contribuição.

**Tabela 7.** Resultados da análise do RLQ. As frações R/RLQ e Q/RLQ representam a porcentagem de variância nas análises separadas das variáveis ambientais (R) e morfotipos (Q), representada pelos dois primeiros eixos do RLQ.

**Tabela 8.** Valores de correlação entre os morfotipos e as variáveis ambientais obtidas pela análise RLQ.

**Tabela 9.** Valores das associações significativas ( $p < 0.05$ ) identificadas pelo método Fourth-Corner da análise RLQ.

1 A perda de habitat decorrente de usos do solo promove alterações na  
2 estruturação morfológica da fauna de peixes em riachos neotropicais?

3

4 Resumo: Estudos da estrutura ecomorfológica da fauna de peixes são  
5 importantes para entender a relação entre a ocorrência de morfotipos e as  
6 condições ambientais em riachos. Nesse estudo partimos da hipótese que as  
7 assembleias de peixes apresentam menor ocorrência de ecomorfotipos em  
8 condições ambientais cuja perda de habitats é mais severa. Para isso foi  
9 avaliada de forma comparativa a estrutura ecomorfológica da fauna de peixes e  
10 variáveis ambientais em três grupos de riachos (preservados, rurais e urbanos)  
11 na bacia do baixo rio Iguaçu. Pretendemos responder as seguintes questões: i)  
12 ocorre simplificação e homogeneização do habitat em riachos mais  
13 antropizados? ii) os morfotipos de peixes são correlacionados com a  
14 configuração do habitat encontrados nos riachos? iii) quais indicadores de  
15 degradação ambiental melhor explicam as diferenças na estrutura  
16 ecomorfológica entre os grupos de riachos?. As variáveis ambientais  
17 mensuradas e a coleta dos peixes foram realizadas concomitantemente em  
18 quatro coletas em estações climáticas distintas entre maio de 2015 a fevereiro  
19 de 2016, e março de 2017 a setembro de 2018. Os peixes foram amostrados  
20 através da técnica de pesca elétrica, identificados e foram tomadas 26 medidas  
21 morfométricas e seis áreas relativas de 1338 indivíduos pertencentes a 29  
22 espécies. A classificação dos morfotipos foi feita a partir de 21 índices  
23 ecomorfológicos avaliados através da Análise de Componentes Principais  
24 (ACP). Verificou-se similaridade na composição da fauna de peixes relacionada  
25 aos morfotipos (nectônicos, nectobentônicos, bentônicos, margem e  
26 superfície), nos três grupos de riachos, embora as espécies que as  
27 compunham tiveram uma redução notável em sua abundância, além da  
28 ausência de espécies raras em ambientes mais degradados. O morfotipo que  
29 contribuiu para a dissimilaridade através da Análise de Porcentagem de  
30 Similaridade (SIMPER), entre os riachos preservados e rurais foi nectônico.  
31 Riachos urbanos diferenciaram-se dos demais principalmente pelo morfotipo de  
32 superfície. A análise de ordenação RLQ mostrou que morfotipo de superfície foi  
33 vinculado aos riachos urbanos caracterizados com maiores porcentagens de  
34 áreas urbanizadas ao entorno, maior largura com meso-habitat de poções,

35 substrato arenoso, maior condutividade e turbidez. Morfotipo de margem foi  
36 correlacionado aos riachos rurais, caracterizados por substrato de cascalhos e  
37 seixos. Os morfotipos nectônicos, bentônicos e nectobentônicos foram  
38 associados aos riachos preservados, com ambientes florestados, micro-habitat  
39 estruturado e diversificado com troncos e galhos, substrato rochoso, além de  
40 maiores valores de oxigênio dissolvido. Verificou-se que a combinação das  
41 variáveis ambientais que decorrem de alterações oriundas da perda da  
42 vegetação e assoreamento produziu homogeneização do habitat e redução de  
43 morfotipos, bem como predomínio de morfotipos composto por espécies  
44 tolerantes e generalistas.

45

46 Palavras-chave: Peixes de água doce, morfotipos, gradiente ambiental, perda  
47 de habitat, homogeneização

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67 Does habitat modification because of land use promote changes in the  
68 morphological structure of fish fauna in Neotropical streams?

69

70 Abstract: Studies about the ecomorphological structure of fish fauna is  
71 important to understand the relationship between the occurrence of  
72 morphotypes and the environmental conditions in streams. In this study we  
73 hypothesize that fish communities present lower morphological diversity in  
74 environmental conditions where habitat loss is more severe. For this, the  
75 ecomorphological structure of ichthyofauna and environmental variables were  
76 evaluated in three groups of streams (preserved, rural and urban) in the basin  
77 of the lower Iguaçú River. We intend to answer the following questions: i) there  
78 is habitat simplification and homogenization in more anthropized streams? ii)  
79 are the fish morphotypes correlated with the habitat configuration found in  
80 streams? iii) which are the indicators of environmental degradation best explain  
81 the differences in the ecomorphological structure between the groups of  
82 streams?. The environmental variables measured and the fish collection were  
83 carried out concomitantly in four collections at different climatic seasons  
84 between May 2015 and February 2016, and from March 2017 to September  
85 2018. The fish were sampled through the electrofishing technique, identified  
86 and performed 26 morphometric measures and six relative areas of 1338  
87 individuals belonging to 29 species. The classification of the morphotypes was  
88 made from 21 ecomorphological indexes evaluated through Principal  
89 Component Analysis (PCA). There was similarity in the composition of the fish  
90 fauna related to the morphotypes (nectonic, nectobenthic, benthic, margin and  
91 surface), in the three groups of streams, although the species that composed  
92 them had a remarkable reduction in their abundance, besides the absence of  
93 rare species in more degraded environments. The morphotype that contributed  
94 to dissimilarity through the Similarity Percentage Analysis (SIMPER) between  
95 the preserved and rural streams was nectonic. Urban streams differed from the  
96 others mainly by the surface morphotype. The ordering analysis RLQ surface  
97 morphotype was associated to urban streams characterized by higher  
98 percentages of urbanized areas, greater width with meso - habitat of potions,  
99 sandy substrate, higher conductivity and turbidity. Margin morphotype was  
100 correlated to rural streams, characterized by substrate of gravel and pebbles.

101 The nectonic, benthic and nectobenthic morphotypes were associated to the  
102 preserved streams, with forested environments, structured and diversified  
103 micro-habitat with trunks and branches, rocky substratum, and higher values of  
104 dissolved oxygen. It was verified that the combination of the environmental  
105 variables that result from alterations resulting from the loss of vegetation and  
106 silting resulted in habitat homogenization and reduction of morphotypes, as well  
107 as predominance of morphotypes composed of tolerant and generalist species.

108

109 key words: Freshwater fishes, morphotypes, environmental gradient, habitat  
110 loss, homogenization

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162

Artigo elaborado e formatado conforme  
as normas de publicação científica Hydrobiologia.  
Disponível em: (<https://www.springer.com/journal/10750/submission-guidelines>)

163 A perda de habitat decorrente de usos do solo promove alterações na  
164 estruturação morfológica da fauna de peixes em riachos neotropicais?

165

166 Does habitat modification because of land use promote changes in the  
167 morphological structure of fish fauna in Neotropical streams?

168

169 Mara Cristina Baldasso <sup>1</sup>, Rosilene Luciana Delariva <sup>2</sup>

170

171 <sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos  
172 Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Rua  
173 Universitária 2069, Caixa postal 711. CEP 85819-110. Cascavel, Paraná (PR),  
174 Brasil. E-mail: [mara\\_baldasso@hotmail.com](mailto:mara_baldasso@hotmail.com). ORCID: 0000-0001-6282-1558

175 <sup>2</sup> Docente na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências  
176 Biológicas e da Saúde. Rua Universitária 2069, Caixa postal 711. CEP 85819  
177 110. Cascavel, Paraná (PR), Brasil. E-mail: [rosilene.delariva@unioeste.br](mailto:rosilene.delariva@unioeste.br).  
178 ORCID: 0000-0002-6489-243

179

180 \*Corresponding author: [mara\\_baldasso@hotmail.com](mailto:mara_baldasso@hotmail.com)

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

## 1. Introdução

Peixes de água doce usam uma grande variedade de habitat com diferentes pressões seletivas (Dala-Corte et al., 2016; Leitão et al., 2018), que no conjunto direcionam desempenho natatório (Webb, 1984) e limita os ambientes que eles habitam com maior sucesso. Essa relação entre forma do corpo e fatores ambientais (Motta, Norton, & Luczkovich, 1995; Peres-Neto, 1999), também se baseia no conceito de que variações adaptativas no fenótipo são capazes de produzir diferenças no desempenho das espécies quanto ao uso de habitat e recursos (Gatz, 1979; Winemiller, 1991; Wolff, 2012). O arcabouço teórico a esse respeito tem ganhado respaldo e é consistente na inferência de que a morfologia das espécies é mais similar dentro de um mesmo morfotipo do que em morfotipos distintos. Assim, a ecomorfologia é considerada uma ferramenta eficaz na predição dos aspectos ecológicos das espécies.

A intrincada relação entre variáveis ambientais locais e a estruturação das assembleias de peixes (Ribeiro, Tereza, & Casatti, 2016; Córdova-Tapia, Hernández-Marroquín, & Zambrano, 2017; Neves et al., 2018), bem como, a ideia de “filtros ambientais” (Poff, 1997), na qual as variáveis ambientais podem selecionar características das espécies de bacias a micro-habitat, tem sido reconhecida. Consequentemente, a alteração das condições ambientais naturais causadas por impactos antrópicos podem atuar como filtros e limitar o estabelecimento e manutenção de determinadas espécies (Cunico, Agostinho, & Latini, 2006; Cunico et al., 2012; Delariva, Hahn, & Kashiwaqui, 2013; Dala-Corte et al., 2016; Delariva et al., 2018; Neves et al., 2018). A perda de habitat através da intensificação do uso do solo para variados fins como agricultura e urbanização no entorno dos ambientes aquáticos constitui uma das principais causas da perda da integridade ecológica da ictiofauna. A interferência dos variados usos do solo, reduz a biodiversidade e atua como um filtro na seleção de diferentes traços funcionais das espécies em cada tipo de ambiente (Allan, 2004; Bordignon et al., 2015; Casatti et al., 2015).

Ambientes minimamente impactados exibem comunidades com estruturação ecomorfológica da fauna de peixes heterogênea, quando comparados com ambientes alterados pela urbanização e/ou agricultura. Nesse



230 contexto, a alteração e homogeneização de habitat apontam para as  
231 assembleias com predominâncias de determinados morfotipos adaptados a  
232 condições físicas e químicas limitantes (Dala-Corte et al., 2016). As  
233 características abióticas em fina escala controlam a seleção e o uso do micro-  
234 habitat pelas espécies de peixes, resultando na seleção de determinadas  
235 espécies com morfologias específicas (Dala-Corte, & Fries, 2018).

236 Riachos são ambientes extremamente dinâmicos e diversos, modelados  
237 por variações marcantes nas características geomorfológicas, hidrológicas e do  
238 clima regional (Dudgeon, 2008). Essas peculiaridades decorrem em elevadas  
239 susceptibilidades a bruscas alterações nas variáveis ambientais predominantes  
240 nos ambientes circundantes. A maior fragilidade dos riachos, entretanto, não os  
241 tornam menos negligenciados no que se refere aos aspectos de preservação e  
242 conservação das suas paisagens no contexto de usos antrópicos do entorno.  
243 Os pequenos cursos d'água são os mais afetados com o impacto das  
244 atividades agrícolas e urbanização (Larentis et al., 2016; Delariva et al., 2018).  
245 Essas atividades comprometem uma fauna de peixes peculiar, muitas vezes  
246 endêmica, constituída por espécies de pequeno porte, com potencial de  
247 dispersão limitado e interações ecológicas complexas (Abilhoa, Duboc, & De  
248 Azevedo Filho, 2008; Casatti, 2010). Estudos já apontam para os severos  
249 efeitos das atividades antrópicas na estruturação de comunidades de riachos  
250 (Dala-Corte et al., 2016; Delariva et al., 2018), bem como ao nível  
251 individual/tecidual (Neves, Arruda Amorim, & Delariva, 2018; Nimet, Amorim, &  
252 Delariva, 2018). Embora estudos em riachos venham se intensificando nas  
253 últimas décadas, o conhecimento a respeito das espécies, bem como de seus  
254 aspectos biológicos e ecológicos ainda carecem de informações integradas e  
255 do ponto de vista das funções ecossistêmicas (Dias et al., 2016).

