

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE  
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS**

**CAMILA CRISTINA MACEDO DA SILVA**

**Ecomorfologia e dieta de *Rhamdioglanis transfasciatus* em  
diferentes bacias costeiras no Estado de São Paulo**

**SANTOS**

**2023**

**CAMILA CRISTINA MACEDO DA SILVA**

**Ecomorfologia e dieta de *Rhamdioglanis transfasciatus* em  
diferentes bacias costeiras no Estado de São Paulo**

Dissertação apresentada a Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de Mestre em Ecologia, sob a orientação da Profa. Dra. Ursulla Pereira Souza e coorientação do Prof. Dr. Fabio Cop Ferreira.

**SANTOS**

**2023**

Dedico este trabalho a minha família por todo incentivo, apoio e suporte até aqui.

Ao Thiago, por todo amor, paciência e ajuda.

Grata por sempre acreditarem em mim, mais até do que eu mesma.

## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pela concessão da bolsa. À FAPESP (Proc. nº no 2015/18013-7).

À UNISANTA e ao Laboratório de Biologia de Organismos Marinhos e Costeiros - LABOMAC pela infraestrutura.

À minha querida orientadora Ursulla Pereira Souza, por todos esses anos de confiança e acolhimento inquestionáveis. Serei eternamente grata pela oportunidade de aprender e caminhar com alguém extremamente profissional, competente e com um coração tão grande, por quem tenho imensa admiração.

Ao Fabio Cop, por toda disposição em me ajudar e esclarecer minhas dúvidas, pela paciência e pelos materiais cedidos.

Ao João Henrique Alliprandini pela parceria, disposição, amizade e ajuda, especialmente com as análises.

Aos professores do programa, que contribuíram tanto para minha formação e conhecimento através de suas disciplinas, rodas de conversa e discussões tão construtivas.

Às secretárias do Mestrado, Sandrinha e Imaculada, pelo carinho, paciência e atenção, sempre prontas para ajudar em tudo que for preciso.

Aos amigos e colegas que tive o prazer de conhecer durante esse período. Todos são muito especiais e desejo-lhes muito sucesso. Tenho certeza que criei laços fortes com pessoas que levarei por muito tempo em meu coração.

Às estagiárias da Graduação em Ciências Biológicas, especialmente a Lauren.

Ao Victor pela ajuda com os cálculos de áreas no AUTOCAD.

À Deus por ter me sustentado e amparado até aqui com seu amor incondicional e infinita misericórdia.

Aos meus pais, pelo esforço e abdições para que eu pudesse chegar tão longe, por aceitarem os meus sonhos e compreenderem minha ausência. Aos meus irmãos, para quem espero ser um exemplo (nem sempre do que fazer) e suporte. Tudo sempre foi e sempre será por vocês também.

Aos meus avós, tios, primos que sempre torceram e intercederam em oração por mim e por muitas vezes, também tiveram que compreender minha ausência.

Ao Thiago, por me incentivar, acreditar em mim, depois pular no mesmo barco e me ajudar a voltar para o Porto (que no fim das contas é ele mesmo) e principalmente, por me aguentar. Sem você, isso aqui não estaria acontecendo. Ao Thiago Modesto pela identificação dos itens alimentares consumidos por *R. transfasciatus* e pela paciência em me ensinar um pouco sobre o grande universo dos macroinvertebrados.

Ao Eder e a Mercedes, por terem aberto as portas para mim (e em dado momento até para os meus peixes) e me acolhido como uma filha, por não medirem esforços para ajudar em tudo que podiam, por todo apoio e incentivo.

Aos grandes amigos que ganhei durante a graduação e a vida tratou de aproximar ainda mais com o trabalho e o mestrado: Deborah, Letícia, Marcella, Vinícius, Gabriel sem vocês isso aqui também não estaria acontecendo. Nunca poderei agradecer o suficiente por terem me aguentado durante esse período, com surtos e risadas infinitos. A vida é mais leve com vocês.

Aos amigos de uma vida que muitas vezes precisei estar mais distante do que gostaria para cumprir com meus deveres e obrigações: Tias do Croco e agregados, Loren, Luísa e Fe, Enrico, gratidão pelo apoio e torcida de sempre. Seguimos juntos, apesar de tudo, ou talvez por causa de tudo.

Enfim, perto de cruzar a linha de chegada, encerro meus 2 anos e meio de mestrado acreditando mais do que nunca que tudo acontece exatamente como deve ser. Não sou a mesma pessoa de quando comecei e por isso, agora concluindo essa fase da minha vida, só consigo pensar em duas palavras: amor e gratidão.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.*

(Martin Luther King)

## RESUMO

Estudos sobre a ecomorfologia de peixes são muito importantes para a compreensão da ecologia de espécies e a influência sofrida pelo ambiente, principalmente se associada à ecologia trófica. No presente estudo avaliamos se ocorrem variações ecomorfológicas e tróficas em populações de *Rhamdioglanis transfasciatus* entre diferentes riachos de Mata Atlântica na região costeira do estado de São Paulo. Foram amostrados 397 exemplares da espécie em agosto de 2016 e 2017 nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga através da pesca elétrica (Backpack). Nos mesmos pontos de coletas foram mensuradas variáveis estruturais dos riachos. Em laboratório, os peixes foram identificados, mensurados quanto ao comprimento padrão (mm), pesados (g) e retirados os estômagos para as análises da dieta. Foram calculados 14 atributos morfológicos, relacionados ao uso de habitat e à ecologia trófica e verificado o grau de repleção estomacal. A dieta foi quantificada pelo Grau de Preferência Alimentar (GPA). Foram utilizadas Análises de Componentes Principais (PCA) para compreender a relação entre os atributos morfológicos além das variáveis abióticas, e como se diferenciam por bacia. Para determinar a condição corporal, foi utilizado o Fator de Condição de Fulton. Para analisar a dieta, os dados foram transformados em presença e ausência, e foi mensurada a diversidade beta através da dissimilaridade de Sørensen e seus componentes de aninhamento e substituição. Não foram observadas diferenças significativas para os fatores abióticos entre as bacias. O fator de condição foi diferente entre as três bacias, sendo o menor deles observado para a bacia do rio Una. Observou-se uma ligeira separação entre as bacias dos rios Una e Boiçucanga, sendo os espécimes da primeira mais relacionados à Largura relativa do pedúnculo caudal e ao Comprimento relativo do pedúnculo caudal. O Índice de compressão do pedúnculo caudal foi positivamente correlacionado aos espécimes da bacia do rio Quilombo. Dos 23 itens alimentares consumidos, a maioria foi classificada como “ocasional” segundo o GPA ( $\leq 1$ ) e apenas Matéria Orgânica classificada como secundário ( $1 \leq \text{GPA} \leq 2$ ) nas bacias dos rios Quilombo e Una. A diversidade beta apresentou valores maiores para o componente de substituição. Nossos resultados reforçam que a estrutura das comunidades é uma combinação de eventos, associados às características bióticas e abióticas do ambiente.

**Palavras-chave:** Dieta. Peixes de riachos. Heptapteridae. Traços morfológicos.

## ABSTRACT

### **Ecomorphology and diet of *Rhamdioglanis transfasciatus* in different coastal basins in the State of São Paulo**

Studies on the ecomorphology of fish are very important for understanding the ecology of species and the influence suffered by the environment, especially if associated with trophic ecology. In the present study, we evaluated whether ecomorphological and trophic variations occur in *Rhamdioglanis transfasciatus* populations among different Atlantic Forest streams in the coastal region of the state of São Paulo. 397 specimens of the species were sampled in August 2016 and 2017 in the Quilombo, Una, and Boiçucanga river basins through electric fishing (Backpack). At the same collection points, the structural variables of the streams were measured. In the laboratory, the fish were identified, measured in terms of standard length (mm), weighed (g) and stomachs removed for diet analyses. Fourteen morphological attributes related to habitat use and trophic ecology were calculated and the degree of stomach repletion was verified. The diet was quantified by the Feeding Preference Degree (FPD). Principal Component Analyses (PCA) were used to understand the relationship between morphological attributes in addition to abiotic variables, and how they differ by basin. To determine body condition, the Fulton Condition Factor was used. To analyze the diet, the data were transformed into presence and absence, and beta diversity was measured through Sørensen dissimilarity and its nesting and substitution components. No significant differences were observed for abiotic factors between basins. The condition factor was different among the three basins, with the smallest observed for the Una river basin. A slight separation was observed between the basins of the Una and Boiçucanga rivers, with the specimens of the former being more related to the relative width of the caudal peduncle and the relative length of the caudal peduncle. The caudal peduncle compression index was positively correlated to specimens from the Quilombo river basin. Of the 23 food items consumed, most were classified as “occasional” according to FPD ( $\leq 1$ ) and only Organic Material was classified as secondary ( $1 \leq \text{FPD} \leq 2$ ) in the Quilombo and Una river basins. The beta diversity showed higher values for the turnover component. Our results reinforce that the structure of communities is a combination of events, associated with the biotic and abiotic characteristics of the environment.

**Keywords:** Heptapteridae, Morphological traits, Stream Fish, Trophic Ecology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Riachos das bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga, respectivamente.....	14
Figura 2.	Área de estudo e disposição dos pontos de coleta em suas respectivas bacias.....	16
Figura 3.	Heptapteridae, <i>Rhamdioglanis transfasciatus</i> Miranda-Ribeiro, 1908 amostrado em diferentes bacias costeiras do estado de São Paulo.....	16
Figura 4.	Coleta da ictiofauna com um aparelho de pesca elétrica tipo backpack.....	16
Figura 5.	Ilustração representativa das medidas e áreas corpóreas obtidas.....	18
Figura 6.	Análise de Componentes Principais das variáveis abióticas e das bacias amostradas.....	26
Figura 7.	Fator de condição de <i>R. transfasciatus</i> amostrado nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga.....	28
Figura 8.	Análise de Componentes Principais dos Índices de uso de habitat A e dos índices de ecologia trófica B entre os atributos morfológicos e as bacias amostradas.....	30
Figura 9.	Biodiversidade $\beta$ total nas bacias dos rios A Quilombo, B Una e C Boiçucanga.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Medidas morfométricas obtidas em <i>Rhamdioglanis transfasciatus</i> amostrado nas três bacias costeiras no estado de São Paulo.....	20
Tabela 2.	Descrição dos índices ecomorfológicos e suas explicações ecológicas.....	23
Tabela 3.	Variáveis ambientais amostradas nos mesmos pontos em que foram amostrados <i>Rhamdioglanis transfasciatus</i> nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga.....	27
Tabela 4.	Média e desvio padrão dos atributos morfológicos de <i>Rhamdioglanis transfasciatus</i> amostrado nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga.....	29
Tabela 5.	Análise estatística dos atributos morfológicos de <i>R. transfasciatus</i> entre as bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga.....	31
Tabela 6.	Itens consumidos por <i>R. transfasciatus</i> nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga e valores de Grau de Preferência Alimentar.....	32
Tabela 7.	Categorias taxonômicas identificadas nos conteúdos estomacais de <i>R. transfasciatus</i> amostrado nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga nos anos 2016 e 2017.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>R. transfasciatus</i>	<i>Rhamdioglanis transfasciatus</i>
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
COTEC	Coordenação de Desenvolvimento Tecnológico
MMA	Ministério do Meio Ambiente
mL	Mililitro
°C	Graus Celcius
MS	micro-Siemens
cm	Centímetros
mm	Milímetros
g	Gramas
GL	graus Gay-Lussac
NTU	Nephelometric Turbidity Unit (Unidade de Turbidez)
CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
LABOMAC	Laboratório de Biologia e Organismos Costeiros e Marinhos
UNISANTA	Universidade Santa Cecília
PT	Peso Total
CT	Comprimento Total
CP	Comprimento Padrão
AIMCp	Altura Máxima do Corpo
AIM	Altura Média do Corpo
LMCp	Largura Máxima do Corpo
CPd	Comprimento do Pedúnculo Caudal
AIPd	Altura do Pedúnculo Caudal
CC	Comprimento da Nadadeira Caudal
AIC	Altura da Nadadeira Caudal
CD	Comprimento da Nadadeira Dorsal
AID	Altura da Nadadeira Dorsal
CA	Comprimento da Nadadeira Anal
AIA	Altura da Nadadeira Anal
CPt	Comprimento da Nadadeira Peitoral
AIPt	Altura da Nadadeira Peitoral
CPv	Comprimento da Nadadeira Pélvica
AIPv	Altura da Nadadeira Pélvica
CCb	Comprimento da Cabeça
AICb	Altura da Cabeça
LCb	Largura da Cabeça
AIO	Altura Média do Olho
AIBo	Altura Máxima da Boca
LBo	Largura Máxima da Boca
CFA	Comprimento do Focinho com a boca Aberta
CFF	Comprimento do Focinho com a boca Fechada
AD	Área da nadadeira Dorsal
AA	Área da nadadeira Anal
AC	Área da nadadeira Caudal

