

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – FCBA  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente - PPGBMA

**Varição na composição da dieta de duas espécies de caracídeos de pequeno porte como indicadores de impacto ambiental em riachos**

Emanuelly Costa Ventura de Souza

Dourados, Mato Grosso do Sul  
Setembro de 2022

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – FCBA  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente - PPGBMA

Emanuelly Costa Ventura de Souza

**VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DA DIETA DE DUAS ESPÉCIES DE  
CARACÍDEOS DE PEQUENO PORTE COMO INDICADORES DE IMPACTO  
AMBIENTAL EM RIACHOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM BIODIVERSIDADE E MEIO AMBIENTE. Área de Concentração: Conservação dos Recursos Naturais.

Orientador(a): Dra. Márcia Regina Russo

Dourados, Mato Grosso do Sul  
Setembro de 2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S729v	<p>Souza, Emanuely Costa Ventura de. Variação na composição da dieta de duas espécies de caracídeos de pequeno porte como indicadores de impacto ambiental em riachos. / Emanuely Costa Ventura de Souza. – Dourados, MS: UFGD, 2022.</p> <p>Orientadora: Prof. Márcia Regina Russo. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Alimentação. 2. Bioindicadores. 3. Characidae. 4. Urbanização. I. Título.</p>
-------	--

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

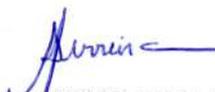
"VARIÇÃO NA COMPOSIÇÃO DA DIETA DE DUAS ESPÉCIES DE CARACÍDEOS  
DE PEQUENO PORTE COMO INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL EM  
RIACHOS"

POR

**EMANUELLY COSTA VENTURA DE SOUZA**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE  
DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIODIVERSIDADE E MEIO AMBIENTE -  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: "CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS".

  
PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> MÁRCIA REGINA RUSSO  
ORIENTADORA – UFGD

  
PROF. DR. ANDERSON FERREIRA  
MEMBRO TITULAR – UFGD

  
PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> SUELEN FERNANDA RANUCCI PINI  
MEMBRO TITULAR – IFMS

Aprovada em 1º de setembro de 2022.

## AGRADECIMENTOS

À Deus e a todas as forças superiores que me deram ânimo e coragem para suportar todas as adversidades.

Especialmente à minha mãe, Elba, por todo apoio e acolhimento, jamais me pressionando e compreendendo o quanto é árduo o processo. E à minha irmã, Carla, por sempre acreditar em mim e auxiliar em tudo que estava (e não) a seu alcance. Ao meu pai, pelo encorajamento para que eu seja a melhor e mais competente.

Ao meu namorado, Henrique, por ser meu companheiro, segurando a barra comigo e tornando a trajetória mais fácil de lidar, com amor, alegria e aconchego. Aos meus cunhados, Thayssa e Gustavo, pelo abrigo e carona para as coletas (principalmente nos dias frios), serei eternamente grata.

Às minhas parceiras, Sarah e Thália, a presença e ajuda de vocês tornaram a caminhada mais leve e descontraída. Ressalto que por vocês, eu seria capaz de lutar por acréscimo de periculosidade científica, graças aos infinitos tombos e tropeções em campo. Ao meu amigo, Felipe, por não me deixar sozinha nas reclamações e anseios da vida acadêmica e compartilhar comigo uma amizade valiosíssima. À minha querida, Milena, pelo mapa maravilhoso, prometi um açaí, ainda não paguei, mas não esqueci, fique tranquila. A todos os poucos e bons amigos, Camila, Beatriz e Cesar, pela amizade estável e sossegada. Todos moram em meu coração.

Aos meus orientadores, Márcia e Fernando, minha admiração e reconhecimento, agradeço a confiança e por todos os ensinamentos. Ao professor Anderson, pelo auxílio principalmente na fase inicial e em todos meus pedidos de socorro. Às minhas amigas, Élide e Lidiany, por serem inspiração na ciência e na vida e em especial a Dindinha, por toda a ajuda na análise dos dados estatísticos.

À equipe do Laboratório de Ensaios Microbiológicos (UFGD) pela parceria.

Aos motoristas que sempre nos levavam a campo com segurança e nunca perderam a paciência quando eu errava o caminho, mesmo com o GPS na mão. Peço desculpas pelos atolamentos e pneu furado, mas se fosse tudo fácil não teria graça.

À UFGD por ter sido minha casa nesses últimos 6 anos, agradeço pela oportunidade de ensino de qualidade e gratuito. A todos os professores que fizeram parte de minha formação

em todo esse período. Competência é o sobrenome de todos eles. Ao órgão de fomento CNPq pela bolsa de mestrado. A ciência precisa ser valorizada, e ainda mais os que a mantêm viva e em andamento.

Á todos aqueles que contribuíram de alguma forma... meu eterno e sincero obrigada. Começar o mestrado durante uma pandemia, trouxe dificuldade e muitas preocupações. Mas enfim posso dizer, consegui. E jamais teria feito isso sozinha.

## RESUMO

Avaliamos se o nível de degradação de riachos altera a composição da dieta de duas espécies de caracídeos, bem como comparamos a amplitude de nicho de ambas entre riachos urbanos e florestados. Os peixes foram coletados em riachos situados em perímetro urbano e em remanescentes de floresta durante o período de janeiro/2021 a dezembro/2021. Durante o estudo foram monitorados os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água. Em laboratório foram obtidos os dados biométricos dos peixes e realizou-se a identificação dos conteúdos estomacais de cada peixe. Foram analisados 138 estômagos de *Piabina argentea* e 104 de *Psalidodon fasciatus*. Apenas a dieta de *P. argentea* diferiu significativamente entre os riachos avaliados ( $F= 3.41; P=0.009$ ). Ambas espécies apresentaram a mesma amplitude de nicho em relação a ingestão dos itens alimentares, esperava-se então que houvesse uma competição entre elas, mas isso não ocorreu, pois ainda que compartilhassem a maioria dos recursos para garantir sua sobrevivência, *P. argentea* explorou uma maior quantidade e diversidade de itens, enquanto *P. fasciatus* manteve o mesmo padrão alimentar em ambos locais. Neste estudo, ambas indicam ser boas indicadoras de ambientes degradados, sendo *P. fasciatus* mais sensível às perturbações e *P. argentea* mais resiliente as alterações ambientais.

**Palavras-chave:** Alimentação, Bioindicadores, Characidae, Urbanização

## **ABSTRACT**

We evaluated whether the level of creeks degradation alters the diet composition of two characid species, as well as comparing the niche breadth of both between sites. The fish were collected in creeks located in urban areas and in forest remnants during the period from January/2021 to December/2021. During the study, the physical, chemical and microbiological parameters of the water were monitored. In the laboratory, the biometric data of the fish were obtained and the identification of the stomach contents of each fish was carried out. A total of 138 stomachs of *Piabina argentea* and 104 of *Psalidodon fasciatus* were analyzed. Only the diet of *P. argentea* differed significantly between the streams evaluated ( $F=3.41; P=0.009$ ). Both species presented the same niche breadth in relation to the ingestion of food items, so it was expected that there would be a competition between them, but this did not occur, because even though they shared most of the resources to guarantee their survival, *P. argentea* explored a greater quantity and diversity of items, while *P. fasciatus* maintained the same feeding pattern in both locations. In this study, both are good indicators of degraded environments, with *P. fasciatus* being more sensitive to disturbances and *P. argentea* being more resilient to environmental changes.

**Keywords:** Feeding, Bioindicators, Characidae, Urbanization

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Indivíduo de <i>Psalidodon fasciatus</i> . Fonte: Fernando C. P. Dagosta, 2021.....	13
FIGURA 2 Indivíduo de <i>Piabina argentea</i> . Fonte: Fernando C. P. Dagosta, 2021.....	14
FIGURA 3 Localização geográfica dos riachos urbanos e florestados amostrados.....	16
FIGURA 4 Registros fotográficos dos riachos urbanos 1 (a e b) e 2 (c e d) situados dentro do perímetro urbano do município de Dourados, Mato Grosso do Sul. Fonte: Próprio autor.....	17
FIGURA 5 Registros fotográficos dos riachos florestados 1 (a e b) e 2 (c e d) situados entre os municípios de Dourados/MS e Ponta Porã/MS. Fonte: Próprio autor.....	17
FIGURA 6 Análise de Componentes Principais (Eixo 1 e Eixo 2) com as ordenações das variáveis ambientais dos riachos florestados e urbanos e suas respectivas ordenações.....	20
FIGURA 7 Teste t-Student entre as variáveis ambientais monitoradas nos riachos florestados e urbanos. A) Temperatura, B) pH, C) Condutividade e D) Sólidos Totais Dissolvidos.....	20
FIGURA 8 Teste t-Student entre as variáveis ambientais monitoradas nos riachos florestados e urbanos. E) Potencial de Oxirredução, F) Coliformes Totais, G) Largura e H) Profundidade.....	21
FIGURA 9 Teste t-Student entre as variáveis ambientais monitoradas nos riachos florestados e urbanos. I) Coliformes termotolerantes.....	21
FIGURA 10 Relação peso-comprimento de peixes da espécie <i>Psalidodon fasciatus</i> nos riachos florestados A) e urbanos B) da região da Grande Dourados.....	22
FIGURA 11 Relação peso-comprimento de peixes da espécie <i>P. argentea</i> nos riachos florestados A) e urbanos B) da região da Grande Dourados.....	23
FIGURA 12 Porcentagem volumétrica dos itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal de <i>Psalidodon fasciatus</i> nos riachos florestados e urbanos.....	23
FIGURA 13. Porcentagem volumétrica dos itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal de <i>Piabina argentea</i> nos riachos florestados e urbanos.....	24