256 A região da bacia do Baixo rio Iguaçu é uma ecorregião importante  
257 caracterizada pelo elevado endemismo da fauna (Abell et al., 2008). Essa bacia  
258 hidrográfica é considerada de grande importância ecológica por possuir cerca  
259 de 70% de sua composição de espécies endêmicas, porém, com baixa riqueza  
260 de espécies quando comparada a outros afluentes do rio Paraná, bem como  
261 ausência de espécies migradoras (Bifi et al., 2006; Baumgartner et al., 2012).  
262 Apesar disso, muitos rios e riachos são drasticamente afetados por várias

263 atividades antrópicas e pouco se conhece sobre esses efeitos nessas  
264 assembleias de peixes tão singulares.

265 Considerando os riachos de cabeceira como ambientes mais propensos  
266 aos efeitos diretos do uso do solo nas áreas adjacentes, esse estudo parte da  
267 hipótese que as assembleias de peixes apresentam menor diversidade  
268 morfológica em condições ambientais mais severas. Para isso foi avaliada de  
269 forma comparativa a estrutura ecomorfológica da fauna de peixes e do habitat  
270 em três grupos de riachos (preservados, rurais e urbanos). Buscamos  
271 responder as seguintes questões: i) ocorre simplificação e homogeneização do  
272 habitat em riachos mais antropizados?; ii) os morfotipos de peixes são  
273 correlacionados com a configuração estrutural dos habitats encontrados nos  
274 diferentes grupos de riachos?; iii) quais indicadores de degradação de habitat  
275 melhor explicam a estrutura ecomorfológica dos peixes entre os grupos de  
276 riachos?. Temos como expectativas de que ocorrem diferentes morfotipos e  
277 que haja uma convergência estrutural de acordo com o gradiente ambiental,  
278 havendo maior estruturação em morfotipos nos riachos preservados cujos  
279 ambientes são mais heterogêneos.

280

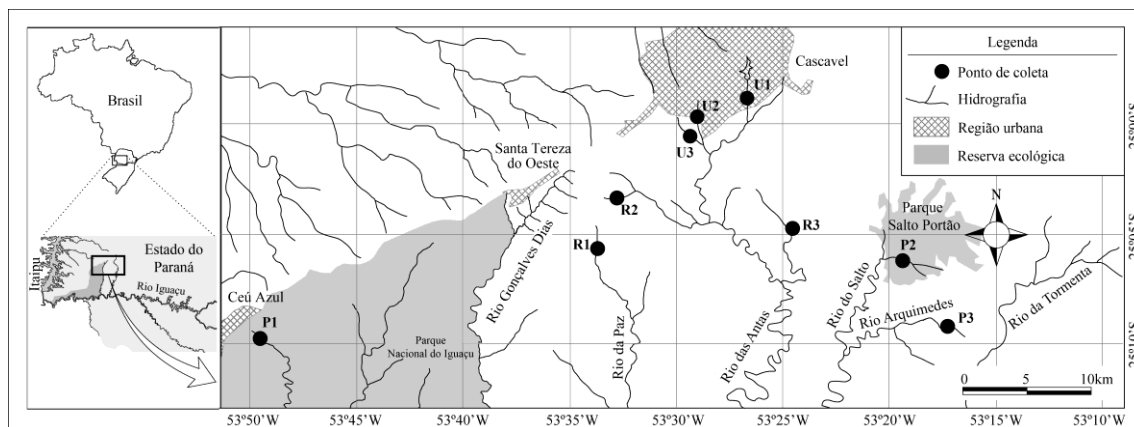
## 281 2. Materiais e Métodos

### 282 2.1 Área de estudo

283

284 A bacia do rio Iguaçu possui uma área de aproximadamente 55.110 Km<sup>2</sup>  
285 e compreende 116 municípios (Parolin, Volkmer-Ribeiro, & Leandrini, 2010).  
286 Apresenta clima subtropical úmido, temperaturas quentes no verão e sem  
287 estação seca no inverno. Foram selecionados nove riachos inseridos em  
288 microbacias com diferentes usos e ocupação do solo (Fig. 1, Tab. 1). A escolha  
289 e distribuição dos riachos seguiram o critério de que não apresentam ligação  
290 entre afluentes, sendo, portanto, considerados como réplicas de amostragem  
291 (Gotelli, & Ellison, 2011).

292



293

294 **Figura 1.** Área de estudo em destaque a partir do mapa hidrográfico do Estado  
 295 do Paraná. Os círculos indicam os pontos de coleta: Riachos  
 296 florestados/preservados: P1-Manoel Gomes, P2-Pedregulho, P3-Arquimedes;  
 297 Riachos rurais: R1-Rio da Paz, R2- Nene, R3-Bom Retiro; Riachos urbanos:  
 298 U1-Cascavel, U2-Quati, U3-Afluentes do Quati.

299

300 O cálculo da porcentagem de cobertura vegetal, bem como, áreas  
 301 agrícolas e urbanas foi obtido por meio do programa Google Earth Pro para  
 302 delimitação da área da microbacia (km<sup>2</sup>). Por meio da constatação do ponto em  
 303 que a elevação do terreno passa a decair, foram marcados vários pontos para  
 304 a definição de um polígono da área da microbacia, e realizada categorizações  
 305 de acordo com os seguintes critérios:

306 - Área com vegetação: remanescentes de floresta e presença de mata  
 307 ciliar dentro da área da microbacia;

308 - Área rural: definida pela presença de áreas de pastagens, plantios e  
 309 construções de propriedades;

310 - Área urbanizada: locais de impermeabilização do solo com construções  
 311 e atividades industriais.

312 Por meio dessa caracterização, os riachos foram classificados em:  
 313 florestados, quando estavam inseridos em áreas de preservação ou possuíam  
 314 mais de 50% de cobertura vegetal; rurais, quando apresentavam mais de 50%  
 315 do uso e ocupação da microbacia composta por atividades agrícolas e riachos  
 316 urbanos quando apresentaram alguma porcentagem de área urbanizada.

317

318 **Tabela 1.** Localização geográfica e descrição dos riachos e porcentagens de  
 319 usos e ocupação do solo na bacia do baixo rio Iguaçu. Códigos: Flo =  
 320 Florestado/ Preservado, vegetação nativa; Rur = Área de plantio, rural; Urb =  
 321 Área com impermeabilização do solo, construções residenciais e áreas  
 322 industriais; PNI = Parque Nacional do Iguaçu; RPPN = Reserva Particular do  
 323 Patrimônio Natural.  
 324

Pontos de amostragem	Descrição	Latitude	Longitude	Uso do solo %		
				Flo	Rur	Urb
P1: Manoel Gomes	Inserido no PNI	25°09'43.4"S	53°49'46.1"W	100	0	0
P2: Pedregulho	Inserido em área RPPN	25°06'6.10"S	53°18'41.3"W	75	25	0
P3: Arquimedes	Com cobertura vegetal, casas e criação de bovinos	25°09'10.6"S	53°16'39.4"W	66	34	0
R1: Rio da Paz	Área de entorno com cultivo, pouca floresta ripária, assoreamento e pneus no leito do rio, presença de gramíneas nas laterais do riacho	25°05'38.1"S	53°33'24.8"W	20	80	0
R2: Nene	Monocultura, floresta ripária constituída de mata nativa	25°03'25.6"S	53°32'28.9"W	7	93	0
R3: Bom retiro	Área de entorno constituída de cultivos casas e avicultura a montante, presença de gramíneas nas laterais do riacho	25°04'47.4"S	53°24'02.8"W	27	73	0
U1: Cascavel	Deposição de lixo, recebimento de esgoto doméstico, presença de gramíneas nas laterais do riacho	24°58'35.77"S	53°26'7.13"W	17	0	83
U2: Quati	Recebimento de desejos industriais e domésticos, deposição de lixos, presença de gramíneas nas laterais do riacho	24°59'3.28"S	53°28'30.18"O	3	0	97

U3: Afluente Quati	Recebimento de desejos de lava jato, esgoto industrial	25° 0'1.33"S	53°28'45.86"O	15	80	5
-----------------------	--	--------------	---------------	----	----	---

---

325

## 326 2.2 Coleta de dados em campo

327

## 328 2.2.1 Variáveis ambientais

329

330 Para caracterizar as condições ambientais em cada ponto de coleta  
 331 foram avaliadas métricas relativas aos fatores físicos e químicos da água:  
 332 sólidos totais – mg/L, temperatura - °C, oxigênio dissolvido – mg/L<sup>-1</sup>,  
 333 condutividade da água - μS.cm<sup>-1</sup>, e pH. Para obtenção destas variáveis utilizou  
 334 se a sonda multiparâmetros HORIBA® U-50 colocada a 20 cm abaixo da  
 335 superfície da água. Profundidade média (cm), mensurada com uma fita métrica,  
 336 foi determinada através de cinco medidas equidistantes ao longo do eixo  
 337 transversal do riacho, largura do canal (m) tomada ao longo do mesmo eixo  
 338 transversal onde a profundidade foi estimada, sendo determinada como a  
 339 média aritmética de três observações para cada unidade amostral

340 Em adição as variáveis físico-químicas, foram registradas características  
 341 do habitat, como presença de meso-habitat (poção, corredeira e remanso) de  
 342 acordo com Frissell et al., (1986) e Arndt, & Fernandez, (2017), tipos de  
 343 substratos, os quais foram selecionados de acordo com a granulometria  
 344 definida por Gordon et al., (2004), sendo estes: substrato rochoso (substrato  
 345 contínuo e matacão) (>50 mm de diâmetro), seixos (15 – 50 mm), cascalho (5 –  
 346 15 mm), areia (<15 mm). Porcentagem de troncos e galhos, substrato e  
 347 presença de meso-habitat foram quantificados a partir da inspeção visual do  
 348 leito do riacho, estabelecendo-se um percentual relativo para cada categoria.

349

## 350 2.2.2 Peixes

351

352 Foram realizadas quatro coletas em estações climáticas distintas entre  
 353 maio de 2015 a fevereiro de 2016, e março de 2017 a setembro de 2018,  
 354 utilizando a técnica de pesca elétrica, com três passadas de 30 minutos em um  
 355 trecho de 50 m. O equipamento foi constituído de um gerador portátil de  
 356 corrente elétrica alternada (Honda, 220V podendo atingir até 600V, 50-60Hz,

357 3,4-4,1 A, 100W), ligado a dois eletrodos por um cabo multifilamento flexível  
358 com 50 metros de extensão. Os peixes coletados foram anestesiados (de  
359 acordo com os procedimentos aprovados pelo Comitê de Ética em  
360 Experimentação Animal, com o projeto aprovado em 11-02-2014 intitulado  
361 “Ecologia de peixes de riachos sob diferentes intervenções antrópicas na  
362 fisiografia das bacias hidrográficas”) e fixados em formol 10%. Exemplares  
363 testemunhos foram depositados na coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisas  
364 em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura, Universidade Estadual de Maringá,  
365 Maringá-PR, Brasil.

366

### 367 2.3 Procedimentos em laboratório

368

369 Os peixes foram identificados (Graça, & Pavanelli, 2007; Baumgartner et  
370 al., 2012; Ota et al., 2018) e foi mensurado o comprimento total e padrão (cm)  
371 com auxílio de ictiômetro, e peso total (g) com auxílio de balança analítica,  
372 posteriormente preservados em álcool 70%.

373 Foram tomadas 26 medidas lineares e seis áreas, relacionadas ao  
374 tronco, nadadeiras, cabeça, olhos e boca, conforme Gatz, (1979), Norton  
375 (1995), Breda, Oliveira, & Goulart, (2005), Oliveira, & Bennemenn, (2005), de  
376 no máximo 45 indivíduos para cada espécie, relacionadas à ocupação do  
377 habitat, comportamento natatório e ecologia trófica das espécies. Nas espécies  
378 *Poecilia reticulata* e *Phalloceros harpagos*, que apresentam dimorfismo sexual  
379 acentuado, as medidas foram feitas para ambos sexos.