APt	Área da nadadeira Peitoral
APv	Área da nadadeira Pélvica
AO	Área do Olho
GR	Grau de Repleção estomacal
GPA	Grau de Preferência Alimentar
PCA	Análise de Componentes Principais
$\beta$	Diversidade beta
$\beta$ SNE	Dissimilaridade Resultante de Aninhamento (Nestedness)
$\beta$ SIM	Índice de Dissimilaridade de Simpson (Turnover)
$\beta$ SOR	Índice de Dissimilaridade de Sorensen (Diversidade beta total)
ar	Altura relativa
arnp	Área relativa da nadadeira peitoral
arnpv	Área relativa da nadadeira pélvica
crp	Comprimento relativo do pedúnculo caudal
iav	Índice de achatamento ventral
ic	Índice de compressão
cpc	Índice de compressão do pedúnculo caudal
lrpd	Largura relativa do pedúnculo caudal
arb	Altura relativa da boca
arc	Altura relativa da cabeça
aro	Área relativa do olho
crc	Comprimento relativo da cabeça
lrb	Largura relativa da boca
lrc	Largura relativa da cabeça

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
2.1. ÁREA DE ESTUDO.....	13
2.2. COLETA DOS DADOS .....	14
2.3. ANÁLISE LABORATORIAL.....	17
2.4. ANÁLISE DE DADOS .....	24
<b>3. RESULTADOS</b> .....	25
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	35
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	39
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39

## 1. INTRODUÇÃO

Em riachos de Mata Atlântica, a ictiofauna é composta por espécies de pequeno porte, com distribuição geográfica restrita, elevado endemismo, pequeno valor comercial e grande dependência da vegetação ripária, pois representa proteção, recursos alimentares, locais de reprodução e abrigo (MENEZES, 1994; CASTRO e MENEZES, 1998; CASTRO e POLAZ, 2019).

Devido à vegetação ripária mais abundante, a ictiofauna de riachos tropicais apresenta uma extensa plasticidade trófica, maior aporte energético, e sua dieta reflete a diversidade (BAXTER et al., 2005, BOULTON et al., 2008; MAZZONI et al., 2012) e a alta disponibilidade de alimento (UIEDA et al., 1997; ABELHA et al., 2001; ESTEVES et al., 2021).

O escasso conhecimento sobre os impactos nas assembleias de peixes de riachos causados pelo extenso desmatamento da Mata Atlântica reflete também nos mecanismos responsáveis pela estrutura da ictiofauna (ESTEVES et al., 2008). Apesar do aumento no volume de estudos e informações sobre ecologia de peixes de riachos nas últimas décadas, ainda se faz necessário desfragmentá-lo (ESTEVES et al., 2021).

Estudos sobre ecologia trófica buscam compreender as relações alimentares entre organismos em um ecossistema (SABO e GERBER, 2014) através de importantes aspectos como alterações ontogenéticas e ecomorfológicas, variações intrapopulacionais e especialização individual, partilha de recursos, seletividade, dentre outros. Também possibilitam a identificação de respostas a mudanças naturais ao longo do tempo e no espaço, bem como as alterações antrópicas, levando em consideração as características e interações do ambiente, desempenhando um papel fundamental para compreender os processos que influenciam a manutenção da diversidade de espécies e a gestão sustentável dos ambientes (ESTEVES et al., 2021).

Dois fatores que podem influenciar a variação alimentar das espécies são as condições ambientais e a sua própria biologia (ABELHA et al., 2001). Observando como a ecologia trófica é influenciada por pressões ambientais, é possível realizar uma análise mais ampla se associada a outros parâmetros, como a ecomorfologia de espécies, que busca avaliar a relação entre a morfologia de comunidades, populações e indivíduos e os diferentes habitats ocupados (MARQUES e NOMURA, 2004).

Diferenças morfológicas dentro da mesma espécie podem ter relação com diversos fatores como a disponibilidade de recursos e o tamanho do território, além das alterações ecológicas sofridas pelo ambiente com o passar do tempo, possibilitando a ocorrência de características peculiares na morfologia dos organismos (SOUZA et al., 2015). Sendo assim, analisar as variações ecomorfológicas pode ser mais uma forma de entender a dinâmica ecológica das espécies e apontar quais os possíveis motivos de suas variações (MISE et al., 2013).

Um importante grupo na ecologia de peixes de riachos são os peixes bentônicos. Característicos por seus hábitos de vida associados ao substrato, a morfologia desses organismos sofre grande influência da relação que estabelecem com o meio onde estão inseridos (SOUZA et al., 2021). *Rhamdioglanis transfasciatus* Miranda-Ribeiro, 1908, pertence à ordem Siluriformes, família Heptapteridae (BRAZIL-SOUSA et al., 2009). Popularmente é conhecido como bagre e distribui-se de maneira restrita em riachos costeiros entre os estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina (MENEZES et al., 2007).

No presente trabalho avaliamos se ocorrem variações ecomorfológicas e tróficas em populações de *Rhamdioglanis transfasciatus* entre diferentes riachos de Mata Atlântica na região costeira do estado de São Paulo. Especificamente, através da análise comparativa do conteúdo estomacal e variáveis ambientais entre as bacias, esperamos compreender as variações potenciais no uso do habitat, ecologia trófica, composição alimentar e condição corporal entre as bacias, nos esforçando para identificar quaisquer distinções ecomorfológicas ou dietéticas para esta espécie.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. ÁREA DE ESTUDO**

A área da zona costeira do estado de São Paulo é controlada sazonalmente pelos sistemas equatoriais e tropicais, tendo como característica um clima úmido de costas expostas à massa tropical atlântica e com pouca influência de massas polares e frias (aproximadamente 30-40% de participação anual). Em contrapartida, apresenta alta precipitação durante o ano todo, tendo uma média anual de 2.000 a 2.500 mm e o verão (janeiro, fevereiro e março) como período mais chuvoso (HARTMANN, 2004).

O clima na região é do tipo Af (tropical super úmido com ausência de estação seca) segundo classificação de Köppen.

Os peixes analisados são provenientes de três bacias hidrográficas, a do rio Quilombo, do rio Una e do rio Boiçucanga, no litoral do Estado de São Paulo (Figura 1). A bacia hidrográfica do rio Quilombo está localizada no município de Santos/SP. Com origem na Serra do Mar, tem 66,7 km<sup>2</sup> e está situada entre as Serras do Morrão (margem direita) e do Quilombo (margem esquerda) (SCHMIEGELOW, 2009; SOUZA, 2011). A região da Barra do Una, município de São Sebastião/SP, onde se localiza a bacia do rio Una, também está inserida no bioma de Mata Atlântica, onde cerca de 70% da área é ocupada pelo Parque Estadual da Serra do Mar (RODRIGUEZ, 2005). Também na chamada costa Sul do município de São Sebastião, está Boiçucanga, onde está localizada a bacia do rio Boiçucanga (PEDROZA *et al.*, 2017).



Figura 1. Riachos das bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga, respectivamente. Fonte: Fabio Cop Ferreira.

## 2.2. COLETA DOS DADOS

Os pontos de coleta em cada microbacia foram posicionados ao longo do gradiente longitudinal de modo a captar a principal estrutura de variação das metacomunidades (Figura 2). Os exemplares de *Rhamdioglanis transfasciatus* (Figura 3) foram amostrados com um aparelho de pesca elétrica tipo backpack (Smith-root, modelo LR-24) (Figura 4) (Licenças nº 46994-1 SISBIO/IBAMA/MMA e 260108-002.954/2016 COTEC/MMA) seguindo protocolos similares aos realizados por

Ferreira e Petrere Jr. (2009) e Ferreira *et al.* (2014). A amostragem foi efetuada no mês de agosto de 2016 na bacia do rio Quilombo e em agosto de 2017 nas bacias dos rios Una e Boiçucanga, ambas durante a estação menos chuvosa, devido à maior eficiência amostral e melhor acessibilidade aos trechos amostrais, além das associações entre as assembleias de peixes e a estrutura ambiental se tornarem mais evidentes neste período (PINTO *et al.*, 2006).

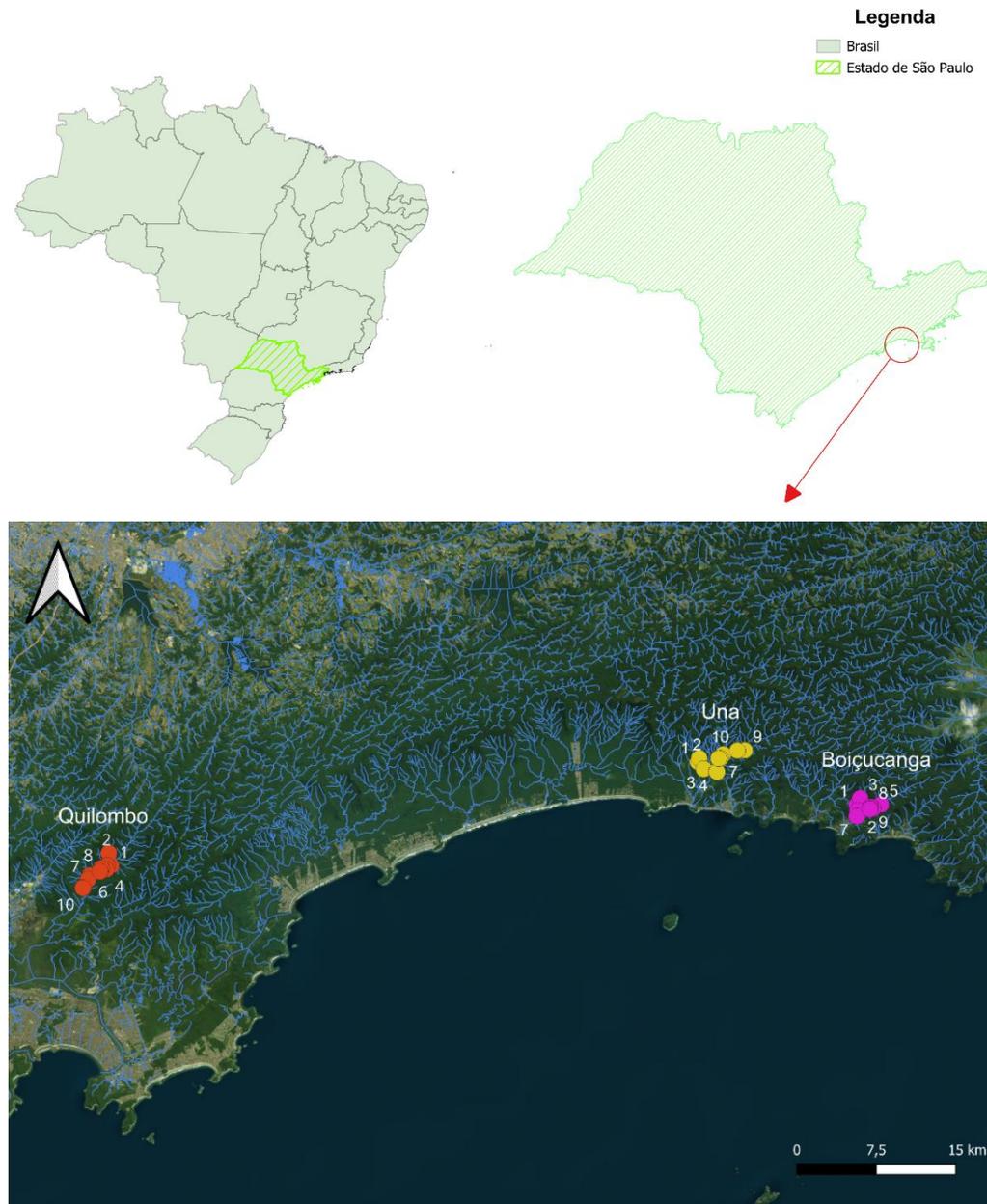


Figura 2. Área de estudo e disposição dos pontos de coleta em suas respectivas bacias. Fonte: Elaborado pela autora.