Figura 14. Ordenação (PCoA) dos dados de dieta de *Psalidodon fasciatus*, baseada nos itens alimentares consumidos em riachos florestados e urbanos. Explicação dos dois primeiros eixos somam 21,4%.....25

FIGURA 15. Ordenação (PCoA) dos dados de dieta de *Piabina argentea*, baseada nos itens alimentares consumidos em riachos florestados e urbanos. Explicação dos dois primeiros eixos somam 27,6%.....25

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Médias dos parâmetros corporais comprimento padrão(cm) e peso (g) dos indivíduos de <i>P. fasciatus</i> e <i>Piabina argentea</i> procedentes dos riachos florestados e urbanos localizados na região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul.....	22
--	----

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS .....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	16
4. RESULTADOS .....	19
5. DISCUSSÃO .....	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## Introdução

Os riachos são ecossistemas aquáticos lóticos de baixo volume de água, com alta complexidade e heterogeneidade que abrigam uma enorme diversidade biótica. São considerados instáveis, uma vez que são extremamente dependentes principalmente da paisagem ao entorno (Karr, Schlosser, 1978). Dentre os demais corpos d'água, se caracterizam pela grande sensibilidade às alterações antrópicas (Luiz *et al.*, 1998), principalmente diante da supressão que estão sofrendo com o crescimento acelerado da urbanização em suas proximidades (Bonato *et al.*, 2012).

O processo de expansão urbana atua principalmente na fragmentação ou degradação da mata ciliar e uma vez comprometida, a perda ou diminuição deste filtro natural gera um aumento na entrada de luminosidade (Ferreira, Casatti, 2006), contribuindo para o aumento da temperatura, redução das taxas de oxigênio; bem como a impermeabilização do solo (Cunico *et al.*, 2012), que gera aumento do escoamento superficial, facilitando o arraste de efluentes domésticos e de sedimentos para dentro dos corpos d'água (Krupek, Felski, 2006). Ou seja, tais alterações ambientais, são responsáveis por modificar a estrutura física, química e biológica dos riachos, vistas ao longo de todo o seu curso (Martins *et al.*, 2017; Braz *et al.*, 2020).

Os peixes de água doce estão entre os animais aquáticos com maior diversidade nos ambientes lóticos e, por esta razão, são considerados sentinelas do estado de conservação das águas continentais (Esteves, 2011). Desempenham funções ecológicas importantes nesses ambientes como elos fundamentais nas cadeias alimentares aquáticas, além de limitada capacidade de dispersão fora do ambiente aquático, são a base do consumo de proteína animal dos seres humanos e pela estreita relação que mantém com as condições ambientais do ambiente aquático. Além disso, são de fácil amostragem, podem refletir distúrbios em diferentes níveis tanto comportamentais quanto estruturais, características que fazem dos peixes excelentes objetos de estudo (Freitas *et al.*, 2009).

Exemplo disso são os inúmeros trabalhos com este enfoque. Ferreira e colaboradores (2021), por exemplo, verificaram que a dinâmica das assembleias dos peixes foi influenciada pela urbanização ao avaliar três microbacias (Curral de Arame, Laranja Doce e Água boa), localizadas na região da Grande Dourados. O mesmo já havia sido observado por Felipe, Suárez (2010), ao avaliarem a influência das características ambientais na diversidade e

abundância de peixes, em duas microbacias urbanas desta mesma região. Modificações em nível de indivíduo, também são influenciadas por alterações antrópicas, Costa, Roche (2020), observaram efeitos tóxicos agudos no peixe-zebra (*Danio rerio*) nas águas da bacia do córrego Água boa.

A ictiofauna de riachos é composta principalmente por espécies de pequeno porte (com no máximo 15 cm de comprimento padrão), em especial da família Characidae, que representa o grupo mais diversificado dentre os Characiformes (Dagosta, 2011), somando mais de 1200 espécies validadas atualmente (Fricke *et al.*, 2021). São conhecidos popularmente como lambaris e piabas. *Psalidodon* e *Piabina* são gêneros comumente encontrados nesses corpos d'água.

*Psalidodon fasciatus* Cuvier, 1819 (Fig. 1), lambari de rabo vermelho, anteriormente alocado no gênero *Astyanax* (Terán *et al.*, 2020), está distribuído na América do Norte e em toda a extensão da América do Sul (Graça, Pavanelli, 2007), caracterizado principalmente por seu corpo alongado e suas nadadeiras avermelhadas, habita preferencialmente águas sem correntes fortes, se alimentando de vegetais (Vilella *et al.*, 2002), larvas de insetos, insetos terrestres e até mesmo, peixes menores. Sua dieta é caracterizada como onívora, sendo observada uma tendência a insetivoria e herbivoria (Bennemann *et al.*, 2005; Cervantes, Cervantes, 2020).



**FIGURA 1** Indivíduo de *Psalidodon fasciatus*. Fonte: Fernando C. P. Dagosta, 2021

*Piabina argentea* Reinhardt, 1867 (Fig.2), conhecida popularmente como “piaba”, não ultrapassa 8 cm de comprimento, possui corpo alongado e comprimido, apresentando coloração prateada (Vieira *et al.*, 2015), está distribuída amplamente em toda América Latina, presente na Bacia do Rio Paraná, Bacia do São Francisco, entre outras bacias (Lima, 2003), habitando preferencialmente a região chamada de “meia-água” (Vieira, Tejerina-Garro, 2020). Sua alimentação é composta principalmente por insetos terrestres, insetos em estágios imaturos

aquáticos e restos de vegetais (Ferreira *et al.*, 2002; Kintopp, Abilhoa, 2009), sendo considerada oportunista generalista, com tendência para insetivoria.



**FIGURA 2** Indivíduo de *Piabina argentea*. Fonte: Fernando C. P. Dagosta, 2021

A alimentação dos peixes tropicais é considerada extremamente plástica, ou seja, varia conforme a disponibilidade e acessibilidade dos alimentos, na maioria das vezes (Angermeier, Karr, 1983; Gomieiro, Braga, 2008). Em ambientes lóticos depende principalmente de itens de origem alóctone, provenientes da vegetação ripária, sendo esta a principal fonte de energia em corpos d'água de pequeno porte (Vannote *et al.*, 1980; Angermeier, Karr, 1983; Vaz *et al.*, 2018). A zona ripária garante o provimento de insetos, galhos, folhas, frutos que vão para dentro do canal, servindo externa e internamente como abrigo e fonte de alimento para macroinvertebrados, onde os mesmos farão parte também da cadeia trófica ictiológica (Naiman, Décamps, 1997; Pusey, Arthington, 2003; Kikuchi, Uieda, 2005; Uieda, Motta, 2007).

Estudos sugerem que em ambientes impactados, o peixe pode se tornar mais especialista, em vista da disponibilidade temporária de algum recurso alimentar (Oliveira, Bennemann, 2005; Silva *et al.*, 2007) e também em razão da homogeneização do habitat (Casatti *et al.*, 2009). Diante disso, a ecologia trófica de peixes tem potencial como indicadora de alterações ambientais, além de auxiliar a compreender a dinâmica do ecossistema aquático. Neste sentido, este trabalho pretende testar a hipótese de que o nível de degradação de riachos avaliados pela qualidade de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos alteram a composição da dieta de duas espécies de caracídeos.

## **Objetivo geral**

Avaliar a relação entre a composição da dieta de duas espécies de caracídeos e a qualidade da água de riachos florestados e urbanos na região sul do Mato Grosso do Sul.