380 As 26 medidas morfométricas lineares e as seis áreas foram tomadas do  
381 lado esquerdo dos indivíduos, sendo obtidas com o auxílio de um paquímetro  
382 digital. Para o cálculo das áreas das nadadeiras, foram desenhadas em  
383 material plástico e posteriormente escaneadas e inseridas no software  
384 AutoCAD 2018 para o cálculo da área interna da figura. Essas variáveis foram  
385 convertidas em 21 índices ecomorfológicos (Tab. 2, ver material suplementar).  
386 Adicionalmente, a variável “orientação da boca” foi adicionada, sendo 1 -  
387 posição superior, 2 - posição terminal, 3 - posição ventralmente oblíqua e 4 -  
388 posição ventral, conforme descrição de Baumgartner et al., (2012). Peixes com  
389 boca superior e terminal obtêm seu alimento na coluna d’água, enquanto  
390 aqueles com boca ventral ou ventralmente oblíqua obtêm seu alimento junto ao

391 substrato (Watson, & Balon, 1984; Hugueny, & Pouilly, 1999; Pouilly et al.,  
392 2003).

393

#### 394 2.4 Análise de dados

395

396 Para realizar a classificação dos morfotipos em cada grupo de riachos  
397 amostrado (riachos preservados, rurais e urbanos) foi utilizada uma Análise de  
398 Componentes Principais (ACP), aplicada sobre a matriz de correlação dos 21  
399 índices ecomorfológicos, além da métrica orientação da boca. O critério  
400 adotado para a retenção dos eixos (componentes principais) seguiu o método  
401 de aleatorização de Broken-Stick, no qual se interpretam somente aqueles  
402 eixos que apresentam autovalores maiores do que os gerados ao acaso  
403 (Jackson, 1993). Para verificar se a estruturação morfológica das comunidades  
404 em cada riacho representa uma estrutura significativa, foi aplicada uma Análise  
405 de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) nos eixos 1 e 2 da  
406 ACP, com 9999 permutações aleatórias (Anderson, 2001).

407 Para verificar qual morfotipo teve maior contribuição para diferenciação  
408 dos ambientes amostrados, foi realizada uma Análise de Porcentagem de  
409 Similaridade (SIMPER), (Clarke, 1993).

410 Para testar relações entre os morfotipos e variáveis ambientais,  
411 utilizamos a análise de ordenação RLQ (Dolédec et al., 1996). A RLQ é uma  
412 técnica multivariada, derivada da co-inércia, que permite relacionar duas ou  
413 mais matrizes (Borcard et al., 2011; Dunck et al., 2016; Santos et al., 2017). A  
414 RLQ resulta em pontuações para as amostras, considerando a relação entre  
415 morfotipos e variáveis ambientais ao longo dos eixos ortogonais. Neste estudo,  
416 as matrizes utilizadas foram: matriz R contendo dados ambientais; uma matriz  
417 Q de presença e ausência de morfotipos, e uma matriz L contendo a  
418 abundância das espécies coletadas em cada local de amostragem que liga as  
419 matrizes R e Q. Previamente a análise de RLQ, devido ao grande número de  
420 variáveis ambientais e possíveis correlações entre elas, foi realizada a análise  
421 de correlação de Spearman ( $\rho$ ) entre pares dessas variáveis para excluir um  
422 dos mais correlacionados ( $\rho > 0,50$ ).

423 Em cada matriz, uma ordenação independente foi realizada de acordo  
424 com a natureza dos dados. A matriz L foi transformada em raiz quadrada para

425 reduzir a influência das espécies dominantes na análise da estrutura de  
426 comunidade (Sokal, & Rohlf, 1995) e submetida a uma Análise de  
427 Correspondência (AC) (Legendre, & Legendre, 2012), a matriz R foi  
428 transformada em logaritmo e submetida Análise de Hill-Smith (Hill, & Smith,  
429 1976) e a matriz Q foi analisada por uma Análise de Componentes Principais  
430 (ACP). O resultado da RLQ é uma combinação linear de variáveis ambientais  
431 (matriz R) e morfotipos (matriz Q) que maximiza a covariância entre estes  
432 grupos de variáveis, mediadas pela abundância de espécies (matriz L). Para  
433 medir e testar as múltiplas associações entre os morfotipos e as variáveis  
434 ambientais (através de randomizações) foi utilizado o teste de permutação  
435 Fourth-Corner (Dray, & Legendre, 2008), uma vez que, a ordenação fornecida  
436 pela análise RLQ atribui pontuações as espécies, locais, características e  
437 variáveis ambientais ao longo de eixos ortogonais e produz apenas um resumo  
438 gráfico das principais estruturas.

439 As análises ACP, PERMANOVA e SIMPER, foram realizadas no  
440 programa PAST 2.08 (Paleontological Statistic Software) (Hammer, Harper, &  
441 Ryan, 2001). As análises de Correlação de Spearman, RLQ e Fourth-Corner  
442 foram realizadas no programa R (R Core Team, 2015). Para a RLQ, foi  
443 utilizada o pacote «ade4» versão 1.7-10 (Dray, & Dufour, 2007). Além disso,  
444 "dudi.coa" foi usado para executar a CA com a matriz L, o "dudi.hillsmith" para  
445 realizar a análise de Hill-Smith com a matriz R e a PCA para a matriz Q. As  
446 figuras foram reconstruídas no programa STATISTIC 7.0. O nível de  
447 significância estatística adotado para todas as análises foi de  $p < 0,05$ .

448

### 449 3 Resultados

450 Foram realizadas as medidas morfológicas de 1.338 indivíduos  
451 pertencentes a 29 espécies. A ictiofauna apresentou ampla variação  
452 ecomorfológica interespecífica, apresentando os principais ecomorfotipos de  
453 peixes nos três grupos de riachos (Figura 2 A, B e C, Tabela 3, 4 e 5 ver  
454 material suplementar), diferenciando-se pela composição de espécies para  
455 cada morfotipo nos diferentes ambientes. Diferenças morfológicas significativas  
456 entre as espécies foram observadas nos três grupos de riachos, preservados,

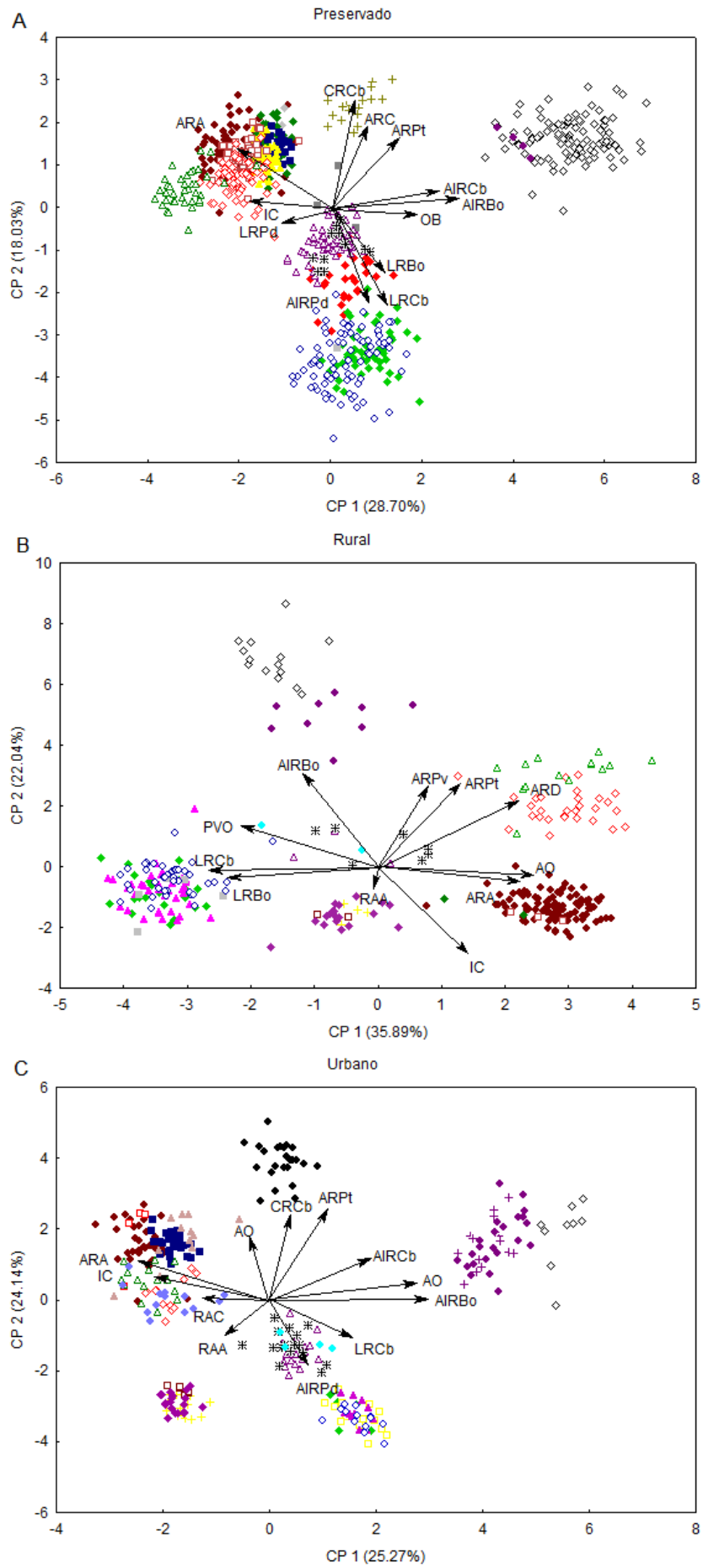


457 rurais e urbanos (PERMANOVA; Pseudo-F = 923,8;  $p$  0,0001; Pseudo-F =  
458 432,6;  $p$  0,0001; Pseudo-F = 444,3;  $p$  0,0001, respectivamente).

459 Morfotipo nectônico e de superfície foi constituído por indivíduos com  
460 corpos comprimidos lateralmente, nadadeira caudal e anal maiores e olhos  
461 laterais, representado principalmente por espécies de lambaris (*Astyanax*  
462 *bifasciatus*, *Astyanax dissimilis*, *Astyanax gymnodontus*, *Astyanax minor*,  
463 *Astyanax* sp. (em descrição), e *Bryconamericus ikaa* em riachos preservados;  
464 *A. bifasciatus*, *A. gymnodontus* e *B. ikaa* em riachos rurais e *A. bifasciatus*,  
465 *Astyanax lacustris*, *A. minor* e *B. ikaa* em riachos urbanos), e *Phalloceros*  
466 *harpagos* encontrados nos três ambientes, além de, *Poecilia reticulata* que  
467 ocorreu apenas nos riachos urbanos, respectivamente.

468 O morfotipo nectobentônico, constituído por indivíduos com bocas e  
469 cabeças mais largas e pedúnculo caudal mais alto, como os bagres (*Rhamdia*  
470 *branneri*, *Rhamdia voulezi* e *Heptapterus* sp. (exclusivo do ambiente  
471 preservado), candiru (*Trichomycterus davisii*, *Trichomycterus stawiarski* e  
472 *Trichomycterus* sp. 2 – riachos preservados; adicionalmente *Trichomycterus* sp.  
473 1 para riachos rurais e *Trichomycterus mboyce* para os riachos urbanos) e  
474 *Geophagus brasiliensis* (riachos urbanos) com cabeça e área relativa da  
475 nadadeira peitoral maior. O morfotipo bentônico foi composto de espécies com  
476 boca ventral, cabeças e nadadeiras maiores como as espécies *Ancistrus*  
477 *mullerae* e *Hypostomus derbyi* e *Corydoras carlae* nos riachos preservados, *A.*  
478 *mullerae* e *Hypostomus ancistroides* nos riachos rurais e *A. mullerae*, *H.*  
479 *ancistroides* e *H. derbyi* nos riachos urbanos. O morfotipo de margem foi  
480 composto pela espécie *Hoplias* sp. no ambiente preservado, diferenciando-se  
481 das espécies encontrados nos riachos rurais e urbanos representado por  
482 espécies de morenitas (*Gymnotus sylvius*, *Gymnotus inaequilabiatus* e  
483 *Gymnotus paraguensis*) com nadadeira anal maior, e mussum (*Synbranchus*  
484 *marmoratus*), incluindo *Gymnotus paraguensis* nos riachos urbanos.