Figura 3. Heptapteridae, *Rhamdioglanis transfasciatus* Miranda-Ribeiro, 1908 amostrado em diferentes bacias costeiras do estado de São Paulo. Fonte: Fabio Cop Ferreira.



Figura 4. Coleta da ictiofauna com um aparelho de pesca elétrica tipo backpack. Fonte: Fabio Cop Ferreira.

O tamanho amostral em cada microbacia foi definido em 10 pontos de coleta ao longo de 100 metros de extensão. O aparelho de pesca elétrica foi passado uma vez no sentido jusante – montante e os peixes foram capturados com dois puçás nos pontos amostrais, sem rede de contenção.

Os exemplares foram anestesiados com 1 a 1,5 mL de solução de óleo de cravo por litro de água (5 mL de óleo de cravo + 95 mL de álcool 96 – 99° GL), fixados em formalina 10% e transferidos em laboratório para álcool 70%. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP (CEUA no 720615091), visto que os dados estão vinculados ao Projeto FAPESP (processo no 2015/18013-7), coordenado pelo Prof. Dr. Fabio Cop Ferreira (UNIFESP).

Nos mesmos trechos em que foram amostrados os exemplares, foram tomadas as informações sobre a estrutura ambiental: largura e profundidade do canal, tipo de substrato, velocidade da corrente, estrutura das margens e estado de preservação da vegetação ripária (BARBOUR *et al.*, 1999; CASATTI *et al.*, 2006; SILVA, 2009). Também foram mensuradas as variáveis limnológicas. Utilizando uma sonda multiparâmetros (Modelo Horiba, U-10) foram mensurados: temperatura (°C), pH, condutividade (MS.cm<sup>-1</sup>) e turbidez (NTU). A largura do canal foi mensurada com auxílio de um trena a cada cinco metros ao longo do trecho total de 100 metros da amostragem. As medidas de profundidade foram tomadas de um em um metro utilizando-se de uma haste de madeira graduada em centímetros. O tipo de substrato foi classificado em silte/areia, cascalho, seixo e matacão. A velocidade da corrente foi categorizada em parada, lenta, média, rápida e cascata. A estrutura da margem foi classificada em instável (barranco nu, gramíneas, raízes finas) ou estável (rochas/troncos/raízes grossas).

### **2.3. ANÁLISE LABORATORIAL**

No Laboratório de Biologia e Organismos Costeiros e Marinhos – LABOMAC da UNISANTA, os exemplares de *Rhamdioglanis transfasciatus* foram identificados e pesados (g) em uma balança analítica devidamente calibrada e tomadas 25 medidas morfométricas (Comprimento Total, Comprimento Padrão, Altura Máxima do Corpo, Altura Média do Corpo, Largura Máxima do Corpo, Comprimento do Pedúnculo Caudal, Altura do Pedúnculo Caudal, Largura do Pedúnculo Caudal, Comprimento da Nadadeira Caudal, Altura da Nadadeira Caudal, Comprimento da Nadadeira Dorsal, Altura da Nadadeira Dorsal, Comprimento da Nadadeira Anal, Altura da Nadadeira Anal, Comprimento da Nadadeira Peitoral, Altura da Nadadeira Peitoral, Comprimento da Nadadeira Pélvica, Altura da Nadadeira Pélvica, Comprimento da Cabeça, Altura da Cabeça, Largura da Cabeça, Altura Média do Olho, Altura Máxima da Boca,

Largura Máxima da Boca e Comprimento do Focinho com a boca Fechada) com auxílio de um ictiômetro e um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, além de calculadas seis áreas corporais (Área do Olho, Área da Nadadeira Dorsal, Área da Nadadeira Peitoral, Área da Nadadeira Pélvica, Área da Nadadeira Anal e Área da Nadadeira Caudal) (Figura 5, Tabela 1) obtidas através do desenho do contorno das estruturas e posteriormente digitalizadas e calculadas no software AUTO CAD2009 (LEITÃO *et al.*, 2018), totalizando 31 medidas corporais. As medidas foram adaptadas de Leitão *et al.* (2018).

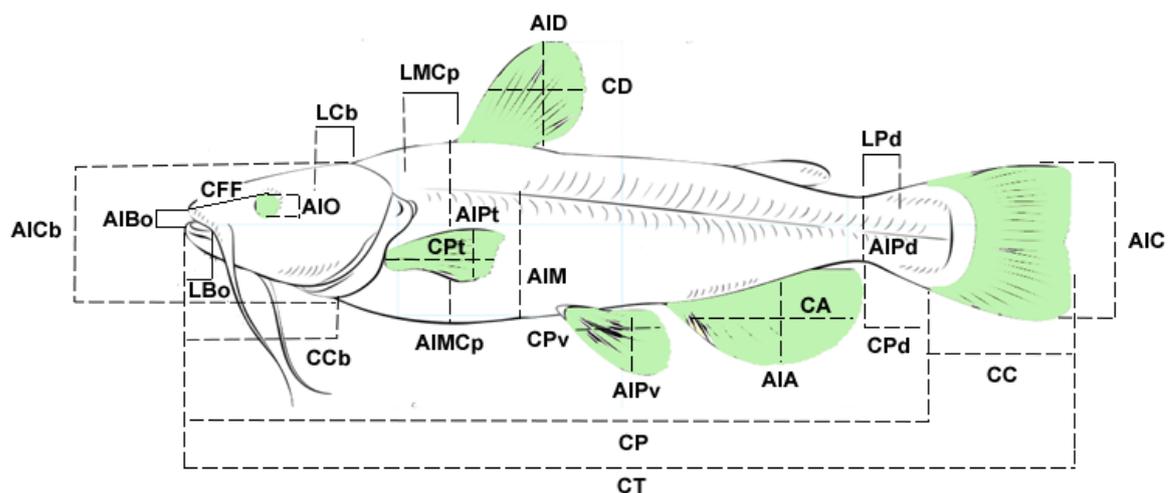


Figura 5. Ilustração representativa das medidas e áreas corpóreas obtidas. Modificado de Leitão *et al.* (2018). CT = Comprimento Total, CP = Comprimento Padrão; AIMCp = Altura Máxima do Corpo; AIM = Altura Média do Corpo; LMCp = Largura Máxima do Corpo; CPd = Comprimento do Pedúnculo Caudal; AIPd = Altura do Pedúnculo Caudal; LPd = Largura do Pedúnculo Caudal; CC = Comprimento da Nadadeira Caudal; AIC = Altura da Nadadeira Caudal; CD = Comprimento da Nadadeira Dorsal; AID = Altura da Nadadeira Dorsal; CA = Comprimento da Nadadeira Anal; AIA = Altura da Nadadeira Anal; CPt = Comprimento da Nadadeira Peitoral; AIPt = Altura da Nadadeira Peitoral; CPv = Comprimento da Nadadeira Pélvica; AIPv = Altura da Nadadeira Pélvica; CCb = Comprimento da Cabeça; AICb = Altura da Cabeça; LCb = Largura da Cabeça; AIO = Altura Média do Olho; AIBo = Altura Máxima da Boca; LBo = Largura Máxima da Boca e CFF = Comprimento do Focinho com a boca Fechada. Em destaque as estruturas desenhadas para cálculo de área: Área do Olho, Área da Nadadeira Dorsal, Área da Nadadeira Peitoral, Área da Nadadeira Pélvica, Área da Nadadeira Anal e Área da Nadadeira Caudal. Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 1. Medidas morfométricas obtidas em *Rhamdioglanis transfasciatus* amostrado nas três bacias costeiras no estado de São Paulo.

<b>Medidas Morfométricas</b>	<b>Definição</b>
Comprimento Total (CT)	Distância do focinho até o final da nadadeira caudal.
Comprimento Padrão (CP)	Distância do focinho até o início da nadadeira caudal.
Altura Máxima do Corpo (AIMCp)	Distância máxima vertical entre o início da nadadeira dorsal e o abdômen.
Altura Média do Corpo (AIMC)	Distância máxima vertical da linha média ao abdômen.
Largura Máxima do Corpo (LMCp)	Distância máxima perpendicular ao comprimento.
Comprimento do Pedúnculo Caudal (CPd)	Distância máxima entre o início e o final do pedúnculo caudal.
Altura do Pedúnculo Caudal (AIPd)	Distância vertical da parte média do pedúnculo caudal.
Largura do Pedúnculo Caudal (LPd)	Distância máxima perpendicular ao comprimento.
Comprimento da Nadadeira Caudal (CC)	Distância máxima da base até a extremidade distal da nadadeira caudal.
Altura da Nadadeira Caudal (AIC)	Distância máxima vertical entre as pontas da nadadeira caudal.
Comprimento da Nadadeira Dorsal (CD)	Distância máxima entre as pontas da nadadeira dorsal.
Altura da Nadadeira Dorsal (AID)	Distância máxima vertical entre a base e a extremidade distal da nadadeira dorsal.
Comprimento da Nadadeira Anal (CA)	Distância entre as pontas da nadadeira anal.
Altura da Nadadeira Anal (AIA)	Distância máxima vertical entre a base e a extremidade distal da nadadeira anal.
Comprimento da Nadadeira Peitoral (CPt)	Distância da base até a extremidade distal da nadadeira peitoral.
Altura da Nadadeira Peitoral (AIPt)	Distância máxima vertical entre as pontas da nadadeira peitoral.
Comprimento da Nadadeira Pélvica (CPv)	Distância da base até a extremidade distal da nadadeira pélvica.
Altura da Nadadeira Pélvica (AIPv)	Distância máxima vertical entre as pontas da nadadeira pélvica.
Comprimento da Cabeça (CCb)	Distância máxima da ponta do focinho ao final da cabeça.
Altura da Cabeça (AICb)	Distância máxima perpendicular ao comprimento.
Largura da Cabeça (LCb)	Distância máxima de uma ponta à outra parte mais larga da cabeça.
Altura Média do Olho (AIO)	Distância máxima vertical do início ao fim do globo ocular.
Altura Máxima da Boca (AIBo)	Distância máxima vertical entre as pontas da mandíbula aberta.
Largura Máxima da Boca (LBo)	Distância máxima entre as pontas da mandíbula aberta.
Comprimento do Focinho com a boca Fechada (CFF)	Distância máxima entre o olho e a ponta do focinho fechado.

(Continua)

(Continuação)

<b>Medidas Morfométricas</b>	<b>Definição</b>
Comprimento do Focinho com a boca Fechada (CFF)	Distância máxima entre o olho e a ponta do focinho fechada.
Área da nadadeira Dorsal (AD)	$AD/(CP)^2$ Área da nadadeira dorsal dividido pelo comprimento padrão ao quadrado.
Área da nadadeira Anal (AA)	$AA/(CP)^2$ Área da nadadeira anal dividido pelo comprimento padrão ao quadrado.
Área da nadadeira Caudal (AC)	$AC/(CP)^2$ Área da nadadeira caudal dividido pelo comprimento padrão ao quadrado.
Área da nadadeira Peitoral (APt)	$APt/(CP)^2$ Altura da nadadeira peitoral dividido pelo comprimento padrão ao quadrado.
Área da nadadeira Pélvica (APv)	$APv/(CP)^2$ Altura da nadadeira pélvica dividido pelo comprimento padrão ao quadrado.
Área do Olho (AO)	$AO/(CP)^2$ Área do olho dividido pelo comprimento padrão ao quadrado.

(Conclusão)

Fonte: elaborado pela autora.

A partir das 31 medidas corporais citadas na Tabela 1, foram calculados 14 atributos morfológicos, relacionado ao uso de habitat e à ecologia trófica, baseados nos estudos de Gatz (1979), Blake (1983), Mahon (1984), Watson e Balon (1984), Winemiller (1991), Casatti e Castro (2006) e Ohlberger *et al.*, (2006), Pagotto *et al.*, (2011) (Tabela 2).

