



RELAÇÃO DA INTEGRIDADE AMBIENTAL E A BIOLOGIA DE *Serrapinnus notomelas* (CHARACIDAE) EM CÓRREGOS URBANOS

Jessica Ferreira da Silva¹, Fabiane Silva Ferreira¹, Yzel Rondon Suarez² & Sidnei Eduardo Lima-Junior^{2*}

¹ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Rod. Dourados-Itahum, km 12, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil.

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Laboratório de Ecologia do Centro de Estudos em Recursos Naturais, Rod. Dourados-Itahum, km 12, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil.

E-mails: jes_ferreira@yahoo.com.br; fabianesfbio@gmail.com; yzel@uems.br; selimajunior@hotmail.com (*autor correspondente)

Resumo: O objetivo deste trabalho é avaliar se há relação entre a integridade ambiental de córregos urbanos da cidade de Dourados, estado do Mato Grosso do Sul, com a dieta e os aspectos reprodutivos de *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae). Os exemplares foram coletados nas microbacias Laranja Doce e Água Boa, ambiente menos impactado e mais impactado respectivamente, conforme evidenciado pela análise das variáveis ambientais avaliadas *in loco*. A análise da dieta da espécie foi feita utilizando os métodos de Frequência de Ocorrência, Índice de Análise Volumétrica e Índice de Importância, além de uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) para testar se há diferenças significativas na composição da dieta entre os dois níveis de integridade ambiental. O Fator de Condição foi calculado e comparado entre os locais por meio de uma Análise de Covariância (ANCOVA) com os dados de comprimento e peso logaritmizados. O Índice Gonadossomático (IGS) foi calculado e comparado entre os locais pelo teste de Mann-Whitney e a fecundidade relativa foi testada por meio do teste t. A PERMANOVA indicou diferença ($p = 0,0001$) entre os itens alimentares consumidos pela espécie nos diferentes níveis de qualidade ambiental, destacando-se artrópodes aquáticos (em especial larvas da família Chironomidae) e sedimento no local mais impactado e algas da classe Chlorophyta no menos impactado. Estes resultados indicam que a origem dos itens alimentares consumidos está relacionada ao nível de integridade ambiental dos ambientes aquáticos. Não observamos diferenças significativas entre os locais ($p > 0,05$) para o fator de condição e para a fecundidade relativa. O IGS apresentou maiores valores no local mais impactado ($p < 0,0001$). Estes resultados indicam que *S. notomelas* é uma espécie com grande plasticidade alimentar e que se beneficia das alterações antrópicas ocorridas nos ambientes estudados.

Palavras-chave: dieta; fator de condição; desenvolvimento gonadal; poluição ambiental.

RELATIONSHIP OF ENVIRONMENTAL INTEGRITY AND THE BIOLOGY OF *Serrapinnus notomelas* (CHARACIDAE) IN URBAN STREAMS. The objective of this research is to evaluate if there is a relationship between the environmental integrity of urban streams of Dourados, Mato Grosso do Sul state, with diet and reproductive aspects of *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae). The specimens were collected in Laranja Doce and Água Boa microbasins, less impacted and impacted respectively, as evidenced by the

analysis of the environmental variables evaluated *in loco*. The analysis of the species diet was done using the Frequency of Occurrence, Volumetric Analysis Index and Importance Index methods, in addition to a permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) to test if there are significant differences in diet composition between the two levels of environmental integrity. The Condition Factor was calculated and compared between sites by means of an Analysis of Covariance (ANCOVA), with logarithmic length and weight data. The Gonadosomatic Index (IGS) was calculated and compared between the sites by the Mann-Whitney test and relative fecundity was tested using the t-test. The PERMANOVA indicated a significant difference ($p = 0.0001$) between different levels of environmental quality in relation to the food items consumed by the species. In the most impacted sites, the main items were aquatic arthropods (especially Chironomidae family larvae) and sediment. Chlorophyta algae were the main item in less impacted sites. These findings indicate that the origin of the food items consumed is related to the level of environmental integrity of the aquatic environments. We did not observe significant differences between the sites ($p > 0.05$) for the condition factor and relative fecundity. The IGS presented higher values in the most impacted site ($p < 0.0001$). These results indicate that *S. notomelas* is a species with great diet plasticity and benefits of the anthropogenic alterations occurred in the studied environments.