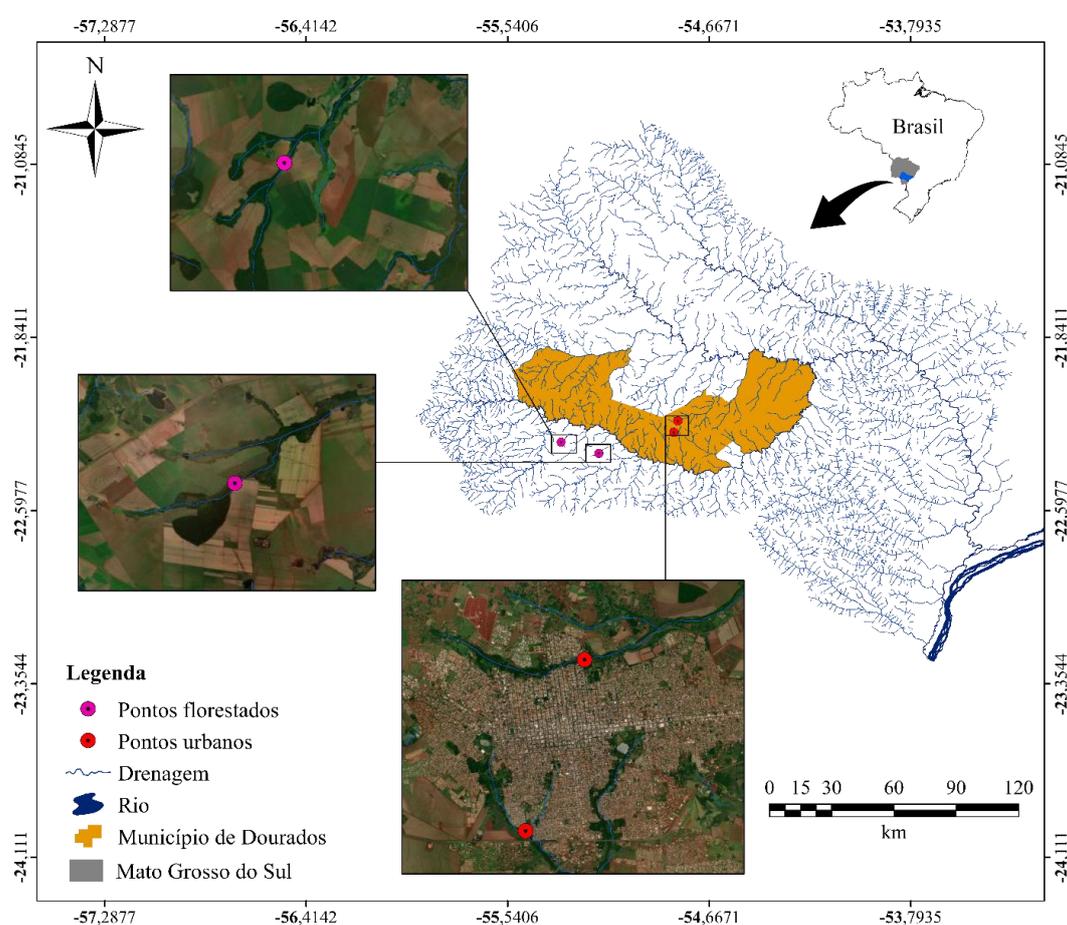
## **Objetivos específicos**

- Avaliar a qualidade da água dos riachos através de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos;
- Comparar a relação peso-comprimento dos caracídeos, *Psalidodon fasciatus* e *Piabina argentea* entre os riachos florestados e urbanos;
- Verificar se o grau de degradação dos riachos altera a composição de itens alimentares dos caracídeos, *Psalidodon fasciatus* e *Piabina argentea*;
- Avaliar a amplitude do nicho trófico das espécies entre os riachos urbanos e florestados.

## Material e métodos

### Área de estudo

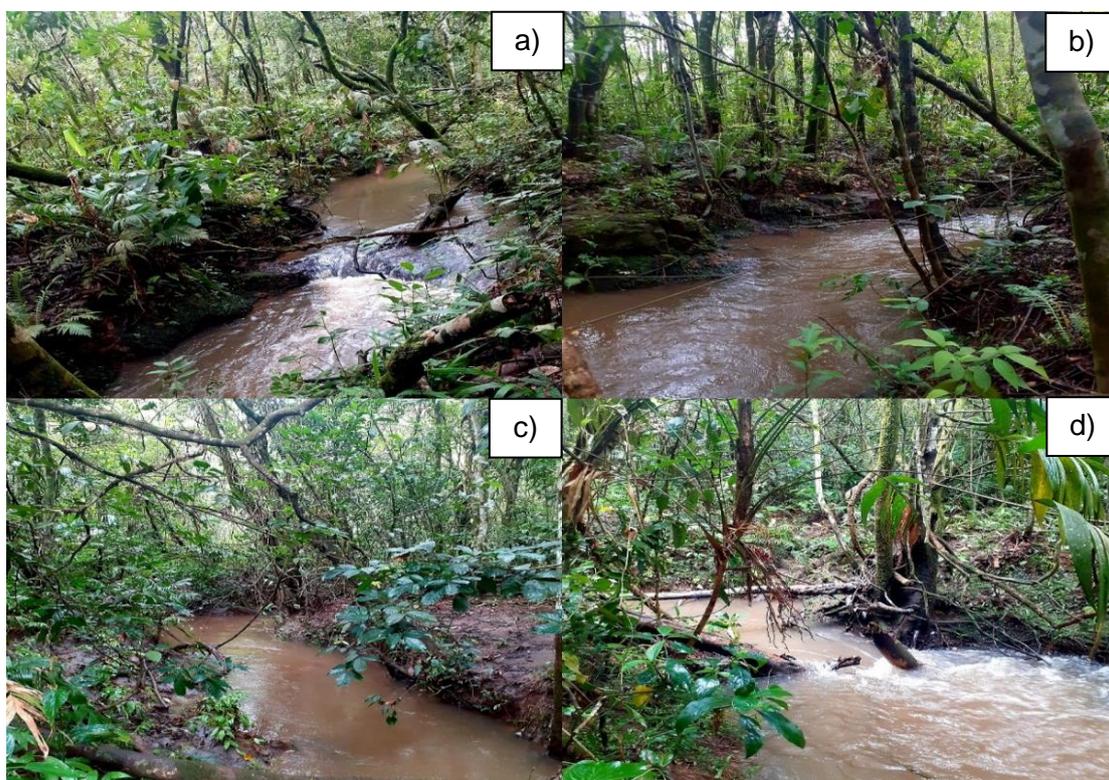
As coletas foram realizadas bimestralmente entre janeiro/2021 e dezembro/2021 em quatro riachos pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Dourados e Bacia do Rio Brillhante, dois situados no perímetro urbano do município de Dourados/MS ( $22^{\circ} 15' 22.334''$  S,  $54^{\circ} 49' 15.092''$  W e  $22^{\circ} 12' 22.931''$  S,  $54^{\circ} 48' 13.743''$  W) e os outros dois inseridos em remanescentes florestais do município de Ponta Porã ( $22^{\circ} 17' 56.364''$  S,  $55^{\circ} 18' 32.400''$  W e  $22^{\circ} 20' 51.025''$  S,  $55^{\circ} 8' 44.078''$  W) (Figs. 3 - 5).



**FIGURA 3** Localização geográfica dos riachos urbanos e florestados amostrados.



**FIGURA 4** Registros fotográficos dos riachos urbanos 1 (a e b) e 2 (c e d) situados dentro do perímetro urbano do município de Dourados, Mato Grosso do Sul. Fonte: Próprio autor



**FIGURA 5** Registros fotográficos dos riachos florestados 1 (a e b) e 2 (c e d) situados entre os municípios de Dourados/MS e Ponta Porã/MS. Fonte: Próprio autor

*Parâmetros físico-químicos e estruturais dos riachos*

A temperatura (°C), oxigênio dissolvido (OD), pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (TDS) foram aferidos utilizando a sonda multiparâmetro (Hanna®, HI 98194). A transparência da água foi medida com o disco de Secchi. As variáveis largura (cm) e profundidade (cm) foram tomadas a partir da média de três medidas. Já os substratos foram avaliados visualmente.

#### *Parâmetros microbiológicos da água:*

Amostras de água foram coletadas nos riachos em frascos estéreis, submergindo a 20 cm, coletando 1 ponto por riacho. O método oficial de Número Mais Provável (NMP) segundo o protocolo da APHA/AWWA/WEF 9221:2012 e AOAC 991.15:2016 foi utilizado para análise de coliformes totais e termotolerantes. Nesta técnica, de acordo com o número de tubos positivos e considerando as diluições realizadas, estima-se o Número Mais Provável (NMP) de coliformes, por meio de tabela padrão e o valor obtido expresso em NMP/ 100 mL.

#### *Amostragem e processamento dos peixes*

Os peixes foram capturados com o auxílio de rede de arrasto (1,5 x 5m), em seguida foram anestesiados com Eugenol (50 mg/L<sup>-1</sup>) e fixados em formaldeído a 10% para necropsia, autorizado pelo comitê de ética da universidade (Protocolo nº 31/2020 – CEUA/UFGD). Os dados biométricos (comprimento padrão e peso) foram mensurados, e os estômagos foram removidos.