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

Atributos morfológicos	Cálculo e significado ecológico	Atributo
Altura relativa	AIMCp/CP - É assumida como sendo inversamente relacionada à velocidade do hábitat (NIKOLSKI, 1933 Apud WATSON e BALON, 1984), valores menores indicariam peixes habitando águas rápidas. Está diretamente relacionada com a capacidade de realizar giros verticais (GATZ, 1979).	
Área relativa da nadadeira peitoral	AIPt*CPt/CP - Valores altos seriam esperados em peixes que ocupam áreas de fluxo rápido que os utilizam para manter contato próximo com o substrato (GATZ, 1979; WATSON e BALON, 1984; KERFOOT-JR. e SCHAEFER, 2006). Para peixes bentônicos que habitam trechos de corredeiras, nadadeiras peitorais maiores podem promover a manutenção e o equilíbrio no fluxo rápido (GATZ, 1979; CASATTI e CASTRO, 1998).	Uso de habitat
Área relativa da nadadeira pélvica	AIPv*CPt/CP - Para peixes bentônicos que habitam trechos rápidos. Nadadeiras pélvicas maiores podem aumentar a área de contato com o substrato e permitir que os peixes mantenham contato próximo (GATZ, 1979; CASATTI e CASTRO, 1998; KERFOOT-JR. e SCHAEFER, 2006).	
Comprimento relativo do pedúnculo caudal	CPd/CP - Pedúnculos caudais longos estão relacionados a espécies adaptadas a habitats lóticos. Peixes com esta estrutura são capazes de desenvolver deslocamento de curta distância (GATZ,1979; WATSON e BALON, 1984).	

(Continua)

(Continuação)

Atributos morfológicos	Cálculo e significado ecológico	Atributo
Índice de achatamento ventral	AIM/AIMCp - Valores baixos indicam espécies com corpos deprimidos, e seriam esperados em peixes que ocupam habitats lóticos (GATZ, 1979; WATSON e BALON, 1984). Baixos valores estariam associados a vida em águas rápidas por assegurar a manutenção da posição espacial sem grandes esforços (HORA, 1930).	Uso de habitat
Índice de compressão	AIMCp/LMCp - Valores altos indicam um corpo comprimido lateralmente, e seriam esperados em peixes que ocupam habitats lênticos (GATZ, 1979; WATSON e BALON, 1984).	
Índice de compressão do pedúnculo caudal	AIPd/Lpd - Pedúnculos caudais comprimidos indica hábito de nadar lentamente (WATSON e BALON, 1984).	
Largura relativa do pedúnculo caudal	CPd/AIMCp - Valores altos indicam nadadores contínuos (GATZ, 1979; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2010).	
Altura relativa da boca	AIBo/Cp - Valores altos indicam peixes alimentando-se de presas maiores (GATZ, 1979; WATSON e BALON, 1984). Valores baixos indicam maior pressão de sucção da boca (NORTON e BRAINERD, 1993).	Ecologia trófica
Altura relativa da cabeça	AICb/Cp - Valores altos indicam peixes alimentando-se de presas maiores (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2010).	
Área relativa do olho	AO/(CP) <sup>2</sup> - Índice associado à acuidade visual. Valores altos indicam espécies com maior acuidade visual (PANKHURST, 1989).	
Comprimento relativo da cabeça	CCb/CP - Valores altos indicam peixes alimentando presas maiores (GATZ, 1979; WATSON e BALON, 1984).	

(Continua)

(Continuação)

Atributos morfológicos	Cálculo e significado ecológico	Atributo
Largura relativa da boca	Lbo/Cp - Valores altos indicam peixes alimentando-se de presas maiores (GATZ, 1979). Valores baixos indicam maior pressão de sucção (NORTON e BRAINERD, 1993).	Ecologia trófica
Largura relativa da cabeça	LCb/Cp - Valores altos indicam peixes se alimentando de presas maiores (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2010).	

(Conclusão)

Fonte: Adaptado de Pagotto *et al.*, 2011.

Os estômagos com alimento foram retirados, pesados e conservados em álcool 70% para análises posteriores.

Em estereomicroscópio os itens alimentares foram identificados ao menor nível taxonômico possível utilizando literatura especializada (MUGNAI *et al.*, 2010; HAMADA *et al.*, 2014). Para quantificar a dieta foi utilizado o Grau de Preferência Alimentar (GPA), proposto por Braga (1999), cujo objetivo é agrupar os itens alimentares de acordo com o volume ocupado no estômago. No GPA quando ocorre apenas um item, atribui-se o valor 4. Quando houver mais de um item, o predominante, receberá o valor 3, o intermediário, receberá o valor 2 e o item que ocupar o menor volume receberá o valor 1. O GPA foi calculado para cada item consumido por:  $GPA = S(i)/N$ , sendo  $S(i)$  a somatória dos valores atribuídos à abundância do item alimentar  $i$  e  $N$  o número total de estômagos analisados. Posteriormente, os itens alimentares foram classificados como de preferência absoluta (GPA = 4), alto grau de preferência ( $3 \leq GPA \leq 4$ ), preferencial ( $2 \leq GPA \leq 3$ ), secundário ( $1 \leq GPA \leq 2$ ) e ocasional (GPA  $\leq 1$ ) (BRAGA, 1999).

## 2.4. ANÁLISE DE DADOS

Para analisar possíveis diferenças nas variáveis ambientais entre as três bacias, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA). Para determinar a condição corporal da espécie, foi utilizado o Fator de Condição Fulton (K), calculado usando a fórmula:  $K = \frac{10 \times \text{Peso (g)}}{\text{Comprimento padrão (mm)}^3}$ . Devido à não adesão ao pressuposto da normalidade residual, foi empregado o teste de Kruskal-Wallis para analisar diferenças no comprimento padrão (mm), peso (g) e Fator de Condição de Fulton entre as bacias. Posteriormente, foram realizadas comparações *post-hoc pairwise* por meio de testes de Wilcoxon rank-sum. Para gerenciar possíveis taxas de falsas descobertas, a correção de Benjamini-Hochberg foi aplicada aos valores de p obtidos.

As análises envolvendo os atributos morfológicos abrangeram duas categorias: Uso de hábitat e Ecologia trófica. Foram utilizadas Análises de Componentes Principais (PCA) para compreender a relação entre esses atributos e como se diferenciam por bacia. Esta é uma técnica recorrente para solucionar problemas referentes à biometria das espécies, a qual envolve inúmeras variáveis que se correlacionam fortemente (MANLY, 2008). Para as análises dos atributos morfológicos foi utilizado o pacote *vegan* no software R (OKSANEN *et al.*, 2010).

Para a análise da dieta, os dados foram transformados em presença e ausência, e foi mensurada a diversidade beta através da dissimilaridade de Sørensen e seus componentes de aninhamento e substituição, por meio do pacote *betapart* (BASELGA e ORME, 2012). Foi comparada a contribuição de ambos os componentes entre cada bacia, buscando compreender se há uma maior contribuição da troca de itens alimentares (substituição) ou se bacias são em maior parte subconjuntos de outros mais ricos em itens (aninhamento) e assim determinar se esses itens alimentares variavam entre as bacias para a mesma espécie. Uma Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) foi realizada para avaliar se a composição da dieta de *R. transfaciatus* sofreu algum deslocamento entre as bacias. Todas as análises foram feitas no software R.

### 3. RESULTADOS

Para os fatores abióticos (pH, Condutividade, Temperatura, Vegetação ripária, Granulometria, Largura, Profundidade, Velocidade da água), não foram evidenciadas diferenças entre as bacias (Figura 6) (Tabela 3).

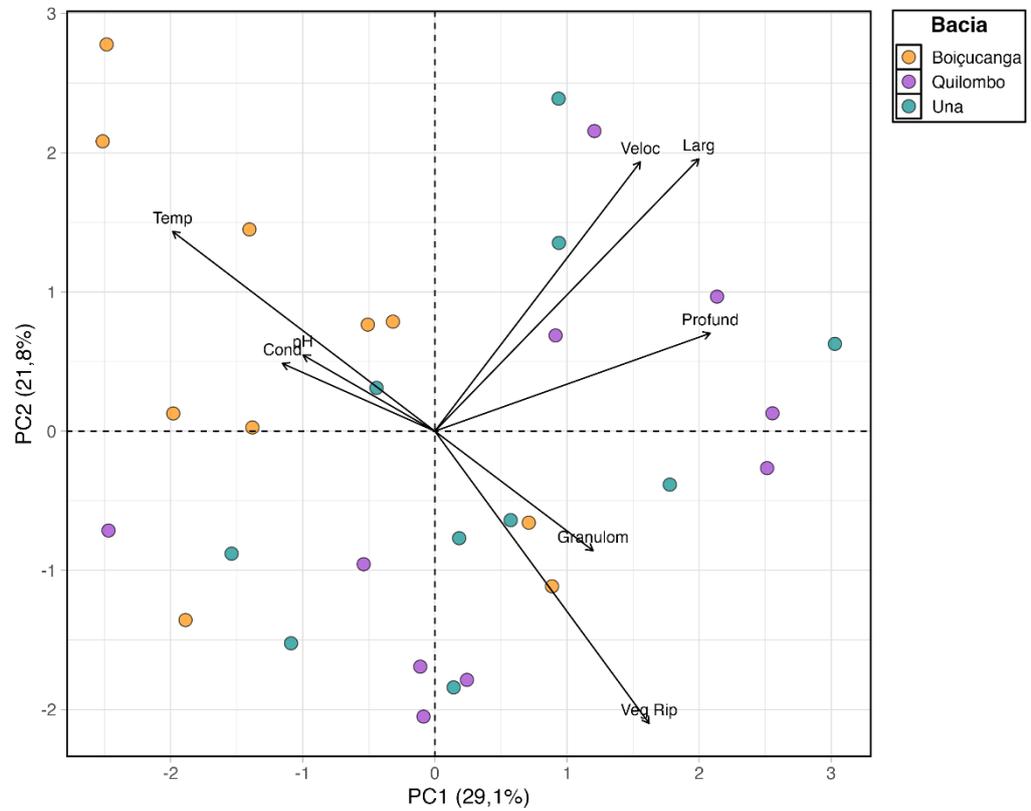


Figura 6: Análise de Componentes Principais das variáveis abióticas e das bacias amostradas.

Tabela 3: Variáveis ambientais amostradas nos mesmos pontos em que foram amostrados *Rhamdioglanis transfasciatus* nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga.

Bacia	Ponto	pH	Condutividade	Temperatura	Vegetação ripária	Granulometria	Largura	Profundidade	Velocidade da água
Quilombo	1	5,92	0,02	17,20	0,88	3,36	4,48	23,81	0,11
Quilombo	2	6,02	0,02	17,10	1,00	3,34	15,25	35,35	0,40
Quilombo	3	5,82	0,02	17,70	1,00	2,86	4,15	18,91	0,15
Quilombo	4	5,87	0,02	17,10	1,00	3,18	14,24	42,10	0,29
Quilombo	5	5,91	0,02	17,40	0,62	2,37	12,25	34,96	0,28
Quilombo	6	5,92	0,02	17,50	0,90	2,85	21,93	28,25	0,36
Quilombo	7	5,93	0,02	17,70	0,78	2,84	5,36	15,03	0,19
Quilombo	8	5,87	0,02	17,30	0,95	3,15	3,84	17,28	0,11
Quilombo	9	6,28	0,02	18,90	0,78	2,84	23,31	33,85	0,33
Quilombo	10	6,24	0,03	18,50	0,68	1,62	2,65	13,25	0,03
Una	1	5,30	0,01	17,70	1,00	1,30	9,12	25,20	0,23
Una	2	5,60	0,01	17,70	1,00	2,83	14,43	36,25	0,21
Una	3	5,75	0,02	18,20	1,00	1,00	6,88	49,07	0,00
Una	4	5,56	0,01	17,90	0,45	1,87	19,33	23,93	0,45
Una	5	5,60	0,02	18,60	0,68	2,54	3,70	14,81	0,08
Una	6	5,66	0,01	17,80	1,00	3,42	13,38	47,80	0,47
Una	7	5,26	0,01	18,00	0,80	1,35	12,28	18,45	0,56
Una	8	5,13	0,02	18,80	0,79	1,29	3,93	24,26	0,35
Una	9	5,60	0,02	17,70	1,00	3,02	5,00	20,61	0,12
Una	10	6,25	0,02	18,20	1,00	2,59	3,43	14,83	0,11
Boiçucanga	1	5,35	0,02	18,30	1,00	3,08	7,83	20,25	0,33
Boiçucanga	2	5,52	0,02	19,40	0,43	2,10	10,95	17,70	0,23
Boiçucanga	3	5,90	0,02	16,70	0,86	3,04	8,37	19,51	0,25
Boiçucanga	4	6,40	0,21	18,50	0,25	2,01	8,18	21,67	0,25
Boiçucanga	5	6,00	0,28	18,40	0,90	3,23	5,85	16,73	0,29
Boiçucanga	6	6,15	0,02	19,40	0,83	2,99	10,62	21,70	0,30
Boiçucanga	7	6,70	0,02	19,80	0,28	1,31	9,53	26,60	0,26
Boiçucanga	8	6,25	0,03	18,50	0,95	2,19	1,38	9,12	0,12
Boiçucanga	9	6,30	0,02	18,20	0,48	3,85	9,80	18,54	0,32
Boiçucanga	10	5,47	0,03	19,40	0,63	1,99	3,05	14,05	0,20

Foram amostrados 397 exemplares de *R. transfasciatus*, sendo que a maior abundância foi registrada na bacia do rio Boiçucanga (n=194), seguida das bacias dos rios Quilombo (n=103) e Una (n=100).