Keywords: condition factor; diet; environmental pollution; gonadal development.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos são formados por interações complexas entre fatores bióticos e abióticos e estes têm sofrido alterações significativas como resultado das intensas atividades antrópicas, como lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento, atividades agrícolas, construção de barragens e represas, entre várias outras atividades (Goulart & Callisto 2003, Nascimento *et al.* 2018). Entre as principais alterações que ocorrem nesses ecossistemas, Callisto *et al.* (2005) ressaltam a redução da biodiversidade aquática como consequência da desestruturação do ambiente físico, químico e biológico, resultando em perda de qualidade e dificuldade na manutenção da integridade ambiental desses ecossistemas aquáticos.

Um dos fatores que interfere substancialmente nos ambientes aquáticos é o desmatamento, bem como atividades de agricultura, pecuária e expansão urbana com ocupação do solo por estradas, áreas pavimentadas e imóveis (Viana *et al.* 2013). A impermeabilização aumenta o escoamento superficial e, conseqüentemente, aumenta os riscos de erosão, tendo possibilidades de alteração na morfologia do canal, como também aumenta as chances de alterações nas concentrações de nutrientes e poluentes da lixiviação da superfície (Jacobson 2011, Tófoli *et al.* 2013). Essas interferências podem alterar a dieta da ictiofauna, em função das modificações na

estrutura trófica da comunidade aquática (Viana *et al.* 2013), pois algumas espécies podem sofrer redução em suas populações, enquanto que outras, devido à plasticidade trófica, encontram condições favoráveis para alimentação, crescimento e reprodução, tornando-se mais abundantes (Silva 1993, Silva *et al.* 2012, Oliveira *et al.* 2018).

Nesse contexto, o estudo da alimentação dos peixes é de extrema importância, tanto para aprofundar o conhecimento das características biológicas das espécies, mas também como um instrumento de compreensão das interações das diversas populações da ictiofauna e dos seus níveis tróficos na cadeia alimentar (Bennemann *et al.* 2011, Viana & Vianna 2014, Viana *et al.* 2017). Além disso, é por meio da alimentação que os indivíduos obtêm energia e, portanto, estudar a sua dieta auxilia na compreensão das atividades envolvidas no desenvolvimento, crescimento, reprodução e manutenção do organismo (Oliveira *et al.* 2018). Dessa forma, investigações sobre a dieta dos peixes, através de estudos dos seus conteúdos estomacais, amparam a interpretação da dinâmica e ocupação de habitat por tais espécies (Brandão-Gonçalves *et al.* 2009).

O conhecimento da biologia reprodutiva dos peixes é outra informação que demonstra a influência que as modificações realizadas pelo homem causam nas comunidades, pois em ambientes em transformação as espécies com maior plasticidade em relação aos habitat de desova se reproduzem com maior sucesso

(Agostinho *et al.* 1999, Vono *et al.* 2002). Nesse sentido, o Índice Gonadossomático (IGS) fornece informações sobre o ciclo reprodutivo da espécie, o que, em conjunto com outros parâmetros, colabora no estudo da qualidade de vida dos organismos, fornecendo dados que permitem estabelecer se a espécie se desenvolve bem ou não em ambientes degradados e/ou conservados (Cardoso *et al.* 2013). Tratando-se da biologia reprodutiva, outro parâmetro que contribui no conhecimento sobre o desenvolvimento das populações é a fecundidade, que em resumo é o número de ovócitos que potencialmente concluirão seu desenvolvimento e serão liberados pela fêmea no seu período reprodutivo (Araújo 2009). Com o intuito de saber se em determinado local dada espécie de peixe está crescendo e apresentando dinâmica e prognóstico de produtividade, a fecundidade é um dos fatores recomendados para serem estudados, a partir do qual se estima qual o potencial reprodutivo da espécie em estudo (Vazzoler & Rossi-Wongtschowski 1976, Rodrigues *et al.* 1992).

Outro aspecto importante para avaliação da ictiofauna é o fator de condição, um parâmetro que fornece informações sobre o estado de bem-estar do peixe. Seu valor pode indicar o estado da maturidade sexual do indivíduo, as condições nutricionais atuais (*e.g.*, disponibilidade de alimentos), o acúmulo de gordura e os aspectos comportamentais (Vazzoler 1996, Anibeze 2000, Azevedo *et al.* 2017). Peixes com maior massa em determinado comprimento possuem melhor condição, sendo, portanto, um índice que fornece informações sobre o estado fisiológico da população (Lima-Junior & Goitein 2006).