485



487 **Figura 2.** Ordenação da ictiofauna associada aos ambientes amostrados (A)  
 488 riachos preservados, (B) riachos rurais; (C) riachos urbanos, na bacia do baixo  
 489 Iguaçu, Paraná, Brasil, produzida pelos dois primeiros eixos da análise de  
 490 componentes principais (CP 1 e CP 2) aplicada à correlação dos 21 índices  
 491 ecomorfológicos mais orientação da boca. Legenda: ● círculo vermelho escuro:  
 492 *A. bifasciatus*; ◆ diamante cinza claro: *A. dissimilis*; ◆ diamante verde escuro: *A.*  
 493 *gymnodontus*; ■ quadrado azul: *A. minor*; □ quadrado vermelho: *A. lacustres*;  
 494 ▲ triângulo amarelo: *Astyanax* sp.; □ quadrado marrom: *B. ikaa*; ◇ diamante  
 495 preto: *A. mullerae*; + mais verde: *C. carlae*; ● círculo roxo: *H. derbyi*; + mais  
 496 roxo: *H. ancistroides*; ◆ diamante vermelho: *Heptapterus* sp.; ■ quadrado cinza:  
 497 *Hoplias* sp.; ▲ triângulo roxo: *R. branneri*; \* asterisco preto: *R. voulezi*; ◇  
 498 diamante vermelho: *P. harpagos* fêmea; ▲ triângulo verde: *P. harpagos* macho;  
 499 ● círculo azul: *P. reticulata* fêmea; ▲ triângulo rosa bebê: *P. reticulata* macho;  
 500 ● círculo azul: *S. marmoratus*; ◆ diamante verde: *T. davisii*; □ quadrado amarelo:  
 501 *T. mboyce*; ○ círculo azul: *T. stawiarski*; ▲ triângulo rosa: *T. sp 1*; ■ quadrado  
 502 cinza claro: *T. sp 2*; ● círculo preto: *G. brasiliensis*; ◆ diamante roxo: *G. sylvius*;  
 503 □ quadrado bordô: *G. paraguensis* e + mais amarelo: *G. inaequilabiatus*.  
 504 Código dos índices ecomorfológicos ver em tabela 2.

505

506 O morfotipo nectônico foi o que mais contribuiu para a dissimilaridade  
 507 entre os riachos preservados e rurais (Tab. 6). Riachos urbanos diferenciaram-  
 508 se dos demais principalmente pela maior abundância do morfotipo de  
 509 superfície (Tab. 6).

510

511 **Tabela 6.** Valores da Análise de Porcentagem de Similaridade (SIMPER –  
 512 distância de Bray-curtis) e morfotipos mais representativos para cada ambiente.  
 513 Código: DMG: dissimilaridade média geral e Contri: contribuição.

514

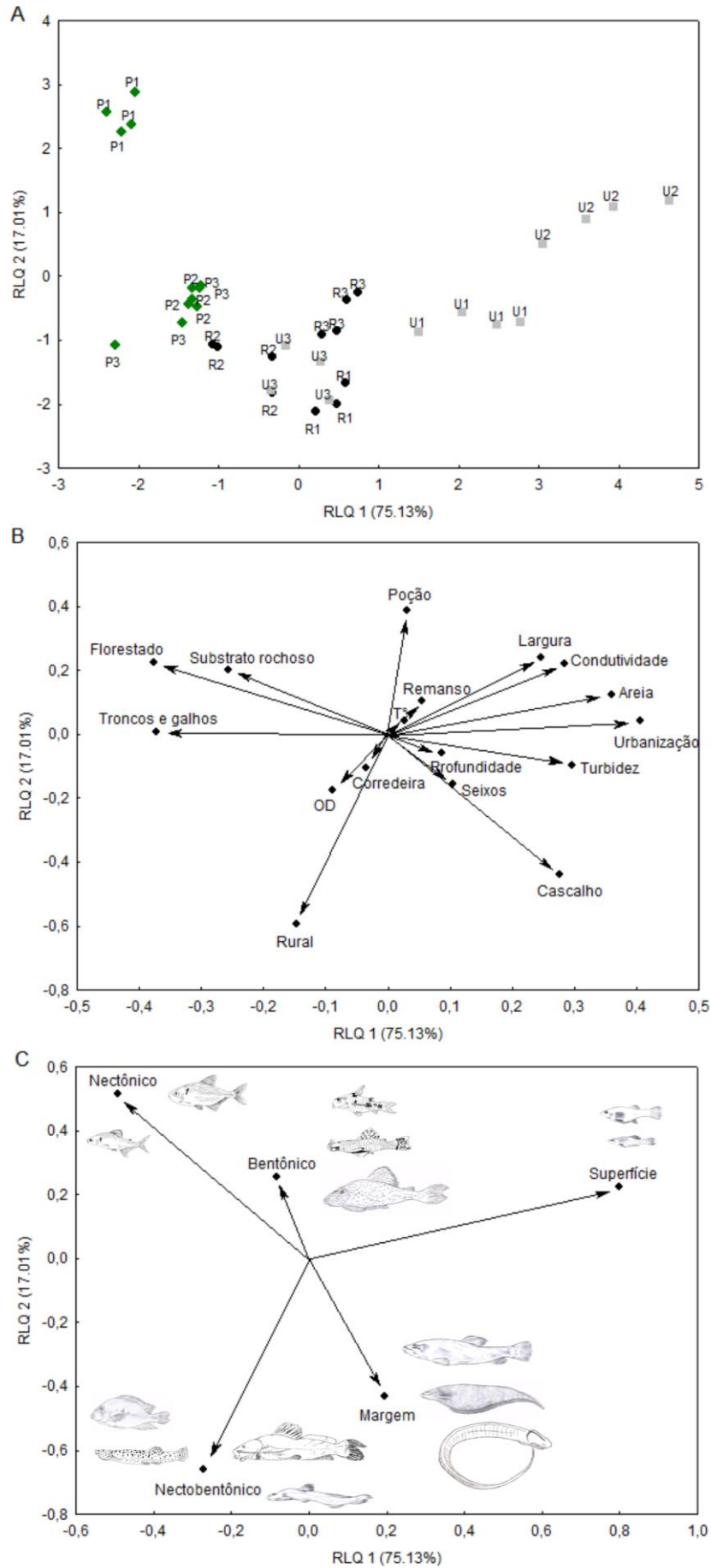
Par A x B	DMG	Morfotipos influentes (> 50%)	Contri. (%)	Contri. cumulativa (%)	Abundância média A	Abundância média B
Preservados x Rurais	64.1	Nectônico	41,19	41,19	415	84,7
		Bentônico	28,72	69,91	233	14,3
Preservados x Urbanos	64.94	Superfície	33,57	33,57	96,7	373
		Nectônico	32,31	65,88	415	55,7
Rurais x Urbanos	63.32	Superfície	43,55	43,55	39,3	373
		Nectobentônico	26,21	69,76	97,3	128

515

516 Os dois primeiros eixos da RLQ com autovalores de 1,39 e 0,31 para os  
517 eixos 1 e 2, respectivamente, representaram 92,14% da variância total. Foram  
518 observadas fortes associações entre a estrutura ecomorfológica das  
519 comunidades e as características ambientais dos riachos amostrados (Fig. 3,  
520 Tabs. 7 e 8 ver material suplementar). No eixo 1 da RLQ foram segregados  
521 positivamente o morfotipo de superfície associado aos riachos urbanos,  
522 juntamente com maior porcentagem de áreas urbanizadas no entorno, maior  
523 largura dos ambientes, meso-habitat de poções, compostos por substrato  
524 arenoso, maior condutividade elétrica e turbidez. Morfotipo de margem foi  
525 vinculado aos riachos rurais (R1 e R3), compostos de substrato de cascalhos e  
526 seixos. Os morfotipos nectônicos, bentônicos e nectobentônicos foram  
527 dispostos nos escores negativos associados aos riachos preservados,  
528 destacando-se o riacho Manoel Gomes/P1, e ao riacho rural (R2), com  
529 vegetação ripária circundante, micro-habitat estruturado e diversificado com  
530 troncos e galhos em seus leitos, substrato rochoso, e maiores valores de  
531 oxigênio dissolvido.

532 O segundo eixo da RLQ foi correlacionado positivamente ao morfotipos  
533 nectônicos e bentônicos associados ao riacho P1, e o morfotipo de superfície  
534 ao riacho U2, composto de substrato arenoso e de maior condutividade, além  
535 de meso-habitat de poção. Negativamente, os morfotipos nectobentônicos e de  
536 margem foram relacionados aos riachos preservados e rurais, respetivamente,  
537 composto de meso-habitat de corredeira com presença de seixos e cascalhos.

538

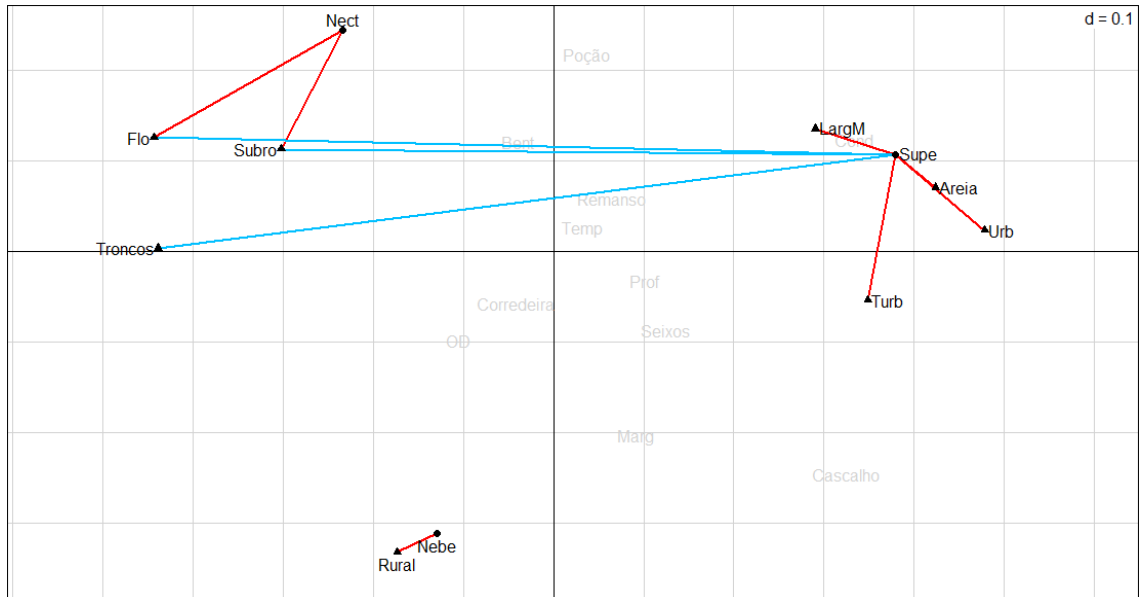


540 **Figura 3.** Relação entre os morfotipos e as variáveis ambientais dos dois  
 541 primeiros eixos da RLQ das espécies ao longo da bacia do baixo rio Iguaçu. (A)  
 542 Ordenação dos ambientes amostrados, códigos: ◆ diamante verde: ambientes  
 543 preservados; ● círculo preto: ambiente rural e ■ quadrado cinza: ambiente  
 544 urbano. (B) Ordenação das características ambientais, códigos: T°:  
 545 temperatura e OD: oxigênio dissolvido. (C) Ordenação dos morfotipos, as  
 546 figuras dos peixes foram adicionadas para ilustrar os morfotipos.