O comprimento padrão médio foi maior na bacia do rio Una (116 mm  $\pm$  49 mm), seguido das bacias dos rios Boiçucanga (113 mm  $\pm$  39 mm) e Quilombo (104 mm  $\pm$  42 mm), assim como o peso padrão médio (17,40 g  $\pm$  18,62 g), (15,60 g  $\pm$  13,59 g) e (13,92 g  $\pm$  13,66 g), respectivamente. Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas entre comprimento padrão (mm) ( $\chi^2=3,28$ ,  $df=2$ ,  $p=0,19$ ) e peso (g) ( $\chi^2=2,24$ ,  $df=2$ ,  $p=0,32$ ) dos peixes em relação às bacias. Em contrapartida, o Fator de Condição Fulton apresentou diferença em relação às três bacias ( $\chi^2=28,34$ ,  $df=2$ ,  $p<0,001$ ), sendo o menor fator de condição observado para a bacia do rio Una, diferindo significativamente do Quilombo ( $p<0,001$ ) e Boiçucanga ( $p<0,001$ ), assim como Boiçucanga e Quilombo também diferiram entre si ( $p = 0,03$ ) (Figura 7).

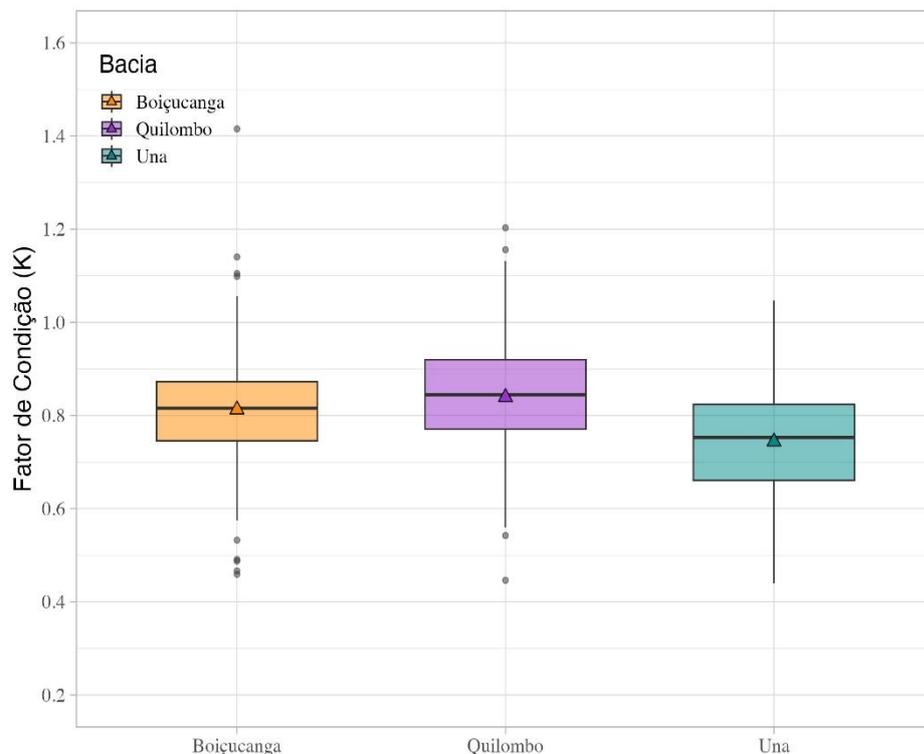


Figura 7: Fator de condição de *R. transfasciatus* amostrado nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga.

Foram obtidas 25 medidas morfométricas e seis áreas corporais de 374 exemplares de *R. transfasciatus*. A partir disso, os valores médios dos 14 atributos morfológicos obtidos estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Média e desvio padrão dos atributos morfológicos de *Rhamdioglanis transfasciatus* amostrado nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga. ar = Altura relativa; arnp = Área relativa da nadadeira peitoral; arnpv = Área relativa da nadadeira pélvica; crp = Comprimento relativo do pedúnculo caudal; iav = Índice de achatamento ventral; ic = Índice de compressão; cpc = Índice de compressão do pedúnculo caudal; lrpdc = Largura relativa do pedúnculo caudal; arb = Altura relativa da boca; arc = Altura relativa da cabeça; aro = Área relativa do olho; crc = Comprimento relativo da cabeça; lrb = Largura relativa da boca; lrc = Largura relativa da cabeça. Em negrito estão as maiores médias de cada atributo morfológico. Fonte: Elaborado pela autora.

Bacias	ar	arnp	arnpv	crp	iav	ic	cpc	lrpdc	arb	arc	Aro	Crc	lrb	lrc
Quilombo	<b>0,12±</b> 0,01	<b>1,00±</b> 0,14	0,12± 0,02	3,19± 0,57	0,07± 0,01	<b>0,25±</b> 0,01	<b>0,01±</b> 0,00	<b>0,02±</b> 0,00	<b>0,03±</b> 0,02	<b>0,21±</b> 0,01	0,63± 0,07	0,10± 0,01	<b>0,16±</b> 0,01	1,02± 0,15
Una	0,11± 0,02	0,98± 0,12	<b>0,19±</b> 0,03	2,42± 0,56	<b>0,08±</b> 0,03	0,11± 0,04	<b>0,01±</b> 0,01	0,01± 0,01	<b>0,03±</b> 0,04	<b>0,21±</b> 0,04	0,64± 0,09	<b>0,11±</b> 0,03	<b>0,16±</b> 0,04	<b>1,75±</b> 0,43
Boiçucanga	0,11± 0,01	0,94± 0,10	0,14± 0,02	<b>4,14±</b> 1,16	<b>0,08±</b> 0,01	0,10± 0,01	<b>0,01±</b> 0,00	0,01± 0,00	<b>0,03±</b> 0,06	0,20± 0,02	<b>0,65±</b> 0,09	0,10± 0,01	<b>0,16±</b> 0,01	1,24± 0,23

Além disso, dos 14 atributos avaliados, apenas três não apresentaram diferenças significativas entre as três bacias, sendo que a maioria diferiu significativamente (Tabela 5).

Tabela 5: Análise estatística dos atributos morfológicos de *R. transfasciatus* entre as bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga.

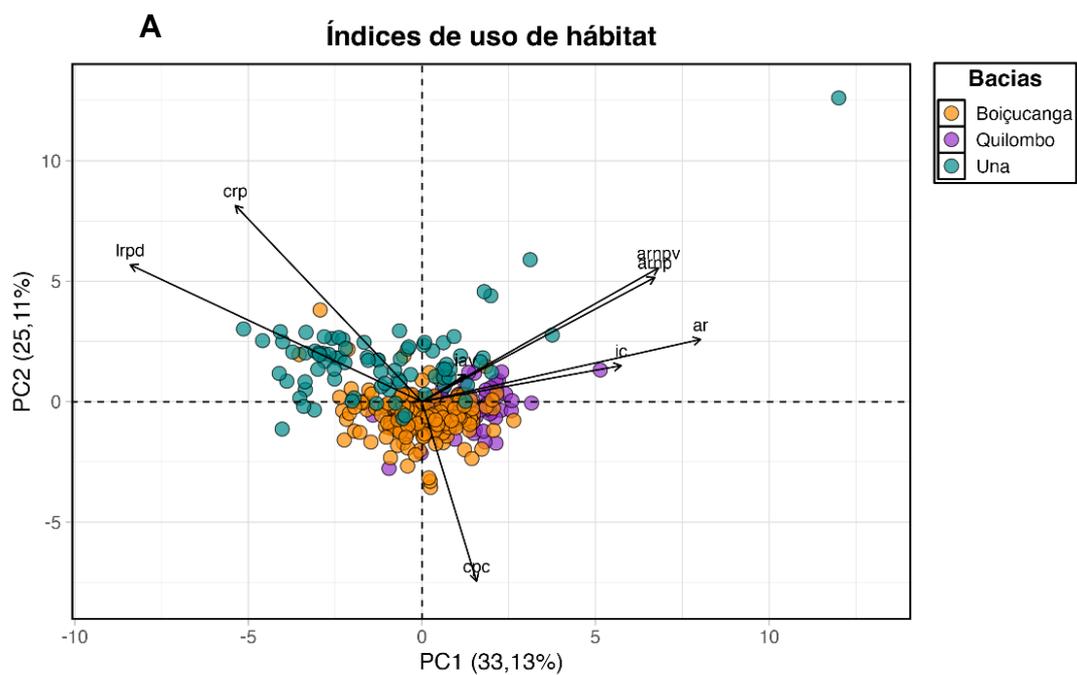
<b>Atributos</b>		<b><math>\chi^2</math></b>	<b>p</b>
Uso de habitat	ar	47,41	<b>&lt;0,001</b>
	arnp	0,84	0,65
	arnpv	27,13	<b>&lt;0,001</b>
	crp	165,49	<b>&lt;0,001</b>
	iav	4,91	0,08
	ic	20	<b>&lt;0,001</b>
	cpc	168,19	<b>&lt;0,001</b>
	lrpd	166,01	<b>&lt;0,001</b>
Ecologia trófica	arb	45,76	<b>&lt;0,001</b>
	arc	30,51	<b>&lt;0,001</b>
	aro	2,25	0,32
	crc	27,55	<b>&lt;0,001</b>
	lrb	12,86	<b>&lt;0,001</b>
	lrc	30,63	<b>&lt;0,001</b>

A bacia do rio Quilombo apresentou as maiores médias para Altura relativa, Área relativa da nadadeira peitoral, Índice de compressão e Largura relativa do pedúnculo caudal. Área relativa da nadadeira pélvica, Comprimento relativo da cabeça e Largura relativa da cabeça foram as medidas com maiores valores médios na bacia do rio Una. As maiores médias para o rio Boiçucanga foram Comprimento relativo do pedúnculo caudal e Área relativa do olho. As médias do Índice de achatamento ventral foram iguais para as bacias dos rios Una e Boiçucanga, enquanto Altura relativa da cabeça apresentou valores médios iguais para as bacias dos rios Quilombo e Una. As três bacias apresentaram valores médios iguais para Índice de compressão do pedúnculo caudal, Altura relativa da boca e Largura relativa da boca (Tabela 4).

Os dois primeiros eixos da PCA dos atributos morfológicos relacionados ao uso de habitat explicaram 58% da variabilidade dos dados. Observou-se uma ligeira separação entre as bacias dos rios Una e Boiçucanga, sendo os espécimes da primeira mais relacionados à Largura relativa do pedúnculo caudal (lrpd) e ao Comprimento relativo do pedúnculo caudal (crp). No eixo 2 o Índice de compressão

do pedúnculo caudal (cpc) foi positivamente correlacionado aos espécimes da bacia do rio Quilombo (Figura 8A).

A PCA dos atributos morfológicos relacionados a ecologia trófica explicou cerca de 70% da variabilidade dos dados. As três bacias se mostraram muito semelhantes, sendo que no eixo 1 apenas alguns indivíduos da bacia do rio Una estiveram mais relacionados à Altura relativa da cabeça (arc), Comprimento relativo da cabeça (crc) e Largura relativa da cabeça (lrc), Altura relativa da boca (arb) e Largura relativa da boca (lrb) (Figura 8B).