Com base no contexto apresentado, o objetivo geral deste trabalho é avaliar se há relação entre a integridade ambiental aquática, em duas microbacias urbanas do município de Dourados, estado do Mato Grosso do Sul, com a dieta, a atividade reprodutiva (IGS e fecundidade) e o fator de condição de *Serrapinnus notomelas* (Eigenmann 1915) (Characiformes: Characidae), uma espécie abundante nesses riachos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e amostragens

As amostragens foram realizadas em córregos urbanos no município de Dourados, estado

de Mato Grosso do Sul, Brasil, localizados em duas microbacias (Laranja Doce e Água Boa) pertencentes à bacia do rio Ivinhema, Alto rio Paraná (Figura 1). No total foram amostrados sete pontos, sendo quatro pontos na microbacia Laranja Doce (LD) e três pontos na microbacia Água Boa (AB).

O córrego Laranja Doce é um afluente do rio Brillhante, e sua nascente está localizada no extremo sul da Reserva Indígena de Dourados. Margeando a zona urbana norte da cidade, recebe o córrego Jaguapiru e segue curso pela área rural do município até desaguar no rio Brillhante (Ribeiro *et al.* 2015). O córrego Água Boa é afluente do rio Dourados, e sua nascente está localizada na região urbana do município de Dourados, percorrendo bairros densamente povoados ao sul da cidade, incluindo áreas de agricultura localizadas no entorno da área urbana, com uma extensão de aproximadamente 21 km (IMASUL 2015, Ribeiro *et al.* 2015).

As coletas foram realizadas nos meses de agosto de 2010 (estação seca) e fevereiro de 2011 (estação chuvosa), em ambas as microbacias (Tabela 1). Os exemplares foram amostrados predominantemente no período matutino, utilizando telas retangulares de armações metálicas (0,8 x 1,2 m) revestidas com tela tipo mosquiteiro (2 mm de abertura de malha) e uma rede de arrasto (5 x 1,5 m, malha de 2 mm). Em campo, os indivíduos foram anestesiados com solução de eugenol e fixados em solução de formaldeído a 10%, onde permaneceram imersos por pelo menos 48 h e em laboratório foram preservados em álcool etílico 70% (conservante).

Foram obtidas as coordenadas geográficas de cada ponto amostrado além de um conjunto de variáveis ambientais: pH, condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) foram mensuradas com uma sonda multiparâmetro Horiba U53®, enquanto que a profundidade (m) e a largura do local (m) foram medidas com uma trena.

Análises de dados

Com o objetivo de ordenar os locais de coleta em função das variáveis ambientais analisadas e verificar possíveis diferenças de integridade ambiental entre esses locais, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP), além de um teste t comparando as microbacias para cada variável ambiental.