547

548 A representação das associações significativas identificadas pelo  
 549 método Fourth-Corner no mapa fatorial mostrou os principais padrões de  
 550 variação e correlação positivas e negativas (Fig. 4, Tab. 9). Destaca-se  
 551 morfotipos de superfície positivamente correlacionados com largura, turbidez e  
 552 substrato arenoso associados a urbanização e morfotipos nectônicos  
 553 associados a ambientes florestados com presença de substrato rochoso.  
 554 Negativamente foi correlacionado morfotipo de superfície com ambientes  
 555 florestados, substrato rochoso e presença de troncos e galhos (Fig. 4, Tab. 9).

556



557

558 **Figura 4.** Representação das associações significativas ( $p < 0,05$ ) identificadas  
 559 pelo método fourth-corner no mapa fatorial da análise RLQ. Associações  
 560 positivas significativas são representadas por linhas vermelhas, e associações  
 561 significativas negativas por linhas azuis. Os morfotipos são representados por  
 562 círculos e as variáveis ambientais são representadas por triângulos. Códigos:  
 563 Flo: área com vegetação nativa; Urb: urbanização; Turb: turbidez; LargM:

564 largura média; Troncos: troncos e galhos; Subro: substrato rochoso; Supe:  
565 superfície; Nebe: nectobentônico e Nect: nectônico.

566

567 **Tabela 9.** Valores das associações significativas ( $p < 0.05$ ) identificadas pelo  
568 método Fourth-Corner da análise RLQ.

569

Variáveis ambientais/ Morfotipo	R	p
Substrato rochoso x Nectônico	0.42	0.03
Florestado x Nectônico	0.43	0.03
Rural x Nectobentônico	0.38	0.001
Turbidez x Superfície	0.48	0.01
Largura média x Superfície	0.54	0.01
Areia x Superfície	0.64	0.0002
Urbanização x Superfície	0.67	0.001
Substrato rochoso x Superfície	-0.5	0.01
Tronco e galhos x Superfície	-0.5	0.008
Florestado x Superfície	-0.5	0.01

570

#### 571 4 Discussão

572 A similaridade na composição da ictiofauna e as fortes correlações dos  
573 diferentes morfotipos aos grupos de riachos foram influenciadas pela  
574 magnitude das variáveis ambientais preponderantes em cada ambiente  
575 submetido aos diferentes usos do solo. A notável redução da abundância, além  
576 da ausência de espécies raras como *C. carlae* e *Heptapterus* sp. em riachos  
577 submetidos a alteração do entorno corroboram que a perda de habitat  
578 modificou a estruturação da fauna de peixes.

579 Os morfotipos nectônicos (*Astyanax* spp. e *B. ikaa*) e de superfície (*P.*  
580 *harpagos* e *P. reticulata*), compartilham corpos comprimidos e olhos laterais  
581 maiores, além de nadadeira anal, dorsal e caudal bifurcada para lambaris.  
582 Essas características são importantes para o desempenho natatório como  
583 capacidade de estabilização e frenagem (Breda, Oliveira, & Goulart, 2005;  
584 Oliveira et al., 2010). A relação aspecto da nadadeira peitoral que indica  
585 nadadeiras longas e estreitas, do mesmo modo, indica eficácia para o nado  
586 ativo (Watson, & Balon, 1984). As espécies nectônicas pertencentes à família  
587 Characidae nadam continuamente através de várias seções da coluna de água  
588 (Casatti, & Castro, 2006), por conseguinte, a maior acuidade visual

589 apresentada por essas espécies beneficiam na visualização dos itens  
590 alimentares dispostos na coluna d'água (Gatz, 1979) e permitem um  
591 generalismo de habitat para esse morfotipo.

592 As espécies de cascudos com nadadeiras peitorais e pélvicas maiores,  
593 compuseram o morfotipo bentônico. Esses peixes são tipicamente habitantes  
594 de trechos com corredeiras e as características desse morfotipo favorece sua  
595 manutenção e deslocamento no substrato (Casatti, & Castro, 1998; Kerfoot Jr.,  
596 & Schaefer, 2006). Cabeça e boca mais largas e pedúnculo caudal mais alto,  
597 foram responsáveis pela segregação do morfotipo nectobentônico (bagres e  
598 *Trichomycterus*, respectivamente), tais características estão mais associadas à  
599 capacidade de alimentação e obtenção de presas maiores (Gatz, 1979,  
600 Watson, & Balon, 1984), enquanto pedúnculos altos é um atributo  
601 ecomorfológico de nadadores menos ativos e ágeis (Gatz, 1979). Corpos  
602 alongados com olhos localizados dorsalmente apresentados pelos  
603 nectobentônicos de modo geral lhes permitem explorar com sucesso os  
604 pequenos espaços entre as rochas, além de nadar perto do fundo onde  
605 exploram todos os compartimentos do ambiente, bem como recursos tróficos.

606 As características morfológicas de melhor performance natatória e  
607 mesmo de busca de alimento compuseram os diferentes morfotipos verificados  
608 na ictiofauna dos riachos. Diferentes combinações de espécies compuseram os  
609 morfotipos de acordo com o gradiente de uso do solo de cada riacho.  
610 Ambientes preservados diferenciaram-se pela maior heterogeneidade  
611 ambiental, favorecendo morfotipos funcionalmente distintos. Os riachos  
612 preservados se destacaram principalmente pela presença de morfotipos  
613 nectônicos com características morfológicas que propiciam melhor  
614 desempenho em manobras e que favorece a ocupação de habitat lânticos e  
615 estruturados, como por exemplo a presença de troncos e galhos no leito. Além  
616 disso, o substrato rochoso e menos assoreado propiciou a presença de  
617 morfotipos bentônicos e nectobentônicos. Habitats mais heterogêneos  
618 fornecem suporte a taxas mais elevadas de produtividade primária e  
619 secundária, fornecendo aos peixes diferentes oportunidades de exploração de  
620 micro-habitat e forrageamento (Willis, Winemiller, & Lopez-Fernandez, 2005;  
621 Leal, Junqueira, & Pompeu, 2011). A presença de vegetação no entorno  
622 constitui uma fonte de materiais que adentram nos riachos e que fomentam a



623 produtividade e oportunidades de exploração por distintos morfotipos em toda a  
624 coluna d'água (desde nectônicos até bentônicos) (Baldasso et al., 2019).

625 As fortes relações com o uso do entorno foram também evidenciadas  
626 quando considerado os efeitos do uso do solo por agricultura nas comunidades  
627 de peixes. Os morfotipos encontrados nos riachos rurais foram dependentes da  
628 magnitude de uso da bacia. Riachos rurais, com grau intermediário de  
629 modificação estrutural do ambiente e química da água, foram caracterizados  
630 por abrigar resquícios da fauna original em menores abundâncias, como a  
631 presença de morfotipos nectônicos e bentônico, se destacando pela presença  
632 de nectobentônicos. Ao mesmo tempo verificou-se favorecimento de ocorrência  
633 de morfotipos capazes de suportarem alterações no ambiente, como o  
634 morfotipo de margem composto de espécies de *Gymnotus* e *Synbranchus*. Os  
635 riachos com leito de cascalho e com pouca ou nenhuma contribuição dos  
636 componentes de vegetação ripária arbórea (ex. troncos, galhos, raízes  
637 submersas), com bancos de gramíneas marginais, representaram um  
638 importante refúgio para esse morfotipo. Os habitantes de margens com  
639 características morfofuncionais distintas dos demais morfotipos que compõe as  
640 comunidades estudadas, habitam preferencialmente os riachos com margens  
641 ocupadas por gramíneas parcialmente submersas (Ferreira, & Casatti, 2006,  
642 Casatti, Paula Ferreira, & Carvalho, 2009). A ocupação das margens por  
643 gramíneas em substituição as florestas, gera condições ambientais que  
644 favorece a ocorrência de morfotipos compostos por espécies tolerantes, mas  
645 que permitiram a presença de morfotipos residuais da fauna original (riachos  
646 preservados).

647 As condições ambientais mais alteradas e severas como alta  
648 condutividade, turbidez, assoreamento (presença de areia) e baixa oxigenação  
649 foram verificadas nos riachos urbanos, o que favoreceu a ocorrência de  
650 morfotipo de superfície. Ajustes morfológicos, comportamentais e fisiológicos  
651 (capacidade de respirar oxigênio do ar devido as trocas gasosas no estômago  
652 apresentadas pelas espécies *H. derbyi* e *H. ancistroides*) apresentadas pelos  
653 morfotipos de superfície e bentônico (Schmidt-Nielsen, 1999, Mahon 1984; Py-  
654 Daniel, 1984; Blanck, Tedesco, & Lamouroux, 2007), lhes conferiram  
655 vantagens nesses riachos. Esses riachos favorecem morfotipo associado a  
656 dieta detritívora, uma vez que ocorre alta deposição de nutrientes e matéria

657 orgânica carregada pela lixiviação das áreas impermeabilizadas. O processo de  
658 assoreamento do leito dos riachos urbanos implicam em simplificação  
659 estrutural extrema, a qual seleciona apenas espécies tolerantes compondo os  
660 principais morfotipos encontrados nesses ambientes.

661 A forte relação entre as características morfológicas e as condições  
662 físicas e químicas dos diferentes grupos de riachos aqui analisados sugerem a  
663 atuação de filtros ambientais, determinando a ocorrência e dominância de  
664 morfotipos de superfície e bentônicos em riachos urbanos e morfotipos de  
665 margem em riachos rurais. O morfotipo nectônico associado a ambientes  
666 estruturalmente complexos foram afetadas por reduções na complexidade e  
667 estabilidade do leito em riachos urbanos e rurais, levando a uma redução das  
668 espécies que exploram esse compartimento. Assim, as variáveis ambientais  
669 atuaram como um filtro, removendo as espécies que não possuem atributos  
670 que possibilitam sua persistência sob um conjunto de condições adversas  
671 (Keddy, 1992; Poff, 1997), tais como as que ocorreram nos riachos urbanos e  
672 rurais.

673 A correlação positiva entre morfotipo de superfície e as variáveis  
674 ambientais de areia, turbidez, largura do riacho e urbanização, foi mediada pelo  
675 declínio na condição do substrato pelo aumento do assoreamento, ou seja, o  
676 uso do solo alterou consistentemente a morfologia do canal e a estrutura física  
677 do leito desses riachos. O aumento da erosão do solo, com consequente  
678 desestabilização das margens, resultantes da urbanização, contribuiu para a  
679 homogeneidade geral do substrato, resultando na prevalência apenas do  
680 morfotipo de superfície. Essa sedimentação com alterações no habitat altera a  
681 estrutura das assembleias de peixes ocasionando uma das principais ameaças  
682 enfrentadas pelos morfotipos presentes nesses ambientes (Casatti, & Castro,  
683 2006, Ribeiro, Tereza, & Casatti, 2016). Em contraste, a conservação da  
684 vegetação ripária, propiciou ambientes mais complexos com substrato rochoso  
685 e troncos e galhos em seu leito, correlacionado aos nectônicos, sendo que  
686 essas características tiveram correlação negativa com a presença do morfotipo  
687 de superfície.

688 Em suma, nossos resultados reforçam o poder preditivo da abordagem  
689 morfologia-ambiente, sugerindo que as características funcionais relacionadas  
690 ao uso do habitat são excelentes indicadoras da vulnerabilidade das espécies

691 as mudanças do habitat em gradiente ambiental de usos antrópicos. Os riachos  
692 expostos aos usos por urbanização e agricultura apresentaram processos  
693 erosivos e alterações nas características hidrodinâmicas (maior morfometria do  
694 canal e predominância de areia), além da desestabilização das condições  
695 abióticas, tais como, turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido,  
696 demonstrado que a configuração estrutural dos riachos sugere a simplificação  
697 do habitat. No conjunto, essas alterações demonstraram que a configuração  
698 estrutural desses riachos teve simplificação de habitat, e consequente seleção  
699 e predomínio de morfotipo de superfície com combinações de espécies  
700 altamente resistentes e tolerantes. Em adição, e especialmente nos riachos  
701 urbanos, houve desaparecimento de espécies raras e redução da abundância  
702 da maioria das espécies que constituíam os morfotipos nectônico,  
703 nectobentônico e bentônico encontrados em riachos preservados. Esses  
704 achados reforçam a importância da preservação da vegetação ripária, além de  
705 práticas adequadas de contenção de lixiviação e assoreamento, como medidas  
706 de preservação dos riachos e sua fauna peculiar.