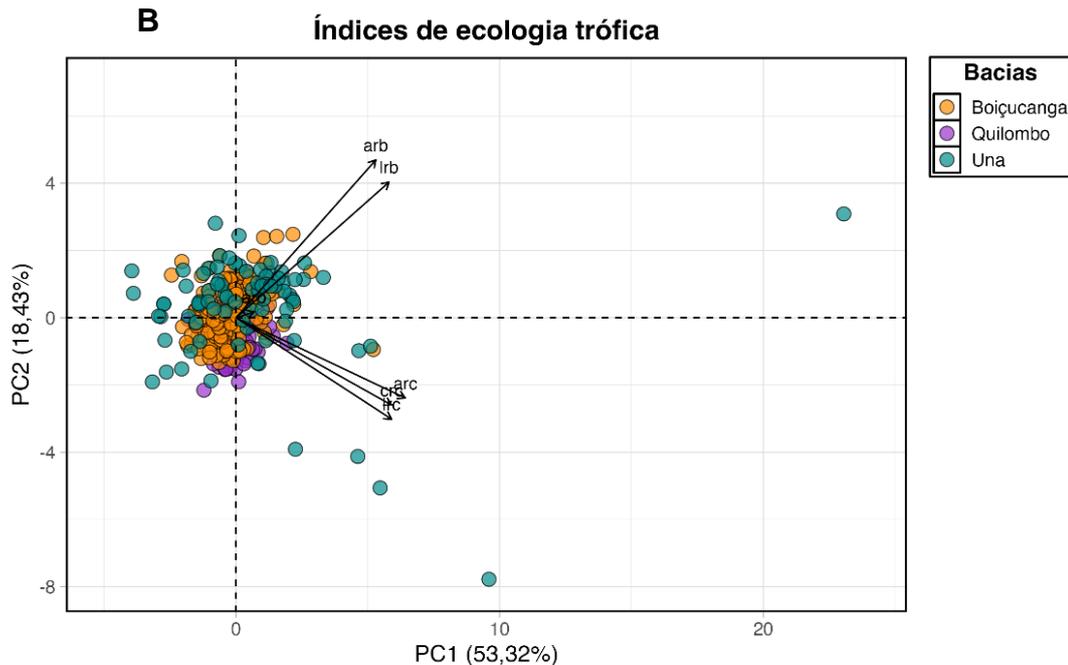


Figura 8. Análise de Componentes Principais dos Índices de uso de habitat **A** e dos índices de ecologia trófica **B** entre os atributos morfológicos e as bacias amostradas. **A:** ar = Altura relativa; arnp = Área relativa da nadadeira peitoral; arnpv = Área relativa da nadadeira pélvica; crp = Comprimento relativo do pedúnculo caudal; iav = Índice de achatamento ventral; ic = Índice de compressão; cpc = Índice de compressão do pedúnculo caudal; lrpdc = Largura relativa do pedúnculo caudal; **B:** arb = Altura relativa da boca; arc = Altura relativa da cabeça; aro = Área relativa do olho; crc = Comprimento relativo da cabeça; lrb = Largura relativa da boca; lrc = Largura relativa da cabeça.

Foram analisados 164 estômagos de *R. transfasciatus* e identificados 41 itens ao menor nível taxonômico possível. Entretanto, para o cálculo do GPA, os itens foram organizados em categorias mais amplas totalizando assim 23 itens. Foram eles: Material vegetal (autóctone: algas; alóctone: folhas, frutos e gravetos), Matéria orgânica, Peixe (bagre), Trichoptera (larva e casulo), Crustacea (Decapoda e Amphipoda), ninfas de Plecoptera, Ephemeroptera e Odonata, Oligochaeta (Naidinae), adultos de Polychaeta e Hemiptera, larvas de Diptera, Megaloptera e Lepidoptera, Coleoptera (adulto e imaturo), Invertebrados não identificados, Aracnidae (Araneae e Opiliones), Formicidae, Orthoptera e Dermaptera. Dos 23 itens consumidos, a maioria foi classificada como “ocasional” segundo o GPA ( $\leq 1$ ) e apenas Matéria Orgânica classificado como secundário ( $1 \leq \text{GPA} \leq 2$ ) nas bacias dos rios Quilombo e Una (Tabela 6). A identificação em um menor nível taxonômico está apresentada na Tabela 7.

Apesar de terem sido classificados como itens ocasionais, alguns itens foram encontrados em estômagos dos peixes das três bacias, como Trichoptera (larva e casulo), Ephemeroptera (ninfa) e Coleoptera (adulto). Em contrapartida, outros

ocorreram em apenas uma bacia, como Peixe (bagre) e Lepidoptera (larva) na bacia do rio Boiçucanga e Hemiptera (adulto) na bacia do rio Una.

Tabela 6. Itens consumidos por *R. transfasciatus* nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga e valores de Grau de Preferência Alimentar. \*= Secundário. Fonte: elaborado pela autora.

Itens	Quilombo	Una	Boiçucanga
Material vegetal	0,17	0,15	0,19
Matéria orgânica	<b>1,28*</b>	<b>1,02*</b>	0,82
Peixe (bagre)	0,00	0,00	0,01
Invertebrados não identificados	0,39	0,41	0,29
Trichoptera (larva e casulo)	0,26	0,38	0,27
Crustacea (Decapoda)	0,00	0,10	0,10
Crustacea (Amphipoda)	0,00	0,05	0,37
Ephemeroptera (ninfa)	0,20	0,21	0,37
Oligochaeta (Naidinae)	0,00	0,10	0,01
Polychaeta (adulto)	0,11	0,05	0,15
Diptera (larva)	0,11	0,26	0,23
Coleoptera (imaturado)	0,13	0,03	0,01
Coleoptera (adulto)	0,37	0,21	0,16
Plecoptera (ninfa)	0,02	0,08	0,03
Hemiptera (adulto)	0,00	0,08	0,00
Megaloptera (larva)	0,00	0,03	0,03
Odonata (ninfa)	0,11	0,26	0,03
Lepidoptera (larva)	0,00	0,00	0,15
Aracnidae (Araneae)	0,00	0,05	0,03
Formicidae	0,07	0,08	0,03
Orthoptera	0,00	0,08	0,07
Dermaptera	0,02	0,00	0,03
Aracnidae (Opiliones)	0,00	0,08	0,05

Tabela 7. Categorias taxonômicas identificadas nos conteúdos estomacais de *R. transfasciatus* amostrado nas bacias dos rios Quilombo, Una e Boiçucanga nos anos 2016 e 2017.

<b>Categorias taxonômicas</b>			
Mollusca			
Annelida	Polychaeta		
		Naidinae	
Chelicerata		Aracnida	Araneae Opiliones
Crustacea	Decapoda Amphipoda	Melitidae Trichodactylidae Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i> sp.
Ephemeroptera (ninfa)		Baetidae Euthyplociidae Oligoneuriidae	<i>Baetis</i> sp.  <i>Campylocia</i> sp.
Dermaptera			
Odonata (ninfa)		Gomphidae Aeshnidae	<i>Progomphus</i> sp.
Plecoptera (ninfa)		Grypopterigidae Perlidae	<i>Macrogynoplax</i> sp.
Orthoptera			
Hemiptera		Naucoridae	
Coleoptera (larva)		Elmidae	<i>Noelmis</i> sp.
Coleoptera (adulto)		Curculionidae Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp. <i>Noelmis</i> sp.
Megaloptera (larva)		Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.
Hymenoptera		Formicidae	

(Continua)

(Continuação)

<b>Categorias taxonômicas</b>		
Trichoptera (casulo e larva)	Leptoceridae Polycentropodidae Helicopsychidae Hydropsychidae Odontoceridae Hydrobiosidae Limnephilidae	<i>Atopsyche</i> sp.
Lepidoptera (larva)	Pyralidae	
Diptera (larva)	Simulidae Chironomidae Blephariceridae Muscidae Stratiomyidae	Chironomini Tanypodini
Peixe	Siluriformes	
Material Vegetal Matéria Orgânica		

(Conclusão)

Fonte: elaborada pela autora.

Para cada uma das bacias, a diversidade beta total de itens consumidos mostrou um valor de variação em sua composição relativamente alto, sendo o mais baixo para o rio Quilombo ( $\beta_{SOR} = 0,7112$ ), seguido das bacias dos rios Boiçucanga ( $\beta_{SOR} = 0,6996$ ) e Una ( $\beta_{SOR} = 0,7197$ ), respectivamente (Figura 9). A substituição de itens consumidos nas bacias do rio Una e Boiçucanga também foi mais elevada (Figura 9 B e C), enquanto o componente de aninhamento se mostrou mais elevado na bacia do rio Quilombo (Figura 9 A).

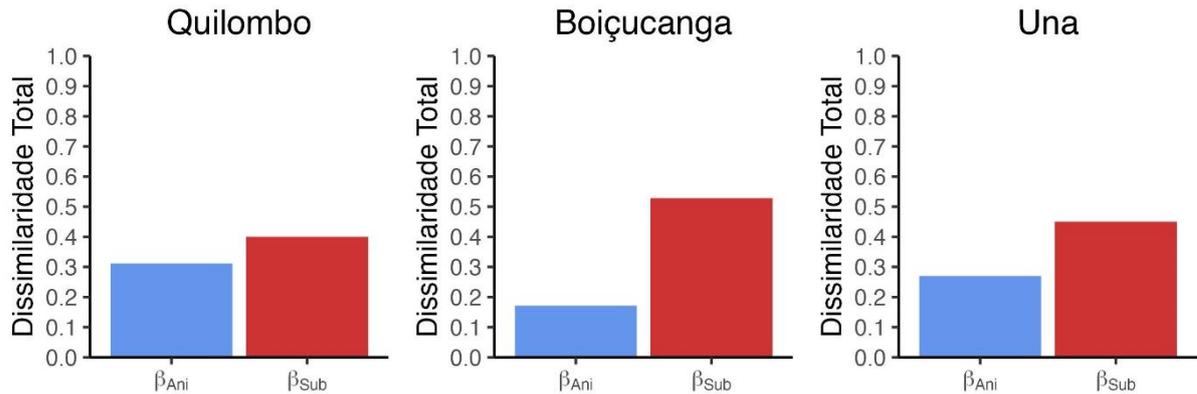


Figura 9. Biodiversidade  $\beta$  total nas bacias dos rios **A** Quilombo, **B** Una e **C** Boiçucanga.

#### 4. DISCUSSÃO

Alguns dos fatores que mais influenciam na distribuição de uma espécie, e consequentemente afetam sua distribuição ecológica e geográfica, são as características físicas e químicas da água, como a temperatura, pH, condutividade, entre outras, além de aspectos físicos característicos do ambiente, como a profundidade, velocidade da água, tipo de substrato e condição da mata ciliar (BREJÃO et al., 2021; MARQUES e CUNICO, 2021). Embora nenhum padrão de distinção tenha sido encontrado entre as diferentes bacias hidrográficas no presente trabalho, em um estudo analítico comportamental usando observação subaquática para analisar a ecologia de populações e comportamento de espécies de bagres, Gerhard (1999) verificou que outras espécies do gênero *Rhamdioglanis* estavam distribuídas em riachos com diferentes graus de corrente e tipos de substratos e que os maiores espécimes foram encontrados em trechos rasos e próximos às margens, corroborando a ideia de que espécies amplamente distribuídas podem ser mais tolerantes aos fatores ambientais.

A razão peso-comprimento e o fator de condição são ferramentas utilizadas para melhor compreender o desenvolvimento e bem-estar envolvidos na sobrevivência das espécies em seu habitat (FROESE, 2006; CAMARA et al., 2011). O menor fator de condição observado para a bacia do rio Una pode sugerir diferenças nos hábitos de forrageamento e/ou no período reprodutivo, corroborando o que foi encontrado por Gomiero e Braga (2003) trabalhando com Ciclídeos em um reservatório de Volta Grande, rio Grande - MG/SP.

Através da aplicação de atributos morfológicos relacionados ao uso do hábitat e à ecologia trófica, é possível observar quais tipos de organismos terão maior destaque em diferentes condições estruturais do habitat, possibilitando entender de forma prática como os indivíduos se distribuem nos riachos e como as comunidades de peixes se organizam (RIBEIRO, 2013), além de revelar os recursos disponíveis no ambiente, agregando suas particularidades, e explicando os padrões de alimentação da ictiofauna de ambientes de riachos (LEITÃO *et al.*, 2015; PRADO *et al.*, 2016; PINI *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2020).

Os atributos morfológicos que mais diferenciaram as bacias foram os de uso do hábitat, como capacidade de natação e deslocamento (largura relativa do pedúnculo caudal e comprimento relativo do pedúnculo caudal), relacionados à adaptação a ambientes lóticos, boa capacidade de natação contínua e de curta distância (GATZ, 1979; WATSON e BALON, 1984, OLIVEIRA *et al.*, 2010) corroborando outros estudos realizados em riachos neotropicais (CASATTI e CASTRO, 2006; ROA-FUENTES *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2016; CARMO, 2016). É esperável que características como a estrutura ecomorfológica da ictiofauna variem entre riachos com diferentes condições estruturais do hábitat (RIBEIRO, 2013).