#### *Análise da dieta*

O conteúdo estomacal de cada peixe foi analisado usando o estereomicroscópio e microscópio. Os itens alimentares foram identificados com o auxílio de chaves específicas de McCafferty (1981), Stehr (1987) e Mugnai et al. (2010). Posteriormente foram quantificados pelo Método Volumétrico e Frequência de Ocorrência (Hynes, 1950; Hyslop, 1980). O Índice

de Importância Alimentar foi estimado usando a fórmula 
$$IA_i = Fi \times Vi / \sum_{i=1}^n (Fi \times Vi),$$
 onde  $IA_i$  = índice alimentar,  $i = 1, 2 \dots n$  = determinado item alimentar,  $Fi$  = frequência de ocorrência (%) do determinado item,  $Vi$  = volume (%) do determinado item (Kawakami e Vazzoler, 1980).

Para melhor visualização e robustez nas análises, os itens alimentares foram classificados em grupos maiores, tais como, Coleoptera (Elmidae), Diptera (larvas e pupas de Simuliidae, Culicidae, Chironomidae), Hemiptera (larva de Micronectinae), Trichoptera (larva

e pupa), Hymenoptera (Formicidae), Lepidoptera (larva e pupa) e Outros (escamas de peixes, Psedoscorpiones, Cladocera, Araneae e Nematoides).

### *Análise dos dados*

Para caracterizar os riachos florestados e urbanos de acordo com as condições abióticas foi aplicada Análise de Componentes Principais (PCA), em seguida a Análise de Variância (ANOVA) foi aplicada com o intuito de verificar diferenças significativas entre os scores da PCA.

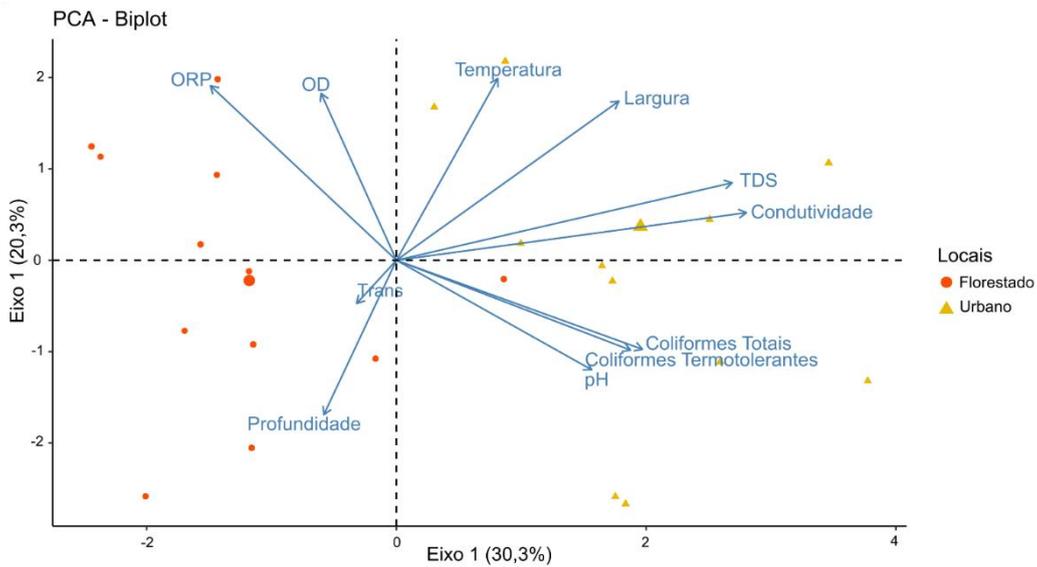
Foi utilizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk e posteriormente o Test T para verificar diferenças de peso e comprimento dos peixes amostrados em riachos urbanos e florestados. A relação peso-comprimento dos peixes foi estimada a partir da equação  $W=aL^b$ , sendo  $W$  = peso (g),  $L$  = comprimento padrão (cm), “a” é o intercepto, “b” é o coeficiente angular obtidos da regressão linear ( $\log W = \log a + b \log L$ ) (Froese, 2006).

A fim de verificar possíveis variações na composição da dieta de *P. fasciatus* e *P. argentea* entre riachos florestados e urbanos foi utilizada a Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA, distância de Bray-Curtis) (Anderson, 2005). A amplitude de nicho das espécies foi avaliada por meio da análise de permutação de dispersões multivariadas (PERMDISP) (Anderson, 2006) e representada graficamente por meio de uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (Legendre e Legendre, 1998). O Valor Indicador Individual (IndVal) foi usado para identificar se determinados itens alimentares foram representativos nos riachos florestados e urbanos. Todas as análises estatísticas foram feitas no software R (R Core Team, 2019).

## **Resultados**

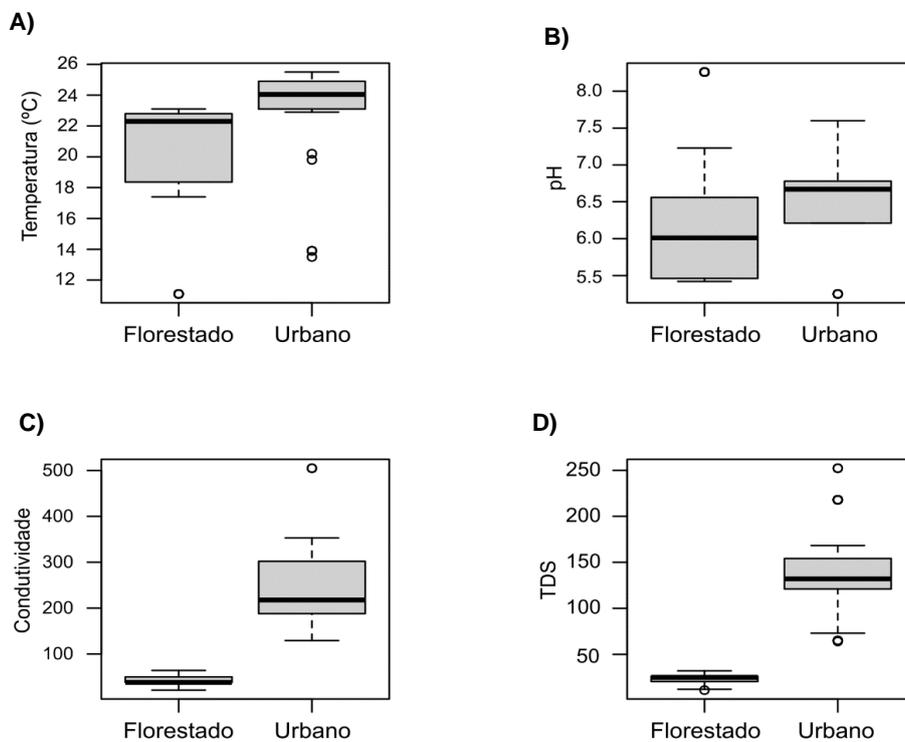
### *Parâmetros ambientais*

As variáveis ambientais foram sumarizadas na Análise de Componentes Principais (ACP) que explicou 50,6% da variação dos dados (Eixos 1 e 2), de tal modo que os riachos florestados foram representados pelo potencial oxirredução (ORP), oxigênio dissolvido (DO), transparência e profundidade, enquanto que os riachos urbanos foram caracterizados pela temperatura, largura, sólidos totais dissolvidos (TDS), condutividade, coliformes totais e termotolerantes (Fig. 6).



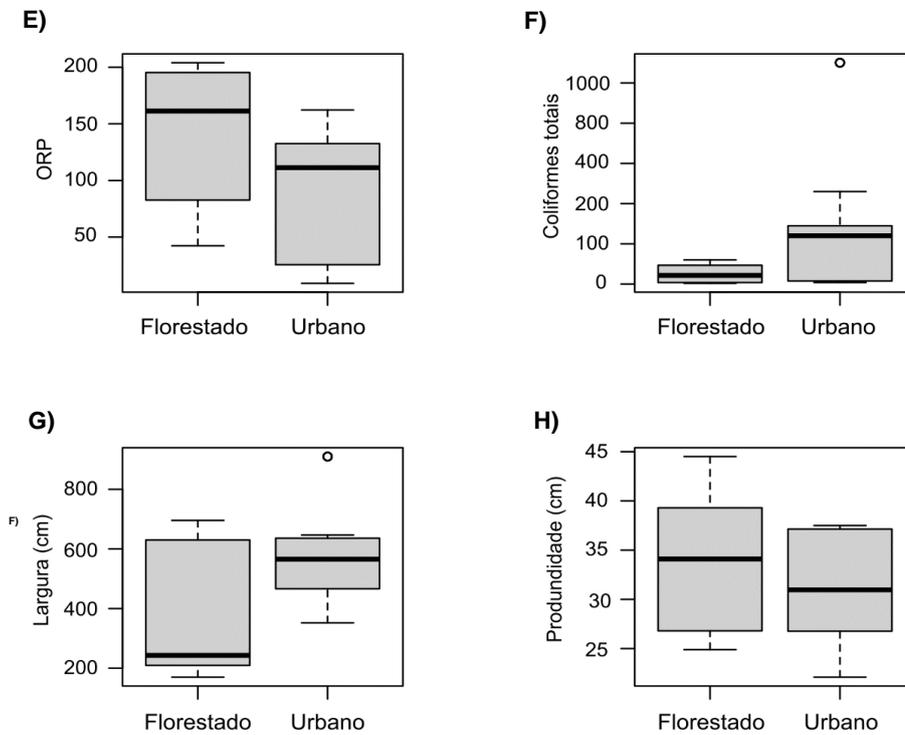
**FIGURA 6** Análise de Componentes Principais (Eixo 1 e Eixo 2) com as ordenações das variáveis ambientais dos riachos florestados e urbanos e suas respectivas ordenações.