707

## 708 5 Agradecimentos

709 Agradecemos à Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
710 (UNIOESTE) pelo apoio necessário à realização das análises, à Capes pela  
711 concessão de bolsa de mestrado e aos membros do LIEB (Laboratório de  
712 Ictiologia, Ecologia e Biomonitoramento) da UNIOESTE por ajudar nas coletas  
713 de campo e no processamento de partes dos materiais estudados.

714

## 715 6 Conflito de interesse

716 Os autores declaram não haver conflitos de interesse

717

## 718 7 Referências bibliográficas

719 Abell, R, Thieme, ML, Revenga, C, Bryer, M, Kottelat, M, Bogutskaya, N, Coad,  
720 B, Mandrak, N, ... & Petry, P (2008). Freshwater Ecoregions of the World: A  
721 New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation.  
722 *BioScience*, 58, 403-414. doi: <https://doi.org/10.1641/B580507>

- 723 Abilhoa, V, Duboc, LF, De Azevedo Filho, DP (2008). A comunidade de peixes  
724 de um riacho de Floresta com Araucária, Alto rio Iguaçu, sul do Brasil. *Revista*  
725 *Brasileira de Zoologia*, 25 (2), 238-246.
- 726 Allan, JD (2004). Landscapes and riverscapes: the influence of land use on  
727 stream ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 35,  
728 257-284. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122>
- 729 Anderson, MJ (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of  
730 variance. *Austral Ecology*, 26 (1), 32-46. doi: [https://doi.org/10.1111/j.1442-](https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x)  
731 [9993.2001.01070.pp.x](https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x)
- 732 Arndt, MA, & Fernandez, OVQ (2017). Caracterização Morfológica e Hidráulica  
733 de Mesohabitats em Córregos de Marechal Cândido Rondon, Oeste Do  
734 Paraná. *Revista Equador*, 6 (1), 108-133.
- 735 Baldasso, MC, Neves, MP, Wolff, LL, Delariva, RL (2019). Ecomorphological  
736 variations and food supply drive trophic relationships in the fish fauna of a  
737 pristine Neotropical stream. *Environmental Biology of Fishes*, EBFI-D-18-  
738 00028R2-.
- 739 Baumgartner, G, Pavanelli, CS, Baumgartner, D, Bifi, AG, Debona, T, & Frana,  
740 VA (2012). Peixes do baixo rio Iguaçu. Eduem, Maringá.
- 741 Bifi, AG, Baumgartner, D, Baumgartner, G, Frana, VA, & Debona, T (2006).  
742 Composição específica e abundância da ictiofauna do rio dos Padres, bacia do  
743 rio Iguaçu, Brasil. *Acta Science Biological Science*, 3 (28), 203-211. doi:  
744 [10.4025/actascibiolsci.v28i3.193](https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v28i3.193)
- 745 Blanck, A, Tedesco, PA, & Lamouroux, N (2007). Relationships between  
746 life-history strategies of European freshwater fish species and their habitat  
747 preferences. *Freshwater biology*, 52 (5), 843-859. doi:  
748 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01736.x>
- 749 Borcard, D, Gillet, F, & Legendre, P (2011). Numerical ecology with R. Springer,  
750 New York.
- 751 Bordignon, CR, Casatti, L, Pérez-Mayorga, MA, Teresa, FB, & Brejão, GL  
752 (2015). Fish complementarity is associated to forests in Amazonian streams.

- 753 *Neotropical Ichthyology*, 13 (3), 579-590. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1982->  
754 0224-20140157
- 755 Breda, L, Oliveira, EF, & Goulart, EE (2005). Ecomorfologia de locomoção de  
756 peixes com enfoque para espécies neotropicais. *Acta Scientiarum Biological*  
757 *Sciences*, 27 (4), 371-381. doi:  
758 <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiols.v27i4.1271>
- 759 Breda, L (2005). Ecomorfologia de *Astyanax altiparanae*, *Moenkhausia*  
760 *intermedia*, *Roeboides paranensis* e *Serrasalmus marginatus* (Osteichthyes  
761 Characidae) da planície alagável do alto rio Paraná, Brasil: variações inter e  
762 intra-específica. *Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Estadual de*  
763 *Maringá*, Maringá.
- 764 Casatti, L, & Castro RMC (1998). A fish community of the São Francisco River  
765 headwaters riffles, southeastern Brazil. *Ichthyological exploration of freshwaters*  
766 9 (3), 229-242.
- 767 Casatti, L, & Castro, R (2006). Testing the ecomorphological hypothesis in a  
768 headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil.  
769 *Neotropical ichthyology*, 4 (2), 203-214. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679->  
770 62252006000200006
- 771 Casatti, L, de Paula Ferreira, C, & Carvalho, FR (2009). Grass-dominated  
772 stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an  
773 assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia*, 632 (1), 273-  
774 283. doi: <https://doi.org/10.1007/s10750-009-9849-y>
- 775 Casatti, L (2010). Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais  
776 sobre a ictiofauna. *Biota Neotropica*, 10 (4). doi:  
777 <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00310042010>
- 778 Casatti, L, Teresa, FB, Gonçalves-Souza, T, Bessa, E, Manzotti, AR,  
779 Gonçalves, CDS, & Zeni, JDO (2012). From forests to cattail: how does the  
780 riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*, 10 (1), 205-214.  
781 doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252012000100020>
- 782 Casatti, L, Teresa, FB, de Oliveira Zeni, J, Ribeiro, MD, Brejão, GL, &  
783 Ceneviva-Bastos, M (2015). More of the same: high functional redundancy in

- 784 stream fish assemblages from tropical agroecosystems. *Environmental*  
785 *management*, 55 (6), 1300-1314. doi: [https://doi.org/10.1007/s00267-015-0461-](https://doi.org/10.1007/s00267-015-0461-9)  
786 9
- 787 Clarke, KR (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in  
788 community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18 (1), 117-143. doi:  
789 <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- 790 Córdova-Tapia, F, Hernández-Marroquín, V, & Zambrano, L (2017). The role of  
791 environmental filtering in the functional structure of fish communities in tropical  
792 wetlands. *Ecology of freshwater fish*, 27 (2), 522-532. doi:  
793 <https://doi.org/10.1111/eff.12366>
- 794 Cunico, AM, Agostinho, AA, & Latini, JD (2006). Influence of urbanization upon  
795 fish assemblages in three streams of Maringá, Paraná. *Revista Brasileira de*  
796 *Zoologia*, 23 (4), 1101-1110. doi: [http://dx.doi.org/10.1590/S0101-](http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000400018)  
797 81752006000400018
- 798 Cunico, AM, Ferreira, EA, Agostinho, AA, Beaumord, AC, & Fernandes, R  
799 (2012). The effects of local and regional environmental factors on the structure  
800 of fish assemblages in the Pirapó Basin, Southern Brazil. *Landscape and Urban*  
801 *Planning*, 105 (3), 336-344. doi: [http://dx.doi.](http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.01.002)  
802 [org/10.1016/j.landurbplan.2012.01.002](http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.01.002).
- 803 Larentis, C, Delariva, RL, Gomes, LC, Baumgartner, D, Ramos, IP, & Sereia,  
804 DADO (2016). Ichthyofauna of streams from the lower Iguaçu River basin,  
805 Paraná State, Brazil. *Biota Neotropica*, 16 (3), e20150117. doi:  
806 <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0117>
- 807 Dala-Corte, RB, & De Fries, L (2018). Inter and intraspecific variation in fish  
808 body size constrains microhabitat use in a subtropical drainage. *Environmental*  
809 *Biology of Fishes*, 101 (7), 1205-1217. doi: [https://doi.org/10.1007/s10641-018-](https://doi.org/10.1007/s10641-018-0769-4)  
810 0769-4
- 811 Dala-Corte, RB, Giam, X, Olden, JD, Becker, FG, Guimarães, TDF, & Melo, AS  
812 (2016). Revealing the pathways by which agricultural land-use affects stream  
813 fish communities in South Brazilian grasslands. *Freshwater Biology*, 61 (11),  
814 1921-1934. doi: <https://doi.org/10.1111/fwb.12825>

- 815 Delariva, RL, Hahn, NS, & Kashiwaqui, EAL (2013). Diet and trophic structure  
816 of the fish fauna in a subtropical ecosystem: impoundment effects. *Neotropical*  
817 *Ichthyology*, 11 (4): 891–904. doi: [http://dx.doi.org/10.1590/S1679-](http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252013000400017)  
818 62252013000400017
- 819 Delariva, RL, Neves, MP, Larentis, C, Kliemann, BCK, Baldasso, MC, Wolff, LL  
820 (2018). Fish fauna in forested and rural streams from an ecoregion of high  
821 endemism, lower Iguazu River basin, Brazil. *Biota Neotropica*, 18 (3):  
822 e20170459. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2017-0459>
- 823 Dias, MS, Zuanon, J, Couto, TBA, Carvalho, M, Carvalho, LN, Espírito-Santo,  
824 HVM, Frederico, R, Leitão, RP, Mortati, AF, Pire, THS, Torrente-Vilara, G, Vale,  
825 J, Anjos, MB, Mendonça, FP, & Tedesco, PA (2016). Trends in studies of  
826 Brazilian stream fish assemblages. *Natureza & Conservação*, 14 (2), 106-111.  
827 doi: <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.06.003>
- 828 Dolédec, S, Chessel, D, Ter Braak, CJF, & Champely, S (1996). Matching  
829 species traits to environmental variables: a new three-table ordination method.  
830 *Environmental and Ecological Statistics*, 3 (2), 143-166. doi:  
831 <https://doi.org/10.1007/BF02427859>
- 832 Dray, S, & Dufour, AB (2007). The ade4 package: implementing the duality  
833 diagram for ecologists. *Journal of statistical software*, 22 (4), 1-20.
- 834 Dray, S, Legendre, P (2008). Testing the species traits-environment  
835 relationships: the fourth-corner problem revisited. *Ecology*, 89 (12), 3400-3412.  
836 doi: <https://doi.org/10.1890/08-0349.1>
- 837 Dudgeon, D (2008). Tropical Stream Ecology. Series: Aquatic Ecology Serie.  
838 Academic Press, London.
- 839 Dunck, B, Algarte, VM, Cianciaruso, MV, & Rodrigues, L (2016). Functional  
840 diversity and trait-environment relationships of periphytic algae in subtropical  
841 floodplain lakes. *Ecological indicators*, 67, 257-266. doi:  
842 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.060>
- 843 Ferreira, CDP, & Casatti, L (2006). Influência da estrutura do hábitat sobre a  
844 ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil.  
845 *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (3), 642-651.