Em ambientes de riachos não degradados, as espécies chamam atenção por possuírem nadadeiras pélvicas, peitorais, anais e caudais maiores, favorecendo sua ocorrência em áreas com um fluxo de água mais intenso devido à maior capacidade de natação e manobrabilidade (RIBEIRO *et al.*, 2016).

Os mesmos valores médios encontrados para Índice de compressão do pedúnculo caudal, Altura relativa da boca e Largura relativa da boca podem indicar que, morfológicamente, indivíduos das três bacias são capazes de consumir os mesmo tipos e tamanhos de alimento.

Algumas dessas características morfológicas também podem ser consideradas como indicadores de riachos em bom estado de conservação. O Pedúnculo caudal alongado, aumenta a habilidade para nadar em águas agitadas (WATSON e BALON, 1984), nadadeiras peitorais com áreas relativamente grandes ajudam a se manterem firmes sobre o substrato em habitats com correntezas rápidas (WATSON e BALON, 1984), olhos localizados na posição dorsal são comuns em peixes bentônicos (WATSON e BALON, 1984) como *R. transfasciatus*, e boca relativamente larga indica possibilidade de consumo de presas com tamanho considerável (GATZ, 1979).

De maneira geral, no presente estudo, *R. transfasciatus* consumiu uma ampla variedade de itens (41), em diferentes proporções entre as três bacias, como esperado para locais pouco alterados e com alta disponibilidade de recursos. A habilidade de natação aprimorada, resultante das características morfológicas, pode permitir a exploração de uma maior gama de ambientes e conseqüentemente de alimentos (PRADO, 2015). Entretanto, há uma possível variação na diversidade de recursos disponíveis entre as bacias, visto que dos 23 itens consumidos pela espécie, apenas 13 foram registrados na bacia do rio Quilombo, 20 na bacia do rio Una e 22 na bacia do rio Boiçucanga.

Pesquisas mostram que organismos da mesma espécie podem exibir diferenças em sua dieta, morfologia e história de vida (BLANCK e LAMOUREUX 2007, SVANBÄCK e BOLNICK 2007, MANNA *et al.*, 2019), resultando em diferentes formas de aproveitamento de recursos disponíveis, habilidades e estratégias de defesa (BOLNICK *et al.*, 2011).

Os principais itens encontrados nos estômagos foram Matéria orgânica, Invertebrados não identificados, Trichoptera (larva e casulo) e Coleoptera (adulto). Alguns estudos encontraram como itens principais na dieta de *R. transfasciatus*, larvas de Trichoptera e de Diptera (BRAZIL-SOUSA, 2009) e Fragmentos de Artrópodes e Crustáceos (SILVA, 2009; FERREIRA, 2019). De acordo com Oyakawa *et al.* (2006), esta espécie demonstra um comportamento predador, o que é corroborado nos resultados obtidos neste estudo.

Dentre os insetos aquáticos, as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, encontradas nas três bacias, desempenham importante papel como bioindicadores de qualidade de água através de sua presença em determinado ambiente, sua abundância na estrutura das comunidades bentônicas e contribuição à diversidade de espécies (CALLISTO *et al.*, 2001).

O item alimentar peixe, também da ordem Siluriformes, foi encontrado em um único estômago da bacia do rio Boiçucanga, corroborando o encontrado por Carmo (2015) para a mesma espécie na bacia do rio Itanhaém.

No presente estudo, observou-se que os itens de origem autóctone foram mais comuns, indicando que a espécie se alimenta principalmente de recursos provenientes do próprio ecossistema (LOUREIRO-CRIPPA, 2006). Apesar de itens alóctones, como insetos terrestres e material vegetal, serem importantes para a alimentação nos riachos por fornecerem nutrientes provenientes do ambiente terrestre

(ESTEVEES e ARANHA, 1999), foram menos frequentes na dieta da espécie em comparação aos itens autóctones, corroborando o que foi encontrado para riachos tropicais em outros estudos (BRAZIL-SOUSA *et al.*, 2009, REIS *et al.*, 2016; GARCIA, 2019).

Analisando a diversidade beta ( $\beta_{SOR}$ ) para as bacias, o componente de substituição apresentou valores maiores, provavelmente devido à forte influência do frequente comportamento generalista da espécie (DUBOC e TRAJANO, 2003; SILVA, 2009; BRAZIL-SOUZA, 2009) e possivelmente por não serem tão heterogêneas em questão de habitat e uso de recurso. PERES-NETO *et al.*, (1995) consideraram que quanto mais heterogêneo o ambiente, maior a proporção de diversidade de microhabitats e conseqüentemente, de disponibilidade de recursos. ZENI e CASATTI, (2013) também encontraram diferenças na abundância e diversidade trófica entre riachos homogêneos e heterogêneos.

Brazil-Sousa (2009), analisou a segregação alimentar de *R. transfasciatus* no rio Macaé no Rio de Janeiro, onde a maior parte dos indivíduos se comportou de forma generalista com sobreposição quase nula nos locais de coocorrência, indicando a existência de partilha de recursos. Espécies mais generalistas geralmente apresentam alta variação intraespecífica (SMITH *et al.*, 2011) devido a possibilidades de indivíduos utilizarem diferentes recursos (substituição). A avaliação da diversidade beta e de seus elementos constituintes, como a sobreposição e o aninhamento, pode ser considerável na identificação da conservação de riachos e no planejamento ambiental para o desenvolvimento de medidas de preservação da diversidade em níveis locais e regionais (TESHIMA *et al.*, 2016; ZBINDEN e MATTHEWS, 2017). Essa abordagem pode ser uma ferramenta valiosa para a elaboração de planos de ação que visam garantir a manutenção da diversidade biológica em riachos.

Foi possível observar uma composição qualitativa semelhante na dieta de *R. transfasciatus* entre as bacias, mesmo que as quantidades de consumo tenham sido diferentes e alguns itens tenham ocorrido de maneiras particulares. Apesar do item Matéria Orgânica ter se destacado quanto aos valores do GPA, a dieta da espécie para as três bacias foi constituída basicamente de invertebrados aquáticos, o que nos leva a crer que os itens classificados como Matéria Orgânica nada mais sejam do que invertebrados em alto grau de decomposição. Sendo assim, não houve item dominante (consumido em grande quantidade pela maioria da população) na dieta de *R. transfasciatus*, reforçando os resultados que indicam seu generalismo alimentar,

classificada como invertívoro no presente estudo. Variações na disponibilidade do recurso podem levar a mudanças na dieta das espécies, que ocorrem normalmente na frequência ou na quantidade de itens consumidos (DEUS e PETRERE JR., 2003), assim como a exploração de diferentes habitats e estratégias alimentares utilizadas pelas populações são o suficiente para gerar diferenças na ecologia de espécies (COSTELLO, 1990, AMUNDSEN *et al.*, 1996).

Os resultados do presente trabalho reforçam a ideia de que a estrutura das comunidades é resultado de uma combinação de eventos geológicos e de colonização, além de episódios evolutivos e ecológicos *in situ* (LOSOS, 1996) que culminaram em uma ação complementar entre componentes bióticos e abióticos na organização de diferentes comunidades de peixes (JACKSON *et al.*, 2001).

Estudos que relacionam características ambientais com alimentação e abundância de espécies de peixes em riachos de Mata Atlântica são fundamentais para entender como esses ambientes e suas comunidades se estruturam, fornecendo subsídios para trabalhos voltados à conservação e manejo de habitats, diversidade funcional entre outros.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis ambientais não apresentaram diferenças significativas entre as três bacias, indicando uma semelhança entre os ambientes. O fator de condição foi menor para a bacia do rio Una e com base nos resultados da ecomorfologia, a população rio Una também apresentou uma diferença maior quanto a alguns atributos morfométricos e uso de habitat em relação as outras bacias. A dieta da espécie foi classificada como invertívora no presente estudo, devido ao elevado consumo de insetos aquáticos em estágios imaturos e a substituição de itens alimentares acabou sendo maior nas três bacias, refletindo a diversidade de micro-habitats e disponibilidade de recursos encontrados nesses ambientes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELHA, M.C.F.; AGOSTINHO, A.A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*. Biological Sciences, v. 23, p. 425-434, 2001.

AMUNDSEN, P.A.; GABLER, H.M.; STALDVIK, F.J. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method. **Journal of fish biology**, v. 48, n. 4, p. 607-614, 1996.

BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D. et al. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. Second edition, EPA 841-B-99-002. **US Environmental Protection Agency**, Office of Water; Washington DC, 1999.

BARRELLA, W., et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. **Matas ciliares: conservação e recuperação**, v. 2, p. 187-207, 2000.

BARRETO, A.P.; ARANHA, J.M.R. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 779-788, 2006.

BARROS, T.F. **Estrutura Populacional, estratégia reprodutiva e deslocamento de *Rhamdioglanis transfasciatus* Miranda Ribeiro, 1908, bagre endêmico de riachos costeiros de Mata Atlântica**. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 89p. 2017.

BASELGA, A.; ORME, C. D. L. betapart: an R package for the study of beta diversity. **Methods in ecology and evolution**, v. 3, n. 5, p. 808-812, 2012.

BLAKE, R.W. Functional design and burst-and-coast swimming in fishes. **Canadian Journal of Zoology**, v. 61, n. 11, p. 2491-2494, 1983.

BLANCK, A.; LAMOUREUX, N. Large-scale intraspecific variation in life-history traits of European freshwater fish. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 5, p. 862-875, 2007.

BRAGA, F.M.S. Aspectos da reprodução e alimentação de peixes comuns em um trecho do rio Tocantins entre Imperatriz e Estreito, Estado do Maranhão e Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 3, p. 547-558, 1990.

BRAGA, F.M.S. O grau de preferência alimentar: um método qualitativo e quantitativo para o estudo do conteúdo estomacal de peixes. **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 2, p. 291- 295, 1999.

BRAZIL-SOUSA, C.; MARQUES, R. M.; ALBRECHT, M. P. Segregação alimentar entre duas espécies de Heptapteridae no Rio Macaé, RJ. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 31-37, 2009.

BREJÃO, G.L.; LEAL, C.G.; GERHARD, Pedro. A ecologia de peixes de riacho sob a perspectiva da ecologia de paisagens. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 493, 2021.

BAXTER, C.V.; FAUSCH, K.D.; CARL SAUNDERS, W. Tangled webs: reciprocal flows of invertebrate prey link streams and riparian zones. **Freshwater biology**, v. 50, n. 2, p. 201-220, 2005.

BOLNICK, D.I., et al. Why intraspecific trait variation matters in community ecology. **Trends in ecology e evolution**, v. 26, n. 4, p. 183-192, 2011.

BOULTON, A.J., et al. Biodiversity, functional roles and ecosystem services of groundwater invertebrates. **Invertebrate Systematics**, v. 22, n. 2, p. 103-116, 2008.

CALLISTO, M. et al. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CAMARA, E.M.; CARAMASCHI, E.P.; PETRY, A.C. Fator de condição: bases conceituais, aplicações e perspectivas de uso em pesquisas ecológicas com peixes. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 249-274, 2011.

CARAMASCHI, E.P.; MAZZONI, R.; LEITÃO, R.P. Ecologia de peixes de riacho. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, 2021.

CARMO, M.A.F. **Dieta e morfologia de sete espécies de peixes em riachos da bacia do rio itanhaém (SP)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Santa Cecília. 2015.

CARMO, M.A.F., et al. Ictiofauna de riachos da Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una–Peruíbe–SP. **Unisanta BioScience**, v. 5, n. 1, p. 56-65, 2016.

CASATTI, L. e CASTRO, R.M.C. A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, 9:229-242, 1998.

CASATTI, L. e CASTRO, R.M.C. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**. 4(2): 203-214, 2006.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; FERREIRA, C.P. Effects of physical habitat degradation on the stream fish assemblage structure in a pasture region. **Environmental Management**. 38: 974-982, 2006.

CASTRO, R.M.C.; MENEZES, N.A. Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do Estado de São Paulo. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: **Síntese do conhecimento ao final do século XX**, v. 6, p. 1-13, 1998.

CASTRO, R.; POLAZ, C.N.M. Small-sized fish: the largest and most threatened portion of the megadiverse neotropical freshwater fish fauna. **Biota Neotropica**, v. 20, 2019.