A temperatura ( $F=89.37$ ;  $P= 0.00017$ ), o pH ( $F= 114.39$ ;  $P= 0.04$ ), a condutividade ( $F=43.80$ ;  $P= <0.05$ ), os sólidos totais dissolvidos ( $F=43.60$ ;  $P= <0.05$ ) apresentaram diferença significativa entre os riachos avaliados (Fig.7).

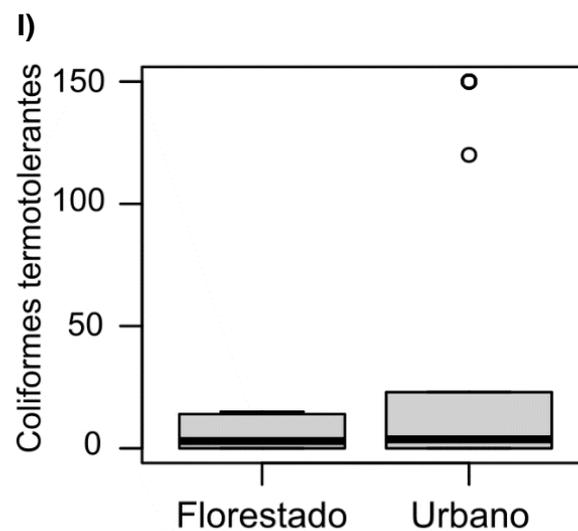


**FIGURA 7** Teste t-Student entre as variáveis ambientais monitoradas nos riachos florestados e urbanos. **A)** Temperatura, **B)** pH, **C)** Condutividade e **D)** Sólidos Totais Dissolvidos

O potencial de oxirredução ( $F=81.78$ ;  $P= <0.005$ ), Coliformes totais ( $F=43.59$ ;  $P= <0.05$ ), largura ( $F=97.93$ ;  $P= <0.05$ ), profundidade ( $F=103.44$ ;  $P= 0.05$ ) e Coliformes termotolerantes ( $F=43.60$ ;  $P= 0.0007$ ) (Figs. 8-9), também apresentaram diferença significativa entre os locais avaliados.



**FIGURA 8** Teste t-Student entre as variáveis ambientais monitoradas nos riachos florestados e urbanos. **E)** Potencial de Oxirredução, **F)** Coliformes Totais, **G)** Largura e **H)** Profundidade.



**FIGURA 9** Teste t-Student entre as variáveis ambientais monitoradas nos riachos florestados e urbanos. **I)** Coliformes termotolerantes.

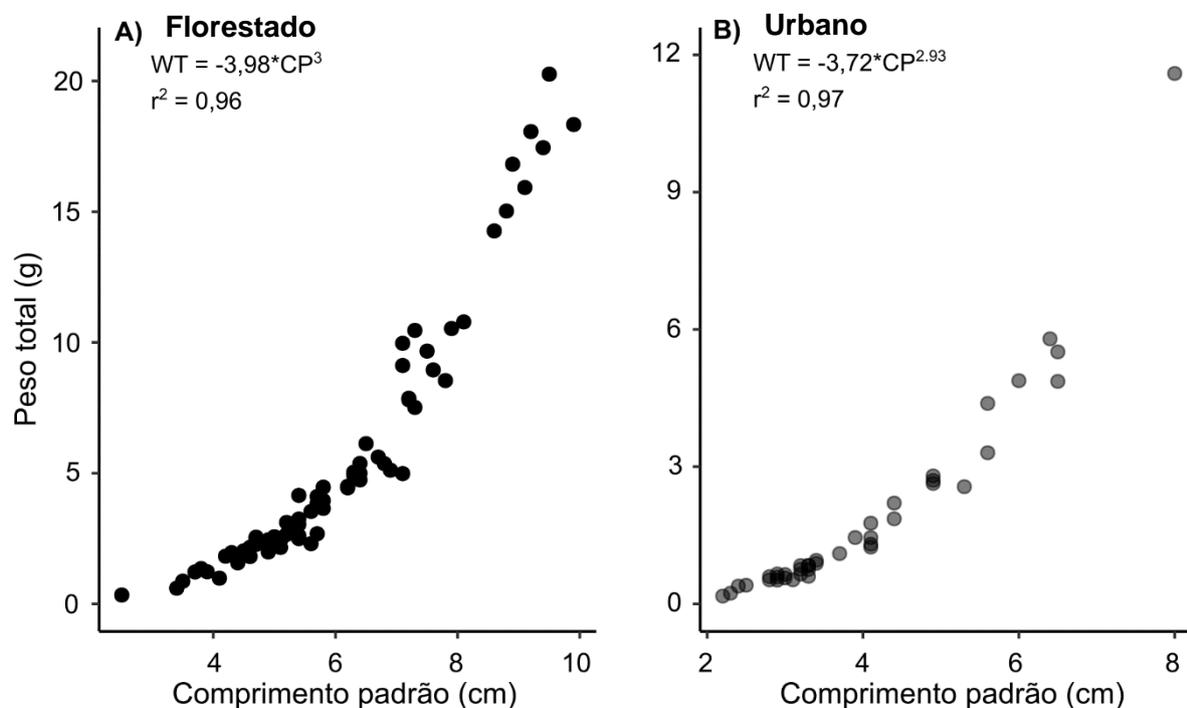
### Parâmetros biométricos dos peixes

Foram coletados 112 indivíduos de *P. fasciatus* que apresentaram maiores valores de comprimento padrão ( $t = 6.98$ ;  $p < 0.001$ ) e peso ( $t = 5.41$ ;  $p < 0.001$ ) nos riachos florestados. Já para *P. argentea* foram amostrados 189 exemplares com maior média de peso para riachos urbanos ( $t = -3.63$ ;  $p = 0.005$ ), não havendo diferença do comprimento entre os dois locais ( $t = -1.37$ ;  $p = 0.17$ ) (Tabela 1).

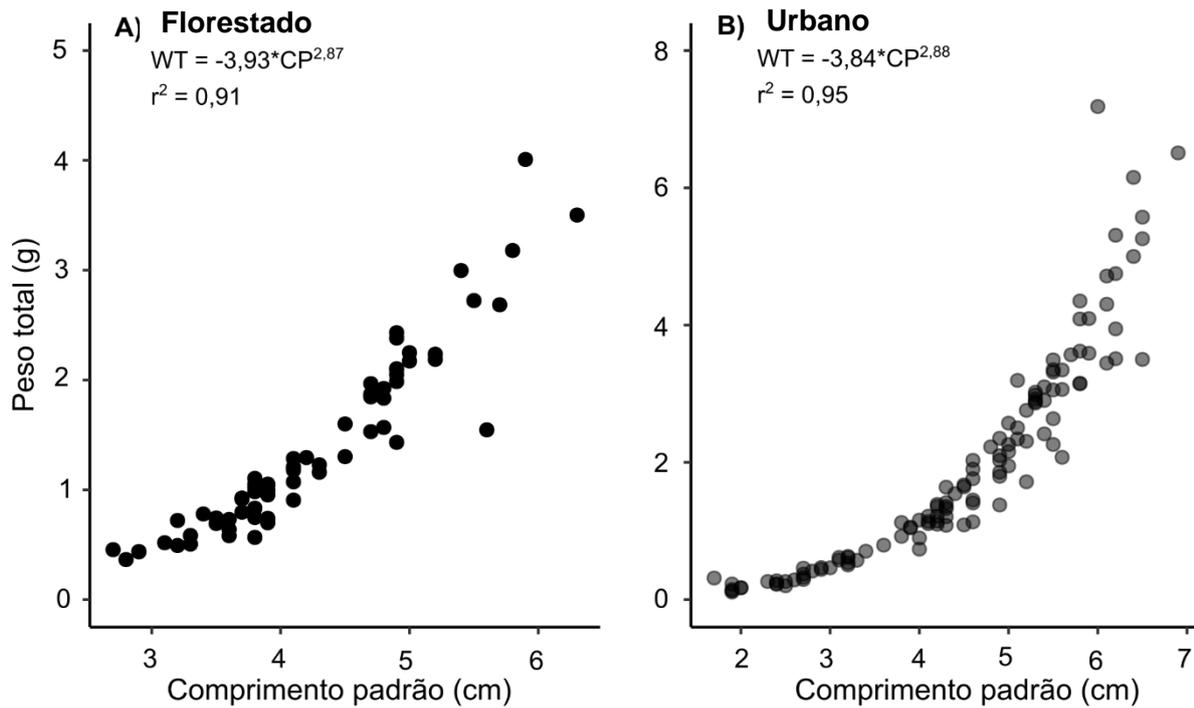
**TABELA 1.** Médias dos parâmetros corporais comprimento padrão(cm) e peso (g) dos indivíduos de *P. fasciatus* e *Piabina argentea* procedentes dos riachos florestados e urbanos localizados na região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul.