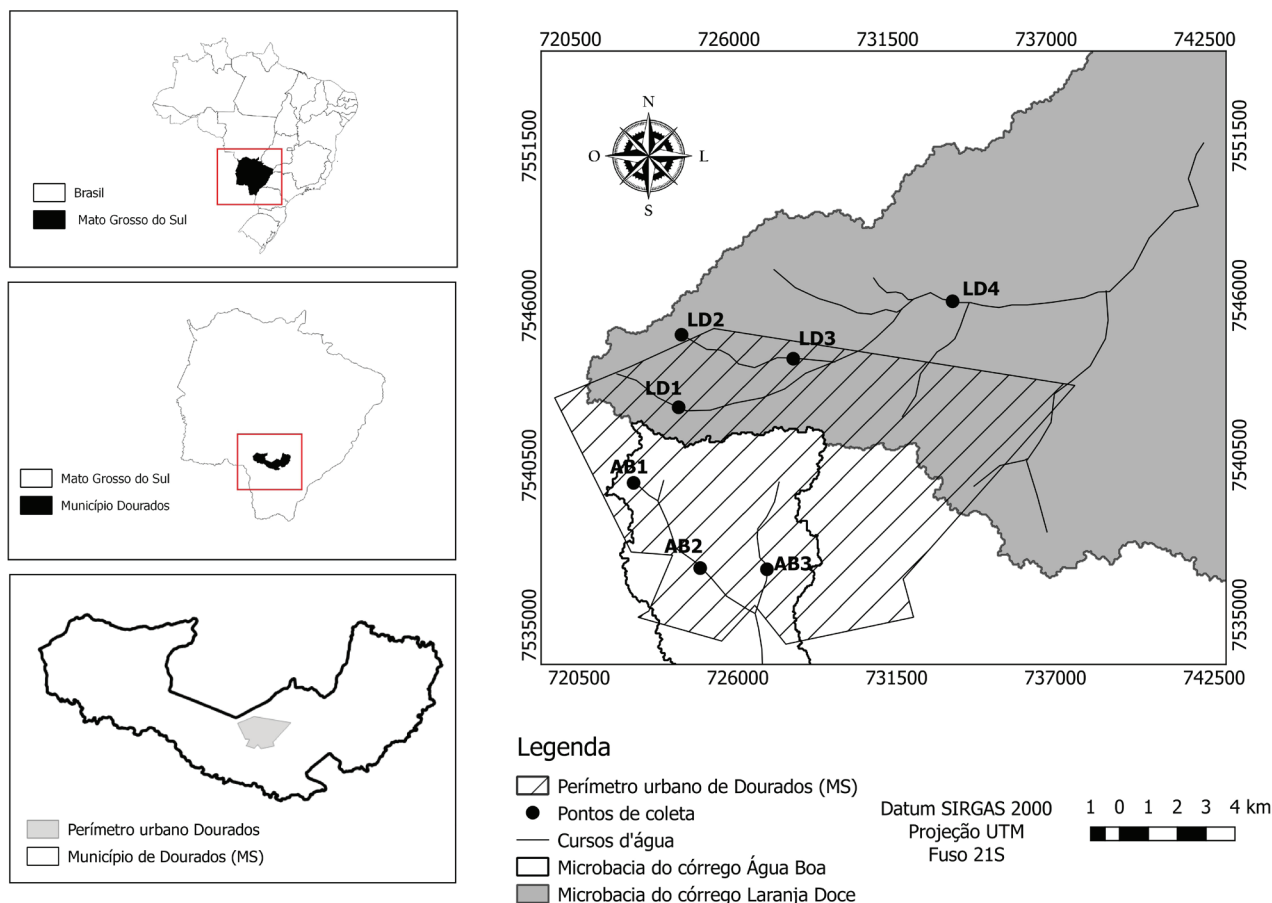


Figura 1. Localização dos pontos amostrados nos córregos Água Boa e Laranja Doce, em Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Figure 1. Location of the sampling sites in Água Boa and Laranja Doce streams, Dourados, Mato Grosso do Sul state, Brazil.

Em laboratório, a partir de uma incisão ventral, todos os exemplares foram abertos e as vísceras foram retiradas. Para a análise da dieta, os conteúdos dos estômagos com alimentos foram pesados (em g, para 0,01 g mais próximo), fixados em formalina a 4% e preservados em solução de etanol a 70% até a análise.

Na sequência, o conteúdo estomacal de cada indivíduo foi inspecionado, usando um

estereomicroscópio, e cada item alimentar recebeu um valor proporcional à sua abundância. A referência utilizada para esses valores foi a massa padrão (SW), que é a média aritmética aproximada da massa do conteúdo estomacal da amostra (Lima-Junior & Goitein 2001). Cada conteúdo estomacal recebeu um total de pontos proporcional à razão de sua massa com a massa padrão, admitindo-se, para essa atribuição de pontos, que a massa padrão

Tabela 1. Número de indivíduos machos e fêmeas capturados em cada coleta e em cada microbacia no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Table 1. Number of males and females caught in each sample and in each microbasin in Dourados, Mato Grosso do Sul state, Brazil.

Coleta	Laranja Doce		Água Boa	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Agosto/10	20	31	12	42
Fevereiro/11	11	25	1	4

recebe quatro pontos. Posteriormente, e com base em uma simples inspeção visual, os pontos totais atribuídos são divididos entre os itens alimentares de acordo com o volume relativo que estes ocupam no conteúdo do estômago. Para calcular a abundância relativa de determinado item alimentar na dieta dos animais analisados o somatório de pontos recebidos por cada item alimentar foi dividido pelo número total de estômagos com conteúdo na amostra, fornecendo a média dos valores atribuídos para cada item alimentar. Posteriormente, essa média foi multiplicada por 25 para cálculo do Índice de Análise Volumétrica.

A amostra de cada microbacia foi considerada separadamente e o índice de importância de cada item alimentar (AI) foi calculado de acordo com o método descrito por Lima-Junior & Goitein (2001), multiplicando-se a frequência de ocorrência pelo Índice de Análise Volumétrica de cada item.

A partir da planilha obtida com os dados dos conteúdos estomacais uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) foi utilizada para testar a existência de diferenças significativas na composição da dieta de *S. notomelas* em relação aos diferentes níveis de integridade ambiental. O índice de Bray-Curtis foi utilizado para construir a matriz de similaridade e o significância das comparações foi calculada a partir da aleatorização da matriz original (9999 permutações).

A fim de analisar a influência do fator espacial sobre o Fator de Condição dos indivíduos nos riachos com diferentes níveis de integridade ambiental (variável explanatória), foi realizada uma Análise de Covariância (ANCOVA), com os dados de comprimento (co-variável) e massa (variável resposta) logaritmizados.

Para verificar possíveis diferenças no potencial reprodutivo da espécie entre os diferentes níveis de integridade ambiental foi calculado o Índice Gonadosomático (IGS = massa dos ovários x 100 / massa total do peixe) para todas as fêmeas. A comparação dos locais foi feita por meio do teste de Mann-Whitney.