- 846 Frissell, CA, Liss, WJ, Warren, CE, & Hurley, MD (1986). A hierarchical  
847 framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed  
848 context. *Environmental management*, 10 (2), 199-214. doi:  
849 <https://doi.org/10.1007/BF01867358>
- 850 Gatz, Jr AJ (1979). Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane*  
851 *studies in zoology and botany*, 21 (2), 91-124.
- 852 Gordon, ND, McMahon, TA, Finlayson, BL, & Gippel, CJ (2004). Stream  
853 hydrology: an introduction for ecologists. John Wiley and Sons, England.
- 854 Gotelli, NJ, & Ellison, AM (2011). Princípios de estatística em ecologia. Artmed,  
855 Porto Alegre.
- 856 Graça, WJ, & Pavanelli, CS (2007). Peixes da planície de inundação do alto rio  
857 Paraná e áreas adjacentes. Eduem, Maringá.
- 858 Hammer, DA, Harper, T, & Ryan, PD (2001). PAST: Paleontological Statistics  
859 Software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4  
860 (1), 9.
- 861 Hill, MO, & Smith, AJE (1976). Principal component analysis of taxonomic data  
862 with multi-state discrete characters. *Taxon*, 25 (2/3), 249-255.
- 863 Hugueny, B, & Pouilly, M (1999). Morphological correlates of diet in an  
864 assemblage of West African freshwater fishes. *Journal of Fish Biology*, 54 (1),  
865 1310-1325. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1999.tb02057.x>
- 866 Jackson, DA (1993). Stopping rules in principal components analysis: a  
867 comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74 (8), 2204-  
868 2214. doi: <https://doi.org/10.2307/1939574>
- 869 Keddy, PA (1992). Assembly and response rules: two goals for predictive  
870 community ecology. *Journal of Vegetation Science*, 3 (2), 157-164. doi:  
871 <https://doi.org/10.2307/3235676>
- 872 Kerfoot, Jr.JR, & Schaefer, JF (2006). Ecomorphology and habitat utilization of  
873 Cottus species. *Environment Biology of Fishes*, 76 (1), 1-13. doi:  
874 <https://doi.org/10.1007/s10641-006-9000-0>



- 875 Leal, CG, Junqueira, NT, & Pompeu, PS (2011). Morphology and habitat use by  
876 fishes of the Rio das Velhas basin in southeastern Brazil. *Environmental biology*  
877 *of fishes*, 90 (2), 143-157. doi: <https://doi.org/10.1007/s10641-010-9726-6>
- 878 Legendre, P, & Legendre, L (2012). Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam.
- 879 Mahon, R (1984). Estrutura divergente em taxocenoses de peixe de corrente  
880 temperada norte. *Pope J Fish Aquat Sci* 41: 330–350
- 881 Leitão, RP, Zuanon, J, Mouillot, D, Leal, CG, Hughes, RM, Kaufmann, PR, ... &  
882 Ferraz, SF (2018). Disentangling the pathways of land use impacts on the  
883 functional structure of fish assemblages in Amazon streams. *Ecography*, 41 (1),  
884 219-232. doi: <https://doi.org/10.1111/ecog.02845>
- 885 Motta, PJ, Norton, SF, & Luczkovich, JJ (1995). Perspective on the  
886 ecomorphology of bony fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 44 (1/3), 11-20.  
887 doi: <https://doi.org/10.1007/BF00005904>
- 888 Neves, MP, Arruda Amorim, JP, & Delariva, RL (2018). Influence of land use on  
889 the health of a detritivorous fish (*Ancistrus mullerae*) endemic to the Iguassu  
890 ecoregion: relationship between agricultural land use and severe  
891 histopathological alterations. *Environmental Science and Pollution Research*, 25  
892 (12), 11670-11682. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1283-0>
- 893 Neves, MP, Baumgartner, D, Baumgartner, G, & Delariva, RL (2018). Do  
894 environmental variables predict the trophic structure of fish fauna in a  
895 subtropical river (Uruguay River Ecoregion)? *Journal of Limnology*, 77 (2), 285-  
896 299. doi: <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2018.1738>
- 897 Nimet, J, Amorim, JPA, & Delariva, RL (2018). Histopathological alterations in  
898 *Astyanax bifasciatus* (Teleostei: Characidae) correlated with land uses of  
899 surroundings of streams. *Neotropical Ichthyology*, 16, e170129. doi:  
900 <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20170129>
- 901 Norton, SF (1995). A functional approach to ecomorphological patterns of  
902 feeding in cottid fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 44 (1-3), 61-78. doi:  
903 [https://doi.org/10.1007/978-94-017-1356-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-017-1356-6_5)
- 904 Oliveira, DC, & Bennemann, ST (2005). Ictiofauna, recursos alimentares e  
905 relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano do sul do

- 906 Brasil. *Biota Neotropica*, 5 (1), 1-13. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676->  
907 06032005000100011
- 908 Oliveira, EF, Goulart, E, Breda, L, Minte-Vera, CV, Paiva, LRS, & Vismara, MR  
909 (2010). Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical  
910 floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. *Neotropical*  
911 *Ichthyology*, 8 (3), 569-586. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679->  
912 62252010000300002
- 913 Ota, RR, Deprá, GDC, Graça, WJD, & Pavanelli, CS (2018). Peixes da planície  
914 de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and  
915 updated. *Neotropical Ichthyology*, 16 (2), e170094. doi:  
916 <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20170094>
- 917 Pankhurst, NW (1989). The relationship of ocular morphology to feeding modes  
918 and activity periods in shallow marine teleosts from New Zealand.  
919 *Environmental Biology of Fishes*, 26 (3), 201-211. doi:  
920 <https://doi.org/10.1007/BF00004816>
- 921 Parolin, M, Volkmer-Ribeiro, C, & Leandrini, JA (2010). Abordagem  
922 interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. Fecilcam, Campo  
923 Mourão.
- 924 Paul, MJ, & Meyer, JL (2001). Streams in the urban Landscape. *Annual Review*  
925 *of Ecology and Systematics*, 32 (1), 333-365. doi:  
926 <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040>
- 927 Peres-neto, PR (1999). Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes  
928 de riacho. In EP. Caramaschi, R. Mazzoni, & PR. Peres-neto (Eds.), *Série*  
929 *Oecologia Brasiliensis: ecologia de peixes de riachos*. (p. 209-236). Rio de  
930 Janeiro: PPGE-UFRJ.
- 931 Poff, NL (1997). Landscape filters and species traits: towards mechanistic  
932 understanding and prediction in stream ecology. *Journal of the north american*  
933 *Benthological society*, 16 (2), 391-409.
- 934 Pouilly, M, Lino, F, Bretenoux, JG, & Rosales, C (2003). Dietary-morphological  
935 relationships in a fish assemblage of the Bolivian Amazonian floodplain. *Journal*

- 936 *of Fish Biology*, 62 (5), 1137-1158. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1095->  
937 8649.2003.00108.x
- 938 Py-Daniel, LHR (1984). Sistemática dos Loricariidae (Ostariophysi, Siluroidei)  
939 do complexo de lagos do Janauacá, Amazonas e aspectos da sua biologia e  
940 ecologia. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa da  
941 Amazônia, Manaus.
- 942 R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing.  
943 R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R->  
944 [project.org/](http://www.R-project.org/).
- 945 Ribeiro, MD, Teresa, FB, & Casatti, L (2016). Use of functional traits to assess  
946 changes in stream fish assemblages across a habitat gradient. *Neotropical*  
947 *Ichthyology*, 14(1), e140185. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224->  
948 20140185
- 949 Santos, NCL, Santana, HS, Ortega, JCG, Dias, RM, Stegmann, LF, da Silva  
950 Araújo IM,... & Agostinho, AA (2017). Environmental filters predict the trait  
951 composition of fish communities in reservoir cascades. *Hydrobiologia*, 802 (1),  
952 245-253. doi: <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3274-4>
- 953 Schmidt-Nielsen, K (1999). Fisiologia Animal: adaptação e meio ambiente. São  
954 Paulo, Santos.
- 955 Sokal, RR, & Rohlf, FJ (1995). Biometry. W. H. Freeman, New York.
- 956 Teresa, FB, & Casatti, L (2010). Importância da vegetação ripária em região  
957 intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de  
958 riacho. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5 (3), 444-453.
- 959 Watson, DJ, & Balon, EK (1984). Ecomorphological analysis of fish taxocenes  
960 in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology*, 25 (1), 371-  
961 384.
- 962 Webb, PW (1984). Body form, locomotion, and foraging in aquatic vertebrates.  
963 *American Zoologist*, 24 (1), 107-120. doi: <https://doi.org/10.1093/icb/24.1.107>
- 964 Willis, SC, Winemiller, KO, & Lopez-Fernandez, H (2005). Habitat structural  
965 complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical

966 floodplain river. *Oecologia*, 142 (2), 284-295. doi:  
967 <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1723-z>

968 Winemiller, KO (1991). Ecomorphological diversification in lowland freshwater  
969 fish assemblages from five biotic regions. *Ecological Monographs*, 61 (4), 343-  
970 365. doi: <https://doi.org/10.2307/2937046>

971 Wolff, LL (2012). Assembleias de peixes de um riacho da encosta Atlântica,  
972 Brasil: estrutura espacial, uso dos recursos alimentares e relações  
973 ecomorfológicas. [Tese]. Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

974

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

## 990 8 Material suplementar

991 **Tabela 2.** Descrição dos índices ecomorfológicos e suas respectivas  
 992 explicações ecológicas.

993

Índices Ecomorfológicos		
Índices	Fórmulas	Explicações
Índice de compressão (IC)	Altura máxima do corpo / Largura máxima do corpo	Altos valores indicam compressão lateral do corpo, o que é esperado para peixes que habitam ambientes lênticos (Watson, & Balon, 1984).
Índice de depressão (ID)	Altura da linha mediana do corpo / Altura máxima do corpo	Baixos valores indicam espécies com corpos deprimidos, o que é esperado para peixes que exploram habitats com rápido fluxo de água (Watson, & Balon, 1984; Oliveira et al., 2010).
Comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPd)	Comprimento do pedúnculo caudal / Comprimento padrão	Grandes pedúnculos caudais estão associados a peixes adaptados a locais com rápido fluxo de água, em função da necessidade de arranques em curto deslocamento (Watson, & Balon, 1984; Oliveira, 2005).
Altura relativa do pedúnculo caudal (AIRPd)	Altura do pedúnculo caudal / Altura máxima do corpo	Baixos valores indicam alta capacidade de manobrabilidade (Oliveira et al., 2010).
Largura relativa do pedúnculo caudal (LRPd)	Largura do pedúnculo caudal / Largura máxima do corpo	Altos valores indicam nadadores contínuos (Oliveira et al., 2010).
Área relativa da nadadeira dorsal (ARD)	Área da nadadeira dorsal / Comprimento padrão <sup>2</sup>	Espécies com áreas de nadadeiras dorsais relativamente grandes apresentam maior capacidade de estabilização e frenagens em acelerações (Breda, Oliveira, & Goulart, 2005).
Área relativa da nadadeira caudal (ARC)	Área da nadadeira caudal / Comprimento padrão <sup>2</sup>	Grandes áreas de nadadeiras caudais são importantes para aceleração (Breda, Oliveira, & Goulart, 2005; Oliveira et al., 2010). Peixes que apresentam altos valores para este índice possuem nadadeiras caudais com tendência à bifurcação, sendo, geralmente, para este índice possuem nadadeiras caudais com tendência à bifurcação, sendo, geralmente, bons nadadores para natação contínua. Por outro lado, espécies com baixos valores para este índice apresentam nadadeiras com maiores áreas, e exibem excelente desempenho para aceleração (Breda, Oliveira, & Goulart, 2005).
Razão-aspecto da nadadeira caudal (RAC)	Altura da nadadeira caudal <sup>2</sup> / Área da nadadeira caudal	Peixes que apresentam altos valores para este índice possuem nadadeiras caudais com tendência à bifurcação, sendo, geralmente, bons nadadores para natação contínua. Por outro lado, espécies com baixos valores para este índice apresentam nadadeiras com maiores áreas, e exibem excelente desempenho para aceleração (Breda, Oliveira, & Goulart, 2005).
Área relativa da nadadeira anal (ARA)	Área da nadadeira anal / Comprimento padrão <sup>2</sup>	Áreas relativas maiores implicam em maior capacidade de manobrabilidade e estabilização do movimento (Breda, 2005).
Razão-aspecto da nadadeira anal (RAA)	Comprimento da nadadeira anal <sup>2</sup> / Área da nadadeira anal	Razões-aspecto maiores implicam em maior capacidade de realizar movimentos progressivos e retrógrados com rapidez (Breda, 2005).
Área relativa da nadadeira peitoral (ARPt)	Área da nadadeira peitoral / Comprimento padrão <sup>2</sup>	Áreas maiores podem estar diretamente associadas a frenagens e acelerações (Gatz, 1979, Watson, & Balon, 1984). Para peixes bentônicos que habitam trechos de corredeiras, alguns autores notaram que grandes nadadeiras peitorais podem aumentar a área de contato com a superfície onde o peixe se apoia, promovendo assim maior aderência ao substrato (Casatti, &

Castro, 1998; Kerfoot Jr., & Schaefer, 2006).