Parâmetros corporais	<i>Psalidodon fasciatus</i>		<i>Piabina argentea</i>	
	Florestados	Urbanos	Florestados	Urbanos
Comprimento padrão (cm)	6,01 ± 1,63	3,99 ± 1,36	4,24 ± 0,80	4,46 ± 1,00
Peso (g)	5,50 ± 4,90	1,58 ± 2,39	1,10 ± 1,07	1,89 ± 1,68

A relação peso comprimento demonstrou que os indivíduos de *P. fasciatus* apresentaram crescimento isométrico para riachos florestados e alométrico negativo para urbanos (Fig. 10). Enquanto que, *P. argentea* teve crescimento alométrico negativo nos dois riachos amostrados (Fig. 11).



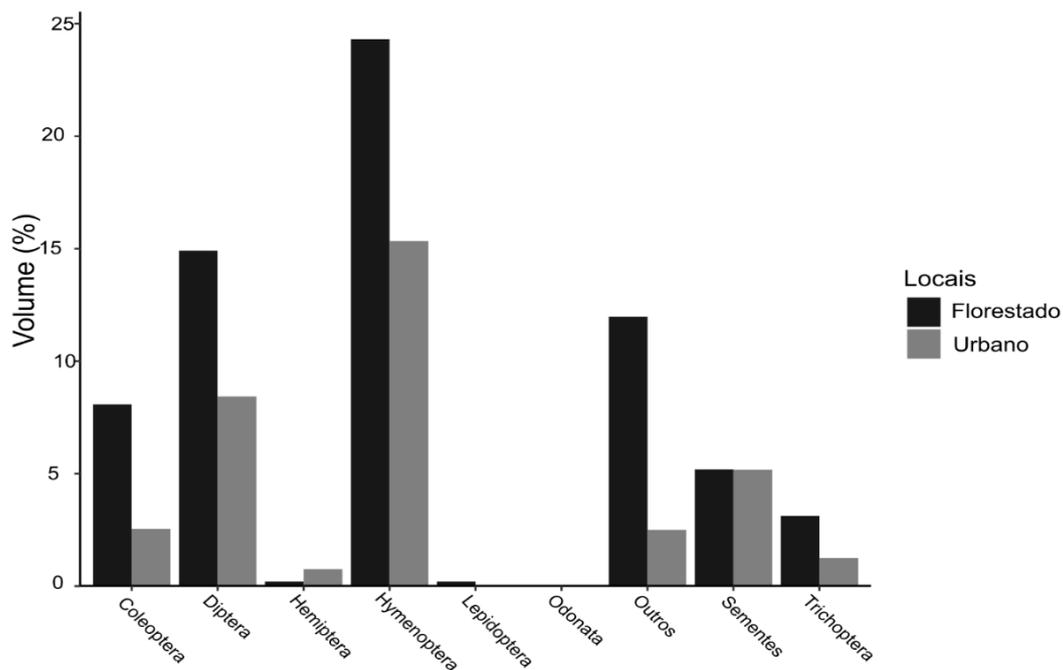
**FIGURA 10** Relação peso-comprimento de peixes da espécie *Psalidodon fasciatus* nos riachos florestados **A)** e urbanos **B)** da região da Grande Dourados.



**FIGURA 11** Relação peso-comprimento de peixes da espécie *P. argentea* nos riachos florestados **A)** e urbanos **B)** da região da Grande Dourados.

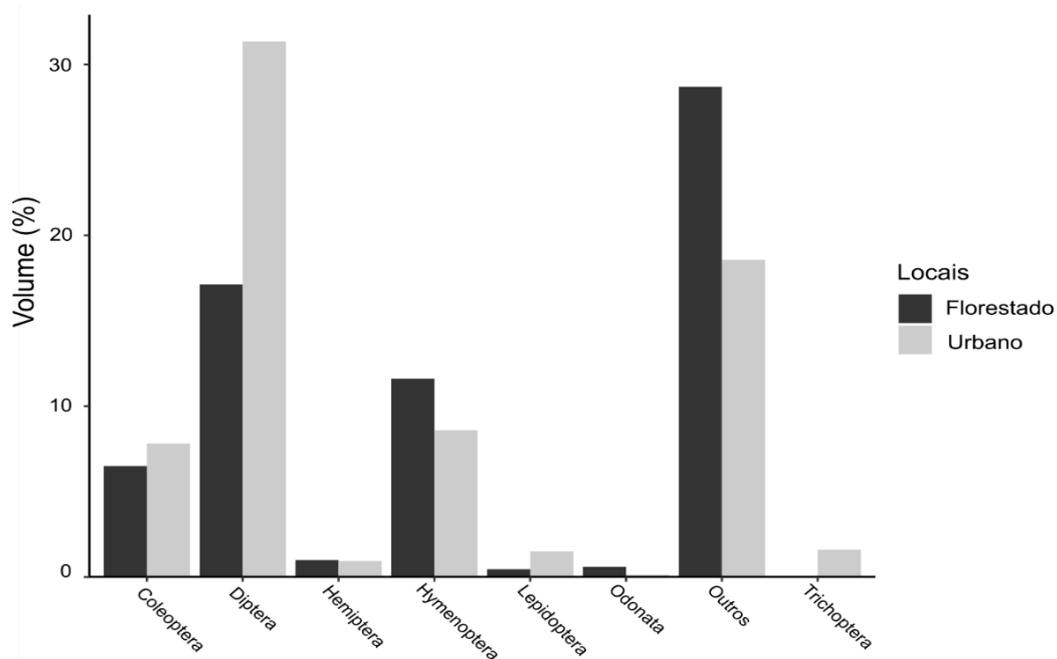
#### Análise da dieta

A dieta de ambas as espécies foi composta por oito itens alimentares e uma categoria trófica denominada outros (escamas de peixes e pequenos invertebrados). Os indivíduos de *P. fasciatus* ingeriram os itens de forma similar entre os locais ( $F = 0.89$ ,  $p = 0.46$ ) (Fig. 12).



**FIGURA 12** Porcentagem volumétrica dos itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal de *Psalidodn fasciatus* nos riachos florestados e urbanos.

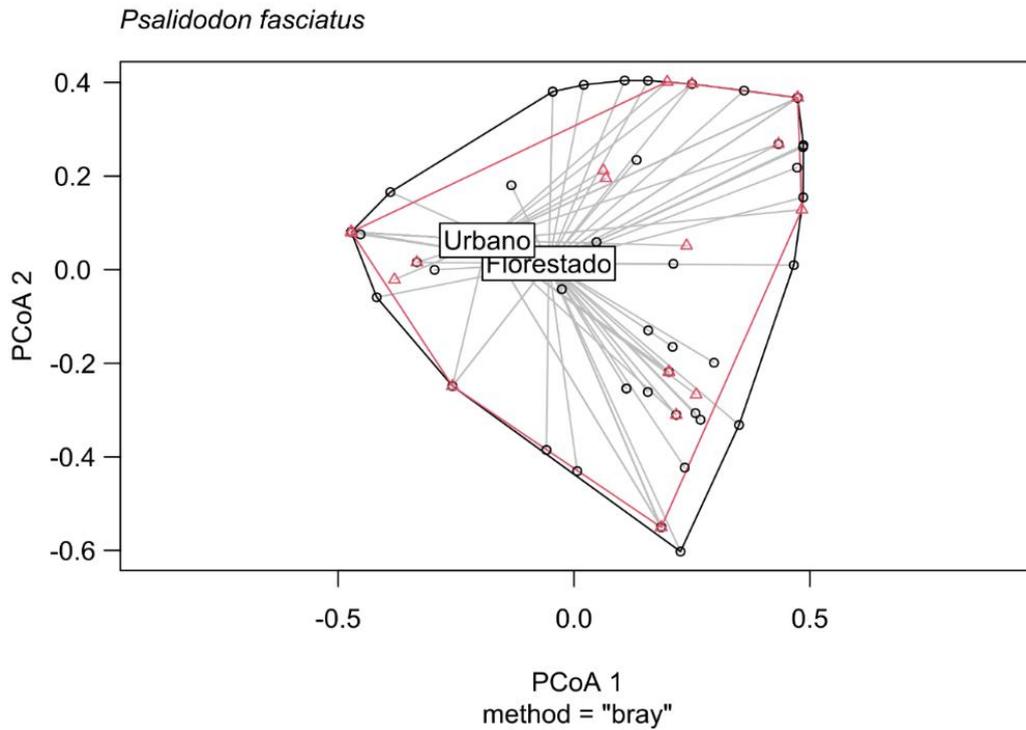
Em contrapartida, a composição da dieta de *P. argentea* foi diferente entre os locais ( $F = 4.61$ ,  $p = 0.004$ ), de tal modo que os riachos florestados foram representados pela categoria Outros ( $p = 0.009$ ), e os riachos urbanizados teve como destaque o item Diptera (larvas e pupas de Simuliidae, Culicidae, Chironomidae) ( $p = 0.019$ ) (Fig. 13).