A fecundidade foi estimada com base na contagem absoluta dos ovócitos (Vazzoler 1996). Para determinar a fecundidade, 16 gônadas (cinco do local menos impactado e 11 do local mais impactado) de fêmeas de *S. notomelas* (as que apresentaram maiores valores de IGS) foram

pesadas e dissociadas em solução de etanol a 70%. A fecundidade relativa foi mensurada relativizando a fecundidade absoluta pela massa do indivíduo (Vazzoler 1996). Após a verificação dos pressupostos, foi feita a comparação dos resultados obtidos em diferentes níveis de integridade ambiental por meio do teste t.

Para todos os testes estatísticos citados anteriormente, utilizamos o ambiente R (R Development Core Team, 2017) com os pacotes adicionais “vegan” (ACP) e o comando “adonis” (PERMANOVA), com nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

As médias e os valores de desvio padrão das variáveis ambientais em cada microbacia são apresentados a seguir, bem como a comparação estatística dessas variáveis entre as microbacias. Nota-se que a condutividade é a única variável que apresentou diferença entre as duas microbacias, com maior média na microbacia Água Boa (Tabela 2).

A Análise de Componentes Principais (ACP) explicou, com os dois primeiros eixos, 77,37% da variância total das variáveis ambientais, sendo que o primeiro eixo (CP1) explicou 45,87% da variância dos dados e o segundo eixo (CP2), 31,50% (Figura 2). Essa análise demonstrou que as variáveis que mais contribuíram para a distinção das microbacias foram a condutividade, o pH e a largura dos córregos (r , em módulo, maior que 0,8) no CP1 e temperatura no CP2 (Tabela 3).

A partir desses resultados, consideramos os locais de coleta da microbacia Laranja Doce na categoria “Menos Impactado”, uma vez que esses locais apresentaram menor condutividade. E, seguindo o mesmo critério, os pontos de coleta localizados na microbacia Água Boa foram considerados, nas análises posteriores, como a categoria “Mais Impactado”.

Com a análise dos estômagos foi possível registrar uma grande diversidade nos recursos alimentares. Devido a tal diversidade, os itens foram agrupados em nove categorias alimentares (Tabela 4). Na microbacia Laranja Doce (“Menos Impactado”), o item alimentar que apresentou maior AI foi Alga, com Sedimento apresentando-se em segundo. Na microbacia Água Boa (“Mais Impactado”), o item alimentar que apresentou

Tabela 2. Médias (\pm desvio padrão) das variáveis ambientais em cada microbacia no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, e comparação estatística (teste t) entre essas médias.

Table 2. Means (\pm standard deviation) of environmental variables in each microbasin in Dourados, Mato Grosso do Sul state, Brazil, and statistical comparison (t test) between these means.

Variáveis ambientais	Laranja Doce	Água Boa	t	p
Profundidade (m)	60,00 \pm 17,57	50,63 \pm 22,22	0,6269	0,5582
Condutividade (μ S.cm ⁻¹)	108,30 \pm 38,54	445,33 \pm 97,90	-6,4195	0,0014
pH	6,40 \pm 0,53	7,12 \pm 0,17	-2,2154	0,0776
Temperatura (° C)	25,28 \pm 1,21	24,87 \pm 0,93	0,4827	0,6497
Largura (m)	2,43 \pm 1,98	5,05 \pm 1,23	-1,9999	0,1020

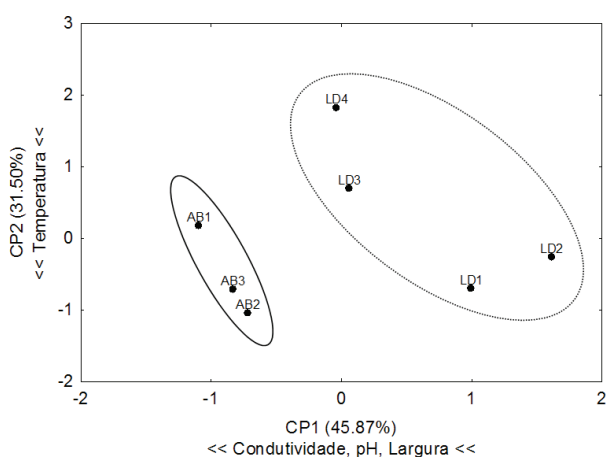


Figura 2. Distribuição dos locais de amostragem no plano formado pelos dois primeiros componentes principais produzidos na análise das variáveis ambientais. AB: microbacia Água Boa; LD: microbacia Laranja Doce.