Razão-aspecto da nadadeira peitoral (RAPt)	Comprimento da nadadeira peitoral <sup>2</sup> / Área da nadadeira peitoral	Alta razão-aspecto representa nadadeira peitoral longa e estreita. Os maiores valores para este índice estão associados à maior velocidade de natação (Breda, Oliveira, & Goulart, 2005). Para peixes bentônicos que habitam trechos de corredeiras, nadadeiras peitorais mais longas podem favorecer a manutenção da posição em meio a forte correnteza (Casatti, & Castro, 1998). Para peixes bentônicos que habitam trechos de corredeiras, alguns autores notaram que nadadeiras pélvicas maiores podem aumentar a área de contato com a superfície onde o peixe se apoia, promovendo assim maior aderência ao substrato (Casatti, & Castro, 1998; Kerfoot Jr. & Schaefer, 2006).
Área relativa da nadadeira pélvica (ARPv)	Área da nadadeira pélvica / Comprimento padrão <sup>2</sup>	Altos valores representam nadadeiras longas, e estão associados a frenagens (Gatz, 1979). Para peixes bentônicos que habitam trechos de corredeiras, nadadeiras pélvicas mais longas podem favorecer a manutenção da posição em meio a forte correnteza (Casatti, & Castro, 1998).
Razão-aspecto da nadadeira pélvica (RAPv)	Comprimento da nadadeira pélvica <sup>2</sup> / Área da nadadeira pélvica	Altos valores representam nadadeiras longas, e estão associados a frenagens (Gatz, 1979). Para peixes bentônicos que habitam trechos de corredeiras, nadadeiras pélvicas mais longas podem favorecer a manutenção da posição em meio a forte correnteza (Casatti, & Castro, 1998).
Comprimento relativo da cabeça (CRCb)	Comprimento da cabeça / Comprimento padrão	Altos valores destas quatro razões indicam peixes capazes de manipular e de se alimentar de presas relativamente grandes (Gatz, 1979; Watson, & Balon, 1984; Hugueny, & Pouilly, 1999; Pouilly et al., 2003).
Altura relativa da cabeça (AIRCb)	Altura da cabeça / Altura máxima do corpo	
Largura relativa da cabeça (LRcB)	Largura da cabeça / Largura máxima do corpo	
Altura relativa da boca (AIRBo)	Altura da boca / Altura máxima do corpo	
Largura relativa da boca (LRBo)	Largura da boca / Largura máxima do corpo	
Posição vertical do olho (PVO)	Altura do olho / Altura da cabeça	Índice associado à posição de forrageamento na coluna d'água. Maiores valores representam espécies com olhos dorsais (Gatz, 1979, Watson, & Balon, 1984).
Área relativa do olho (AO)	Área do olho / Comprimento padrão <sup>2</sup>	Índice associado diretamente à capacidade visual e a detecção do alimento na coluna d'água. Valores mais elevados indicam espécies com maior acuidade visual (Pankhurst, 1989).

994

995 **Tabela 3.** Autovetores, autovalores e porcentagem de explicabilidade dos dois  
 996 primeiros eixos (CP 1 e CP 2) da análise de componentes principais (ACP)  
 997 aplicada à matriz de correlação de 21 índices ecomorfológicos mais orientação  
 998 da boca da ictiofauna exibida pelos ambientes preservados (P1, P2 e P3), na  
 999 bacia do baixo Iguaçu, Paraná, Brasil. Os valores em negrito indicam os três

1000 respectivos autovetores que mais contribuíram negativamente, e os três  
 1001 autovetores que mais contribuíram positivamente para a formação de CP 1 e  
 1002 CP 2.

1003

Índices ecomorfológicos	CP 1	CP 2
Índice de Compressão	<b>-0.8351</b>	0.1256
Índice de Depressão	0.6008	0.0918
Comprimento Relativo do Pedúnculo	0.1207	0.0149
Altura Relativa do Pedúnculo	0.3833	<b>-0.735</b>
Largura Relativa do Pedúnculo	<b>-0.5764</b>	-0.144
Área Relativa da nadadeira Dorsal	0.0212	0.4482
Área Relativa da nadadeira Caudal	0.2818	<b>0.6322</b>
Razão aspecto da nadadeira Caudal	-0.2164	0.0143
Área Relativa da nadadeira Anal	<b>-0.7757</b>	0.4347
Razão aspecto da nadadeira Anal	-0.5269	-0.0828
Área Relativa da nadadeira Peitoral	0.5654	<b>0.581</b>
Razão aspecto da nadadeira Peitoral	-0.1062	0.5578
Área Relativa da nadadeira Pélvica	0.7941	0.5123
Razão aspecto da nadadeira Pélvica	0.0177	-0.0673
Comprimento Relativo da Cabeça	0.2142	<b>0.8475</b>
Altura Relativa da Cabeça	<b>0.8468</b>	0.155
Largura Relativa da Cabeça	0.5051	<b>-0.7633</b>
Altura Relativa da Boca	<b>0.929</b>	0.1154
Largura Relativa da Boca	0.4779	<b>-0.5636</b>
Posição Vertical do Olho	0.0567	0.0332
Área Relativa do Olho	-0.0436	0.0351
Orientação da boca	<b>0.8246</b>	-0.1027
Autovalores	6.31	3.97
Variação %	28.70	18.03

1004

1005 **Tabela 4.** Autovetores, autovalores e porcentagem de explicabilidade dos dois  
 1006 primeiros eixos (CP 1 e CP 2) da análise de componentes principais (ACP)  
 1007 aplicada à matriz de correlação de 21 índices ecomorfológicos mais orientação  
 1008 da boca da ictiofauna exibida pelos ambientes rurais (R1, R2 e R3), na bacia  
 1009 do baixo Iguaçu, Paraná, Brasil. Os valores em negrito indicam os três  
 1010 respectivos autovetores que mais contribuíram negativamente, e os três  
 1011 autovetores que mais contribuíram positivamente para a formação de CP 1 e  
 1012 CP 2.

Índices ecomorfológicos	CP 1	CP 2
Índice de Compressão	0.5205	<b>-0.7361</b>
Índice de Depressão	-0.488	0.4515
Comprimento Relativo do Pedúnculo	-0.1013	0.7299

Altura Relativa do Pedúnculo	-0.7418	0.2378
Largura Relativa do Pedúnculo	0.0210	0.0697
Área Relativa da nadadeira Dorsal	<b>0.747</b>	0.5346
Área Relativa da nadadeira Caudal	0.4846	0.5625
Razão aspecto da nadadeira Caudal	0.6667	0.2189
Área Relativa da nadadeira Anal	<b>0.8773</b>	-0.1443
Razão aspecto da nadadeira Anal	-0.0318	<b>-0.1743</b>
Área Relativa da nadadeira Peitoral	0.4627	<b>0.7914</b>
Razão aspecto da nadadeira Peitoral	0.5279	-0.1606
Área Relativa da nadadeira Pélvica	0.2726	<b>0.7582</b>
Razão aspecto da nadadeira Pélvica	0.654	-0.0024
Comprimento Relativo da Cabeça	0.5711	0.4654
Altura Relativa da Cabeça	-0.0847	0.6392
Largura Relativa da Cabeça	<b>-0.9044</b>	-0.1063
Altura Relativa da Boca	-0.3919	<b>0.8452</b>
Largura Relativa da Boca	<b>-0.8451</b>	<b>-0.1983</b>
Posição Vertical do Olho	<b>-0.7552</b>	0.3627
Área Relativa do Olho	<b>0.8865</b>	-0.0480
Orientação da boca	-0.6687	0.2376
Autovalores	7.89	4.85
Variação %	35.89	22.04

1013

1014

1015 **Tabela 5.** Autovetores, autovalores e porcentagem de explicabilidade dos dois  
1016 primeiros eixos (CP 1 e CP 2) da análise de componentes principais (ACP)  
1017 aplicada à matriz de correlação de 21 índices ecomorfológicos mais orientação  
1018 da boca da ictiofauna exibida pelos ambientes urbanos (U1, U2 e U3), na bacia  
1019 do baixo Iguaçu, Paraná, Brasil. Os valores em negrito indicam os três  
1020 respectivos autovetores que mais contribuíram negativamente, e os três  
1021 autovetores que mais contribuíram positivamente para a formação de CP 1 e  
1022 CP 2.

1023

Índices ecomorfológicos	CP 1	CP 2
Índice de Compressão	<b>-0.7323</b>	0.2776
Índice de Depressão	0.21	-0.1395
Comprimento Relativo do Pedúnculo	0.1907	-0.0011
Altura Relativa do Pedúnculo	0.2049	<b>-0.6601</b>
Largura Relativa do Pedúnculo	0.0198	-0.0630
Área Relativa da nadadeira Dorsal	-0.1224	0.7037
Área Relativa da nadadeira Caudal	0.5058	0.6135
Razão aspecto da nadadeira Caudal	<b>-0.532</b>	0.0096
Área Relativa da nadadeira Anal	<b>-0.7836</b>	<b>0.3599</b>
Razão aspecto da nadadeira Anal	-0.3144	-0.4028
Área Relativa da nadadeira Peitoral	0.3684	<b>0.8383</b>



Razão aspecto da nadadeira Peitoral	0.0693	0.6487
Área Relativa da nadadeira Pélvica	0.5972	0.5685
Razão aspecto da nadadeira Pélvica	-0.3609	0.3628
Comprimento Relativo da Cabeça	0.0889	<b>0.8264</b>
Altura Relativa da Cabeça	<b>0.6557</b>	0.621
Largura Relativa da Cabeça	0.6029	<b>-0.4107</b>
Altura Relativa da Boca	<b>0.9018</b>	0.0025
Largura Relativa da Boca	-0.0334	0.0537
Posição Vertical do Olho	0.6303	-0.3838
Área Relativa do Olho	-0.4464	<b>0.7938</b>
Orientação da boca	<b>0.8913</b>	0.1189
Autovalores	5.56	5.31
Variação %	25.27	24.14

1024

1025 **Tabela 7.** Resultados da análise do RLQ. As frações R/RLQ e Q/RLQ  
 1026 representam a porcentagem de variância nas análises separadas das variáveis  
 1027 ambientais (R) e morfotipos (Q), representada pelos dois primeiros eixos do  
 1028 RLQ.

1029

	RLQ 1	RLQ 2
Autovalores	1.39	0.31
Covariância	1.18	0.56
Correlação	0.51	0.34
Inércia projetada (%)	75.13	17.01
Inércia projetada acumulada (%)	75.13	92.15
R/RLQ	4.20	6.26
Q/RLQ	1.28	2.59

1030

1031 **Tabela 8.** Valores de correlação entre os morfotipos e as variáveis ambientais  
 1032 obtidas pela análise RLQ.

1033

Variáveis ambientais/ morfotipo	Nectônico	Bentônico	Margem	Nectobentônico	Superfície
Temperatura	-0.0116	0.0390	0.0404	-0.0540	0.0096
Oxigênio dissolvido	-0.0269	0.0301	0.0053	0.0981	-0.1127
Condutividade	-0.0796	-0.0291	0.0317	-0.1799	0.2971
Turbidez	-0.2081	-0.0384	0.0665	-0.0450	0.2728
Largura média	-0.0821	0.0265	-0.0019	-0.1697	0.2587
Profundidade média	-0.0695	-0.0162	0.0251	-0.0012	0.0768
Substrato rochoso	0.1629	0.0924	-0.2073	0.0612	-0.1964
Seixos	-0.1086	-0.0535	0.0049	0.0589	0.1013

Cascalho	-0.2768	-0.1008	0.1862	0.0654	0.2024
Areia	-0.1763	-0.0278	0.0132	-0.1380	0.3686
Troncos e galhos	0.2435	0.0112	-0.0341	0.0895	-0.3587
Corredeira	-0.0898	0.0848	-0.1127	0.1142	-0.0325
Remanso	0.0687	-0.0782	0.0964	-0.1095	0.0555
Poção	0.0368	0.0972	-0.2241	-0.0780	0.1072
Florestado	0.3061	0.0393	-0.1040	0.0199	-0.3289
Rural	-0.0950	-0.0757	0.0593	0.2959	-0.1968
Urbanização	-0.2344	-0.0046	0.1035	-0.1596	0.3743

---