COSTELLO, M.J., et al. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. **Journal of fish biology**, v. 36, n. 2, p. 261-263, 1990.

DEUS, C.P.; PETRERE-JUNIOR, M. Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, p. 579-588, 2003.

DUBOC, L.F.; TRAJANO, E. **Ecologia de bagres heptapterídeos no rio Morato, Guaraqueçaba-PR (Siluriformes: Heptapteridae)**. 2003.

ESTEVEES, K.E.; ARANHA, J.M.R. Trophic ecology of stream fishes. **Oecologia Australis**, v. 6, n. 1, p. 157-182, 1999.

ESTEVEES, F.A., et al. Neotropical coastal lagoons: an appraisal of their biodiversity, functioning, threats and conservation management. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 967-981, 2008.

ESTEVEES, K.E.; ARANHA, J.M.R.; ALBRECHT, M.P. Ecologia trófica de peixes de riacho: uma releitura 20 anos depois. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 282, 2021.

FERREIRA, F.C.; PETRERE, M. The fish zonation of the Itanhaém river basin in the Atlantic Forest of southeast Brazil. **Hydrobiologia**, v. 636, n. 1, p. 11-34, 2009.

FERREIRA, F.C., et al. Disentangling the influences of habitat structure and limnological predictors on stream fish communities of a coastal basin, southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 12, p. 177-186, 2014.

FERREIRA, F.C., et al. Rhithronic and potamonic fishes coexist in wadeable streams under distinct metacommunity processes. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 28, n. 1, p. 85-96, 2019.

FROESE, R. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. **Journal of applied ichthyology**, v. 22, n. 4, p. 241-253, 2006.

GARCIA, T.D. **Ecomorfologia e dieta como ferramentas ecológicas para análises da influência das condições ambientais nas assembleias de peixes de riachos neotropicais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. 2019.

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

GERHARD, P. **Ecologia de populações e comportamento de quatro espécies de bagres Heptapterinae (Teleostei: Siluriformes) em riachos do Alto Vale do rio Ribeira (Iporanga, São Paulo)**. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo, 1999

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande - MG/SP. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.25, n.1, p.79-86, 2003.

GOMIERO, L.M.; MANZATTO, A.G.; BRAGA, F.M.S. The role of riverine forests for food supply for the omnivorous fish *Brycon opalinus* Cuvier, 1819 (Characidae) in the Serra do Mar, Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 2, p. 321-328, 2008.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L.; QUERINO, R.B. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014.

HARTMANN, M.T. **Biologia reprodutiva de uma comunidade de anuros (Amphibia) na Mata Atlântica (Picinguaba, Ubatuba, SP)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2004.

HORA, S.L.V. Ecology, bionomics and evolution of the torrential fauna, with special reference to the organs of attachment. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, v. 218, n. 450-461, p. 171-282, 1930.

JACKSON, D.A.; PERES-NETO, P.R.; OLDEN, J.D. What controls who is where in freshwater fish communities the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. **Canadian journal of fisheries and aquatic sciences**, v. 58, n. 1, p. 157-170, 2001.

KERFOOT, J.R.; SCHAEFER, J.F. Ecomorphology and habitat utilization of *Cottus* species. **Environmental Biology of Fishes**, v. 76, p. 1-13, 2006.

KREBS, C.J. **Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance**. Harper & Row, Publishers. New York. 816 p. 1985.

LEITÃO, R.P., et al. Microhabitat segregation and fine ecomorphological dissimilarity between two closely phylogenetically related grazer fishes in a Atlantic Forest stream, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 98, n. 9, p. 2009–2019, 2015.

LEITÃO, M.L.C., et al. Diferenças ecomorfológicas e funcional em populações de *Phalloceros harpagos* Lucinda, 2008, na Bacia do alto rio Paraná. **Biota Amazônia**, v. 8, n. 3, p. 34-38, 2018.

LOSOS, J.B. Phylogenetic perspectives on community ecology. **Ecology**, v. 77, n. 5, p. 1344-1354, 1996.

LOUREIRO-CRIPPA, V.E. **Dieta, hábitos alimentares e morfologia trófica de peixes de pequeno porte, em lagoas da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. 2006.

MAHON, R. Divergent structure in fish taxocenes of north temperate streams. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 41: 330-350, 1984.

MANLY, B.F.J. **Statistics for environmental science and management**. Crc Press, 2008.

MANNA, L.R.; VILLÉGER, S.; REZENDE, C.F. e MAZZONI, R. High intraspecific variability in morphology and diet in tropical stream fish communities. **Ecology of Freshwater Fish**, 28(1), 41–52, 2019.

MANNA, L.R.; REZENDE, C.F. Variação intraespecífica em peixes de riacho com ênfase na ecologia trófica. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 322, 2021.

MARQUES, Piatã Santana; CUNICO, Almir Manoel. Ecologia de peixes em riachos urbanos. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 604, 2021.

MARQUES, N.C.S.; NOMURA, F. Ecomorfologia de girinos brasileiros: relação entre ecologia, morfologia e filogenia. In: **Sociedade Brasileira de Educação para Ciências**, 63, 2004.

MAYR, E. **Populações espécies e evolução**. Editora da Universidade de São Paulo, Série 3, Ciências Puras, Volume 5, São Paulo, 486 p. 1977.

MAZZONI, R., et al. Niche enlargement as a consequence of co-existence: a case study. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, p. 267-274, 2012.

MENEZES, N.A. Importância da conservação da ictiofauna dos ecossistemas aquáticos brasileiros. **Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro**. Caderno, v. 3, p. 7-13, 1994.

MENEZES, N.A., et al. **Peixes de água doce da Mata Atlântica: lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2007.

MISE, F.T.; TENCATT, L.F.C.; SOUZA, F. Ecomorphological differences between *Rhamdia* (Bleeker, 1858) populations from the Iguaçu River basin. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 99-104, 2013.

MOTTA, R.L.; UIEDA, V.S. Dieta de duas espécies de peixes do Ribeirão do Atalho, Itatinga, SP. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 6, n. 2, 2004.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Technical Books Editora, 2010.

MYERS, N. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. **Environmentalist**, v. 8, n. 3, p. 187-208, 1988.

MYERS, N., et al. Biodiversity hot spots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NIKOLSKI, G.V. On the influence of the rate of flow on the fish fauna of the rivers of central Asia. **The Journal of Animal Ecology**, p. 266-281, 1933.

NORTON, S.F.; BRAINERD, E.L. Convergence in the feeding mechanics of ecomorphologically similar species in the Centrarchidae and Cichlidae. **Journal of Experimental Biology**, v. 176, n. 1, p. 11-29, 1993.

OHLBERGER, J.; STAAKS, G.; HÖLKER, F. Swimming efficiency and the influence of morphology on swimming costs in fishes. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 176, p. 17-25, 2006.

OKSANEN, J., et al. Package 'vegan'. **Community Ecology Package**, 2010.

OYAKAWA, O.T., et al. **Peixes de riachos da Mata Atlântica nas unidades de conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo**. São Paulo: Editora Neotropica Ltda. 2006

OLIVEIRA, E.F., et al. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, p. 569-586, 2010.

PAGOTTO, J.P.A., et al. Trophic ecomorphology of Siluriformes (Pisces, Osteichthyes) from a tropical stream. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, p. 469-479, 2011.

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

PEDROZA, G.D., et al. **Cores caiçaras: memórias, consumos e afetos compartilhados no litoral norte de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Propaganda e Marketing. São Paulo. 2017.

PERES-NETO, P.R. **Estrutura de comunidades de peixes ao longo de um gradiente lótico de um rio costeiro do leste brasileiro (rio Macacu, RJ)**. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1995.

PINI, S.F.R., et al. Food resource partitioning among species of Astyanax (Characiformes: Characidae) in the Lower Iguazu River and tributaries, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 17, 2019.

PINTO, B.C.T., PEIXOTO, M.G. e ARAÚJO, F.G. Effects of the proximity from an industrial plant on fish assemblages in the Rio Paraíba do Sul, southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v.4(2):269-278, 2006.

PRADO, A.V.R. **Ecomorfologia e uso de recursos alimentares: relações inter e intraespecíficas da ictiofauna associada a bancos de macrófitas aquáticas**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. 2015.

PRADO, A.V.R; GOULART, E; PAGOTTO, J. Ecomorphology and use of food resources: inter-and intraspecific relationships of fish fauna associated with macrophyte stands. **Neotropical Ichthyology**, v. 14, 2016.

PUSEY, B.J.; ARTHINGTON, A.H. Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. **Marine and freshwater Research**, v. 54, n. 1, p. 1-16, 2003.

R Core Team (2023). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REIS, V.C.S., et al. Resource partitioning and ecomorphological variation in two syntopic species of Lebiasinidae (Characiformes) in an Amazonian stream. **Acta Amazonica**, 46(1), 25–36, 2016.

RIBEIRO, M.C., et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RIBEIRO, M.D. **A diversidade morfológica da ictiofauna reflete a estrutura do habitat em riachos?**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de São Paulo. 2013.

RIBEIRO, M.D.; TERESA, F.B.; CASATTI, L. Use of functional traits to assess changes in stream fish assemblages across a habitat gradient. **Neotropical Ichthyology**, v. 14, 2016.

RINCÓN, P.A. Uso do micro-habitat em peixes de riachos: métodos e perspectivas. Pp 23-90. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES–NETO, P. R. (Eds). Ecologia de peixes de riachos. **Série Oecologia Brasiliensis**, vol. VI. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

ROA-FUENTES, C.A.; CASATTI, L.; ROMERO, R.M. Phylogenetic signal and major ecological shifts in the ecomorphological structure of stream fish in two river basins in Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 13, n. 1, p. 165-178, 2015.

RODRÍGUEZ, A.C.M. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados na análise da legislação ambiental no município de São Sebastião (SP)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2005.

SABO, J.L.; GERBER, L. R. Trophic ecology. **Access Science**, 2014.

SCHMIEGELOW, J.M.M. **Manguezais do sistema estuarino de Santos (SP): Estrutura e produção de Serapilheira**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2009.

SILVA, A.T.D. **Estrutura trófica da comunidade de peixes de riachos da bacia do rio Itanhaém, litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Departamento de Zoologia – IB – UNESP, Campus Rio Claro, 2009.

SMITH, J.A., et al. Generalist niche, specialist strategy: the diet of an Australian percichthyid. **Journal of fish Biology**, v. 78, n. 4, p. 1183-1199, 2011.

SOUZA, T.S.; RIBEIRO, M.S.L.; SOLFERINI, V.N. Biogeography of Neotropical Rainforests: past connections between Amazon and Atlantic Forest detected by ecological niche modeling. **Evolutionary Ecology**, v. 29, n. 5, p. 643-655, 2015.

SOUZA, T.S. **Distribuição especial e sazonalidade na borboleta *Heliconius sara apseudes* (Nymphalidae: Helyconini) em uma floresta subtropical no sudeste brasileiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. 2009.

SOUZA, F., et al. Variação ecomorfológica de peixes bentônicos em três córregos na bacia do alto rio Paraná. **Acta Biologica Brasiliensia**, v. 4, n. 1, 2021.

SVANBÄCK, R.; BOLNICK, D.I. Intraspecific competition drives increased resource use diversity within a natural population. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 274, n. 1611, p. 839-844, 2007.

TEIXEIRA, I.; BENNEMANN, S.T. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 67-76, 2007.

TESHIMA, F.A.; MELLO, B.J.G.; FERREIRA, F.C.; CETRA, M. High  $\beta$ -diversity maintains regional diversity in Brazilian tropical coastal stream fish assemblages. **Fisheries Management and Ecology**, v. 23, n<sup>o</sup> 6, p. 531-539, 2016.

UIEDA, V.S.; BUZZATO, P.; KIKUCHI, R.M. Partilha de recursos alimentares em peixes em um riacho de serra do Sudeste do Brasil. **ANAIS-ACADEMIA BRASILEIRA DE CIENCIAS**, v. 69, p. 243-252, 1997.

WATSON, D.J.; BALON, E.K. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams 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**, 61, 343–365, 1991.

ZBINDEN, Z.D.; MATTHEWS, W.J. Beta diversity of stream fish assemblages: partitioning variation between spatial and environmental factors. **Freshwater Biology**, v. 62, n. 8, p. 1460-1471, 2017.

ZENI, J.O.; CASATTI, L. The influence of habitat homogenization on the trophic structure of fish fauna in tropical streams. **Hydrobiologia**, v. 726, p. 259-270, 2013.