Figure 2. Distribution of the sampling sites in the plane formed by the first two main components produced in the analysis of environmental variables. AB: Água Boa microbasin; LD: Laranja Doce microbasin.

maior importância na dieta de *S. notomelas* foi Sedimento, seguido por Vegetal Aquático e Artrópode Aquático (Figura 3). O item alimentar categorizado como “Outros” é o único que possui dois diferentes grupos (Tecameba e espículas de esponjas) que tecnicamente deveriam ser separados. No entanto, os seus valores de AI somados representaram menos de 1% e, por esse motivo, foram agrupados na mesma categoria.

A PERMANOVA indicou diferença entre os dois níveis de integridade ambiental (pseudo-F = 17,21 e p = 0,0001), o que demonstra que as dietas dos indivíduos diferem entre os locais mais impactados (Água Boa) e menos impactados (Laranja Doce).

Tabela 3. Correlação das variáveis ambientais com os dois primeiros componentes principais produzidos na Análise de Componentes Principais.

Table 3. Correlation of the environmental variables with the first two main components produced in the Principal Component Analysis.

Variáveis ambientais	CP1	CP2
Profundidade (m)	-0,1141	0,6962
Condutividade (μ S.cm ⁻¹)	-0,8204	-0,4976
pH	-0,8697	-0,1802
Temperatura (° C)	-0,2695	0,8521
Largura (m)	-0,8824	0,2900

Os indivíduos capturados no local menos impactado apresentaram comprimento padrão médio de 23,23 mm (DP = 4,41 mm), enquanto que para os do local mais impactado a média foi de 27,94 mm (DP = 3,47 mm). Constatou-se que a partir da análise dos dados de massa e comprimento dos 146 exemplares capturados não houve variação significativa do fator de condição entre os níveis de integridade ambiental (p = 0,6817) (Figura 4).

Observamos variação espacial significativa do Índice Gonadosomático das fêmeas entre as duas categorias de integridade ambiental (p < 0,0001), com maiores valores no local mais impactado (Figura 5). O teste t aplicado aos dados da fecundidade relativa das gônadas analisadas não indicou diferença significativa entre os diferentes níveis de integridade ambiental (p = 0,3634) (Figura 6).

DISCUSSÃO

A ordenação dos locais de coleta em função das variáveis ambientais por meio de uma ACP

Tabela 4. Categorias alimentares encontradas na análise da dieta de *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) nas duas microbacias no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Table 4. Food categories found in the diet analysis of *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) in two microbasins in Dourados, Mato Grosso do Sul state, Brazil.

Categoria Alimentar	Descrição
Alga	Algas de diversos táxons
Sedimento	Matéria orgânica, areia, pedaço de plástico e linha têxtil
MNI	Material não identificado: material digerido
Vegetal Aquático	Vegetal Aquático
Vegetal Terrestre	Material vegetal terrestre e sementes
Artrópode Aquático	Acari, Chironomidae (larva), Ceratopogonidae (larva), Blephariceridae (larva), Copepoda, Cladocera, restos de larvas, exoesqueleto Díptera, restos de aranha aquática, restos de insetos aquáticos, Trichoptera (larva), pupa (Diptera), restos de pupa (diversos) e Ptychopteridae (larva)
Artrópode Terrestre	Exoesqueleto de insetos terrestres, ovos de insetos, restos de estruturas de insetos terrestres, outros artrópodos terrestres
Nematoda	Nematoda
Outros	Tecameba e espículas de esponjas

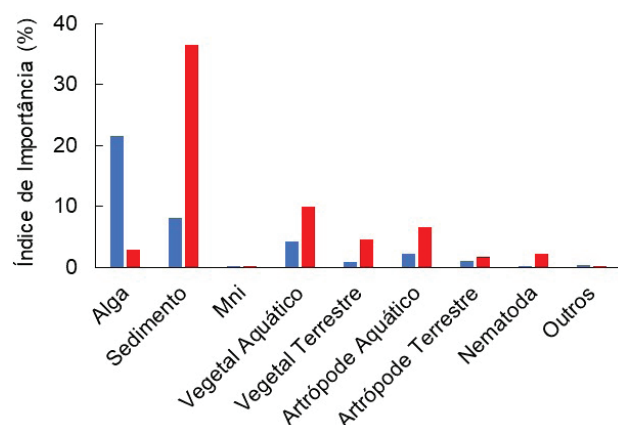


Figura 3. Índice de Importância dos itens alimentares consumidos por *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) nos locais menos impactados (barras azuis) e nos locais mais impactados (barras vermelhas) no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Figure 3. Index of Importance of food items consumed by *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) in the least impacted sites (blue bars) and in the most impacted sites (red bars), in Dourados, Mato Grosso do Sul, state, Brazil.