**FIGURA 13.** Porcentagem volumétrica dos itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal de *Piabina argentea* nos riachos florestados e urbanos.

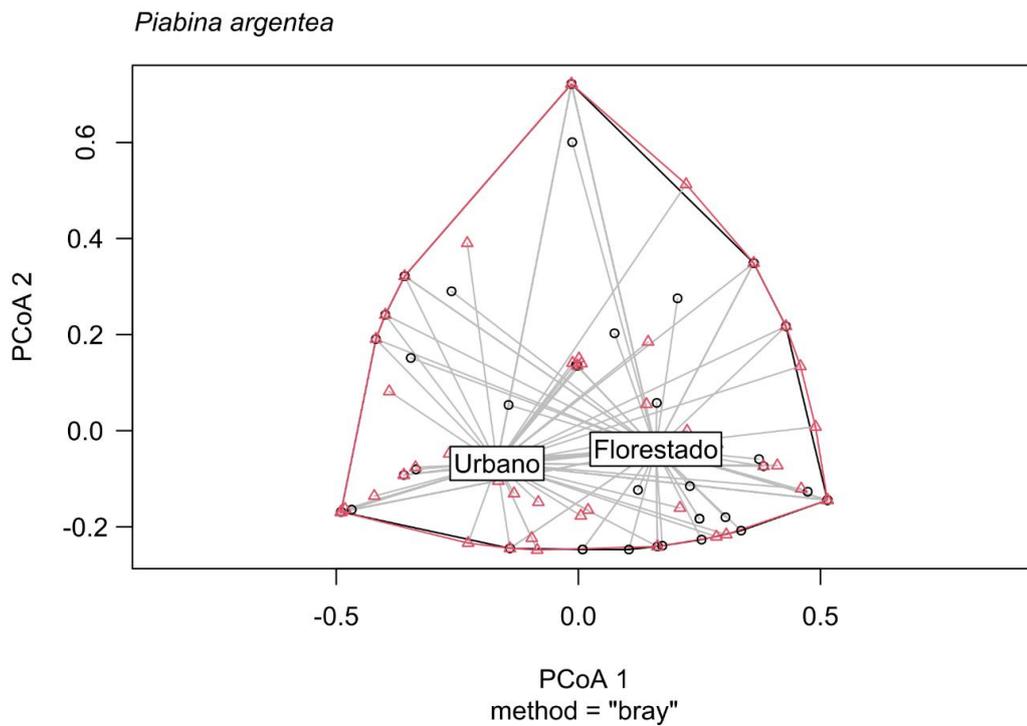
A análise de variância multivariada permutacional identificou que apenas a dieta de *P. argentea* diferiu significativamente entre os riachos avaliados ( $F= 3.41$ ;  $P=0.009$ ), no qual pelo IndVal identificamos a ordem Diptera como o recurso mais representativo nos riachos urbanos ( $P=0.01$ ) e os itens classificados em “outros” (Escama, Pseudoscorpiones, Cladocera, Araneae e Nematóides) nos riachos florestados ( $P=0,021$ ).

*P. fasciatus* apresentou a mesma amplitude de nicho em relação a ingestão dos itens alimentares nos riachos florestados e urbanos ( $F=0,89$ ;  $P= 0,45$ ) (Fig. 14).



**Figura 14.** Ordenação (PCoA) dos dados de dieta de *Psalidodon fasciatus*, baseada nos itens alimentares consumidos em riachos florestados e urbanos. Explicação dos dois primeiros eixos somam 21,4%.

Para *P. argentea* observamos o mesmo, a amplitude de nicho foi semelhante em ambos locais ( $F= 0,56$ ;  $P= 0,44$ )(Fig. 15).



**FIGURA 15.** Ordenação (PCoA) dos dados de dieta de *Piabina argentea*, baseada nos itens alimentares consumidos em riachos florestados e urbanos. Explicação dos dois primeiros eixos somam 27,6%.

## Discussão

Dos parâmetros de qualidade de água, utilizados para representar o grau de degradação dos riachos, maior quantidade de oxigênio dissolvido e potencial de oxirredução foram mais representativos dos riachos florestados, enquanto maior quantidade de sólidos totais dissolvidos e condutividade caracterizaram os urbanos, de modo que os riachos rurais foram considerados menos degradados que os urbanos.

O agrupamento de variáveis limnológicas relacionadas a maiores níveis de sedimentos e matéria orgânica visto na ordenação dos riachos urbanos (maiores valores de sólidos totais dissolvidos e condutividade), respondem às modificações das condições ambientais, principalmente diante de possíveis despejos irregulares de esgotos domésticos (Babick, Rhoden 2018; Cordeiro *et al.*, 2016, Marques, Cunico, 2021). Isso se confirmou diante da presença de coliformes totais em todas as amostras e durante todo período avaliado, cuja variação de concentração variou entre 3,6 a >1100 NMP/ml, apesar de nenhuma das amostras ter sido positiva para presença de *Escherichia coli*.

Observou-se uma maior contaminação em todos os pontos dos riachos urbanos nos meses de junho e outubro, uns dos períodos de maior pluviosidade do ano (Embrapa, Guia Clima, 2021). Isto ocorre principalmente em decorrência da falta de uma zona ripária bem estruturada, pois na ausência deste filtro natural, o arraste de resíduos sólidos para dentro dos riachos é facilitado. A poluição orgânica oriunda de atividades antrópicas também é responsável pelo aumento da temperatura, uma vez que diante da ausência ou/e degradação da zona ripária, não ocorre o sombreamento do canal, gerando um aquecimento hídrico, um dos fatores determinantes para a diminuição da disponibilidade de oxigênio dissolvido da água (Martins *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2017).

Com base nos itens preferenciais de *Psalidodon fasciatus* neste estudo, a espécie foi considerada onívora com tendência a insetivoria, o mesmo observado por Brandão-Gonçalves *et al.*, (2010), Cervantes, Cervantes (2020). A notável relevância dos insetos na dieta de espécies íctias de riachos tropicais é bem relatada na literatura, demonstrando a importância desse recurso alimentar (Russo *et al.*, 2002; Tófoli *et al.*, 2013). Os itens consumidos em maior volume pela espécie foram de origem alóctone, sendo eles Formicidae, Larva de Diptera e Coleoptera. A PERMANOVA, não identificou mudanças em sua dieta entre os riachos urbanos e florestados, ainda que alguns autores tenham observado certa plasticidade alimentar para a espécie (Bennemann *et al.*, 2005; Zatti *et al.*, 2012), aproveitando os recursos do ambiente de acordo com a disponibilidade, neste estudo ela demonstrou manter seus hábitos alimentares semelhantes nos riachos urbanos e florestados.

Para *P. argentea* a estratégia alimentar observada foi generalista oportunista, uma vez que consumiu 11 itens a mais que *P. fasciatus*, além de a consumir maior diversidade de recursos em ambos riachos (n=18 itens nos florestados e n=22 itens nos urbanos). Resultado concordante com o visto por Kintopp, Abilhoa (2009) e com Ferreira *et al.*, (2002) ao avaliar a dieta deste caracádeo em ambientes perturbados. A espécie explorou mais efetivamente os recursos disponíveis nos riachos, obtendo suas maiores médias de comprimento e peso nos urbanos, bem como seu maior coeficiente de correlação entre as variáveis supracitadas também neste local, demonstrando tolerância e adaptabilidade em ambientes poluídos.

Ferreira, Casatti (2006) afirmam que a qualidade ambiental é capaz de influenciar também na disponibilidade de áreas para alimentação, isso entra em questão ao observarmos que as espécies apresentaram uma mesma amplitude de nicho, mesmo que no ambiente elas ocupem microhabitats distintos. Esperava-se então que houvesse uma competição entre elas, mas isso não ocorreu, pois ainda que tenham compartilhado a maioria dos recursos para garantir sua sobrevivência, *P. argentea* explorou uma maior quantidade e diversidade de itens. Neste estudo, ambas indicam ser boas indicadoras de ambientes degradados, sendo *P. fasciatus* mais sensível às perturbações e *P. argentea* mais resiliente as alterações ambientais.