evidenciou as diferenças nos níveis de integridade ambiental observados nas duas microbacias. Além disso, observamos menor média de condutividade na microbacia Laranja Doce. Nesse contexto, esta microbacia foi classificada como local menos impactado, enquanto que a microbacia Água Boa

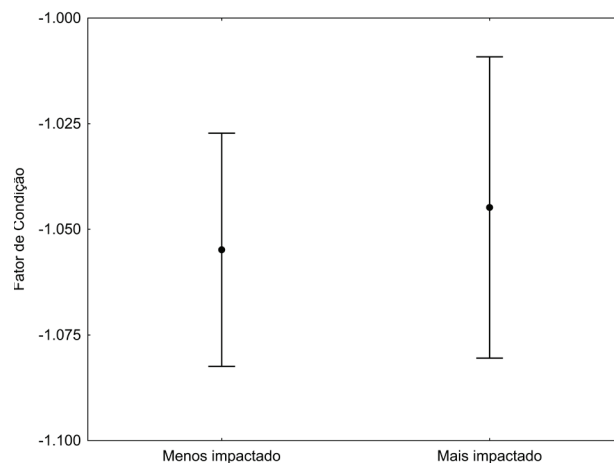


Figura 4. Fator de Condição de *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) em córregos com diferentes níveis de integridade ambiental no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Figure 4. Condition Factor of *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) in streams with different levels of environmental integrity in Dourados, Mato Grosso do Sul state, Brazil.

foi classificada como nível alto de influência da urbanização, sendo denominada, portanto, como local mais impactado. A condutividade elétrica é um fator ambiental importante na detecção de fontes poluidoras, permitindo verificar a influência direta e indireta dos usos do solo e as atividades desenvolvidas nas microbacias hidrográficas,

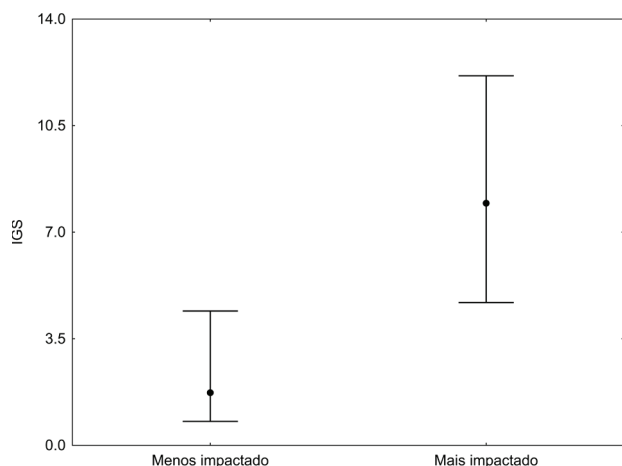


Figura 5. Índice Gonadossomático (IGS) de *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) em córregos com diferentes níveis de integridade ambiental no município de Dourados, estado do Mato Grosso de Sul, Brasil.

Figure 5. Gonadosomatic Index (IGS) of *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) in streams with different levels of environmental integrity in Dourados, Mato Grosso do Sul state, Brazil.

como lançamentos de efluentes domésticos, industriais e dejetos animais, nas quais o resultado da contaminação pode ser detectado pelo aumento da condutividade elétrica no curso de água (Moraes 2001, Viana *et al.* 2013). Portanto, a utilização da condutividade elétrica para classificar os níveis de integridade ambiental mostra-se eficiente como um retrato das condições ambientais.

Analisando a biologia alimentar dos exemplares é possível notar uma grande flexibilidade trófica, encontrando-se tanto itens alóctones (*i.e.*, materiais transportados de fora para dentro de um sistema aquático) como itens autóctones (*i.e.*, itens produzidos dentro do sistema aquático), e alimentos de origens animal e vegetal caracterizando, portanto, a espécie como onívora. Estes resultados são semelhantes aos apresentados por Brandão-Gonçalves *et al.* (2010) e Costa & Rocha (2017), que classificaram *S. notomelas* como onívora com tendência à herbivoria, devido à diversidade de itens alimentares em sua dieta, no qual em maior destaque são consumidos vegetais (*i.e.*, algas e macrófitas) e, como complemento, os indivíduos consomem itens alóctones.