## Referências bibliográficas

- APHA, AWWA, WEF.** Standard methods for the examination of water and wastewater (21st ed.). Washington, DC: APHA, AWWA, & WEF. 2005; 1368pp
- Angermeier PL, Karr JR.** Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of fishes*, 1983; 9(2): 117-135.
- Babick L, Rhoden AC.** (2018). Avaliação de macroinvertebrados bentônicos, qualidade físico-química e microbiológica da água do Lajeado Rickia. *Revista Ciências Agroveterinárias e Alimentos*, 2018; 3.
- Bennemann ST, Gealh AM, Orsi ML, Siuza LM.** Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Iheringia Série Zoologia*, Porto Alegre. 2005; 95 (3): 247-254.
- Bonato KO, Delariva RL, Silva JC.** Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. *Zoologia*. 2012; 29: 27-38.
- Brandão-Gonçalves L, Oliveira SA, Lima JSE.** Hábitos alimentares da ictiofauna do córrego Franco, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*. 2010; 10(2): 21–30.
- Casatti L, Ferreira CP, Carvalho FR.** Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia*, 2009; 632: 273-283.
- Cervantes CB, Cervantes GB.** Hábitos alimentarios de la ictiofauna presente en el tramo bajo del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Actualidades Biológicas*. 2020; 42(113).
- Cordeiro GG, Guedes NDM, Kisaka TB, Nardoto GB.** Avaliação rápida da integridade ecológica em riachos urbanos na bacia do rio Corumbá no Centro-Oeste do Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 2016; 11: 702-710.
- Costa BFD, Roche KF.** Toxicidade aguda em área urbana da microbacia do córrego Água Boa (MS). *Engenharia Sanitária e Ambiental*. 2020; 25: 31-39.
- Cunico AM, Ferreira EA, Agostinho AA, Beaumord AC, Fernandes R.** The effects of local and regional environmental factors on the structure of fish assemblages in the Pirapó Basin, Southern Brazil. *Landscape and Urban Planning*. 2012; 105: 336-344.
- Dagosta FC.** Taxonomia e relações filogenéticas do gênero *Astyanacinus* Eigenmann, 1907 (Characiformes: Characidae). [Dissertação de Mestrado]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2011.

- Esteves FDA.** Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência,; 2011.
- Felipe TRA, Suárez YR.** Caracterização e influência dos fatores ambientais nas assembleias de peixes de riachos em duas microbacias urbanas, Alto Rio Paraná. *Biota Neotropica*. 2010; 10: 143-151.
- Ferreira A, Hahn NS, Delariva RL.** Ecologia alimentar de *Piabina argentea* (Teleostei, Tetragonopterinae) nas fases de pré e pós-represamento do rio Corumbá, GO. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 2002; 14(1): 43-52.
- Ferreira CDP, Casatti L.** Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2006; 23: 642-651.
- Ferreira, FS, Solórzano, JCJ, Suárez, YR.** Influence of urbanization on stream fish assemblages in three microbasins in the Upper Paraná River Basin. *Brazilian Journal of Biology*. 2021; 83.
- Freitas CEC, Siqueira-Souza FK.** O uso de peixes como bioindicador ambiental em áreas de várzea da bacia amazônica. *Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre*. 2009; 1(2):39-45.
- Fricke R, Eschmeyer WN.** Eschmeyer's catalog of fishes: guide to fish collections. [Internet]. San Francisco: California Academy of Science; 2021. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/collections.asp>
- Gomiero LM, Braga FMDS.** Feeding habits of the ichthyofauna in a protected area in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, (2008). 8: 41-47.
- Guia Clima. Embrapa Agropecuária Oeste. 2021; Disponível em <https://clima.cpao.embrapa.br/>
- Hellawell JM, Abel R.** A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *Journal of Fish Biology*. 1971; 3: 29-37.
- Hynes HBN.** The food of Fresh-Water Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.* 1950. 19(1): 36-58. <http://dx.doi.org/10.2307/1570>.
- Hyslop EJ.** Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 1980; 17(4): 411-429.
- Karr JR, Schlosser IJ.** Water Resources and the Land-Water Interface. *Science*. 1978; 201(4352): 229-234.
- Kawakami E, Vazzoler G.** Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bol. Inst. Oceanogr.* 1980. 29(2): 205-207. <http://dx.doi.org/10.1590/S0373-55241980000200043>

- Kikuchi RM, Uieda VS.** Composição distribuição dos marcoinvertebrados em diferentes substratos de fundo em um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Entomología y Vectores*. 2005; 12: 193-231.
- Kintopp I, Abilhoa V.** Ecologia alimentar de *Piabina argentea* Reinhardt, 1867 (Teleostei, Characidae) no Rio das Almas, São Paulo, Brasil. *Estudos de Biologia*. 2009; 31:(73/75).
- Krupek RA, Felski G.** Avaliação da cobertura ripária de rios e riachos da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras, Região Centro-Sul do Estado do Paraná. *RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais*. 2006; 8(2): 179-188.
- Le Cren CP.** Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*. 1951; 20(2): 201-219.
- Lima, FCT, Malabarba LR, Buckup PA, Silva JFP, Vari RP, Bertaco VA, ... Lucinda PH.** Genera Incertae Sedis in characidae. In RE Reis, S. O. Kullander CJ. Ferraris Jr (Eds.), Checklist of freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS. 2003;106–109.
- Luiz EA, Agostinho AA, Gomes LC, Hahn NS.** Ecologia trófica de peixes em dois riachos da bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*. 1998; 58(2): 273-285.
- Mccafferty WP.** Aquatic entomology. Sudbury: Jones and Barlett. 1981.
- Marques OS, Cunico AM.** Ecologia de peixes em riachos urbanos. *Oecologia Australis*.2021; 25: 604.
- Mugnai R, Nessimian JL, Batista DF.** Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Book. 2010
- Naiman RJ, Decamps H.** The Ecology of Interfaces: Riparian Zones. *Annual Review Ecological System*. 1997; 28: 621-658. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.28.1.621>
- Oliveira DCD, Bennemann ST.** Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. *Biota Neotropica*. 2005; 5: 95-107.
- Pusey BJ; Arthington AH.** Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. *Marine and Freshwater Research*. 2003; 54: 1-16.
- Russo MR, Ferreira A, Dias RM.** Disponibilidade de invertebrados aquáticos para peixes bentófagos de dois riachos da bacia rio Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*. 2002; 24(2): 411 – 417.
- Silva EL, Fugi R, Hahn NS.** Variações temporais e ontogenéticas na dieta de um peixe onívoro em ambiente impactado (reservatório) e em ambiente natural (baía) da bacia do rio Cuiabá. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 2007; 29(4):387-394.

- Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA, Taniwaki MH, Gomes RAR, Okazaki MM.** Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. Editora Blucher. 2017; 560p. ISBN: 978-85-212-1225-6.
- Stehr FW.** Immature Insects. Dubuque: Kendall Hunt Publishing. 1987.
- R Core Team.** R: a language and environment for statistical computing [online]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019; Available from <http://www.R-project.org>
- Teran, GE, Benitez MF, Mirande JM.** Openig the Trojan horse: phylogeny of *Astyanax*, two new genera and resurrection of *Psalidodon* (Teleostei: Characidae). Zoological Journal of the Linnean Society. 2020; 190(4): 1217-1234.
- Tófoli RM, Alves GHZ, Higuti J, Cunico AM, Hahn NS.** Diet and feeding selectivity of a benthivorous fish in streams: responses to the effects of urbanization. Journal of Fish Biology. 2013; 83: 39–51.
- Uieda VS, Motta RL.** Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. Acta Limnologica Brasiliensia. 2007; 19(1): 15-30.
- Vaz AA, Stefani MS, Smith WS.** A assembleia de peixes em um riacho tropical e os recursos alimentares explorados sob influência de mata ripária com presença de *Eucalyptus grandis*. Acta of Fisheries and Aquatic Resources. 2018; 6(1): 61-73.
- Vieira F, Gomes JPC, Maia BP, Martins LG.** Peixes do Quadrilátero Ferrífero: guia de identificação. Fundação Biodiversitas. 2015; 208
- Vieira TB, Tejerina-Garro FL.** Relationships Between Environmental Conditions And Fish Assemblages In Tropical Savanna Headwater Streams. Sci Rep. 2020; 10: 2174. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59207-9>
- Vilella FS, Becker FG, Hartz SM.** Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic forest river in Southern Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology. 2002); 45: 223-232.
- Zatti SA, Sticca SC, Santos-Wisniewski MJ, Pompeu OS.** Alteração na alimentação de três espécies de peixes (Teleostei) relacionada ao aporte de esgoto e a retirada de mata ciliar nos córregos dos Aflitos e Ferradura, Alfenas, MG. Revista Brasileira de Zoociências. 2012; 14(1-3).