Nossos resultados sugerem uma dieta alimentar diferente entre os locais. No local mais impactado percebe-se maior consumo de sedimentos e

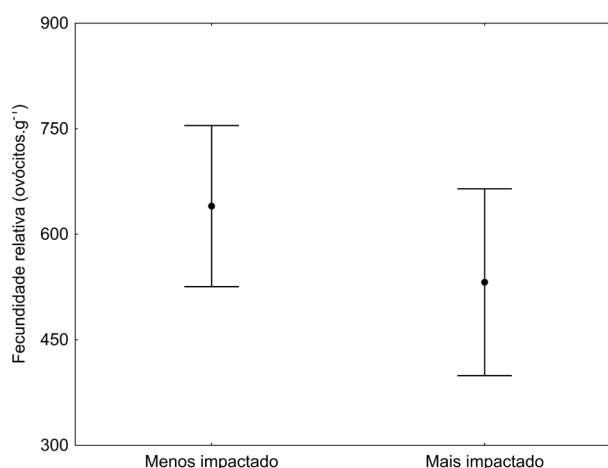


Figura 6. Fecundidade relativa de *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) em córregos com diferentes níveis de integridade ambiental no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Figure 6. Relative fecundity of *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) in streams with different levels of environmental integrity in Dourados, Mato Grosso do Sul state, Brazil.

artrópodes, principalmente aquáticos. O consumo de sedimentos pode estar relacionado ao consumo dos artrópodes aquáticos, já que os organismos encontrados nos estômagos dos indivíduos analisados são, principalmente, larvas de Diptera da família Chironomidae, animais bentônicos que vivem associados ao sedimento, o que pode justificar ingestão acidental de sedimento (Costa & Rocha 2017). As larvas de Chironomidae, que foram os animais mais consumidos entre os artrópodes aquáticos nos locais mais impactados, são consideradas tolerantes a locais mais degradados e, por isso, possuem facilidade em se ajustar a condições extremas justamente por serem oportunistas, resistindo e sendo favorecidos pelas quantidades de nutrientes oriundos de fontes antrópicas (*i.e.*, domésticas e industriais) (Kleine & Trivinho-Strixino 2005, Milesi *et al.* 2009, Mormul *et al.* 2009, Bonato *et al.* 2012, Viana *et al.* 2013).

No local menos impactado também ocorreu o consumo de artrópodes aquáticos. No entanto, nestes locais, o consumo maior foi de larvas de Thichoptera, consideradas bioindicadores de ambientes não impactados. Assim, por mais que o ambiente menos impactado (Laranja Doce) também tenha alterações antrópicas, a ocorrência desses organismos é um indicativo de melhor

qualidade ambiental (Wiggins 1996, Silva 2007, Calor 2009, Costa & Rocha 2017). Neste local, o item em destaque na dieta de *S. notomelas* foram as algas. Estudos realizados em lagoas e córregos da bacia hidrográfica do rio Paraná classificaram *S. notomelas* como algívora pelo fato de a espécie apresentar alto consumo de algas (Luiz *et al.* 1998, Hahn & Loureiro-Crippa 2006). Como observado também por Costa & Rocha (2017), as algas encontradas na nossa análise são, na maior parte, da classe Chlorophyta, grupo característico de corpos de água limpos (Bastos *et al.* 2006). Por outro lado, estas algas são consideradas tolerantes a ambientes com estresse ambiental e onde existam abundância em nutrientes e baixo movimento de águas, o que leva a concluir que estes organismos se apresentem em local calmo e com presença ou não de poluição (Litter *et al.* 1989).

O fator de condição é um índice que indica o estado de bem-estar do peixe, sendo uma forma de analisar como o animal aproveita os recursos disponíveis no ambiente (Gomiero *et al.* 2010, Barros *et al.* 2016). O fator de condição não apresentou diferenças significativas entre os indivíduos provenientes dos ambientes menos e mais impactados. Esses resultados sugerem que tanto no local mais impactado como no menos impactado, os animais encontram condições ambientais satisfatórias às suas necessidades fisiológicas, colaborando com a ideia de que *S. notomelas* é uma espécie onívora e oportunista, capaz de se ajustar bem às alterações ambientais menos severas (Gomiero & Braga 2005, Uieda & Motta 2007, Winemiller *et al.* 2008, Viana *et al.* 2013).

O desenvolvimento gonadal das fêmeas (medido pelo IGS) apresentou diferença entre os locais, com valores mais elevados no local mais impactado. Este resultado indica que os indivíduos provenientes da microbacia Água Boa (mais impactada), que se alimentaram de fontes mais energéticas (artrópodos) que os indivíduos da microbacia Laranja Doce (que consumiram principalmente algas), apresentam maior potencial reprodutivo e, portanto, estão sendo beneficiados nos locais mais impactados.

Quanto à fecundidade relativa, o fato de este índice não apresentar diferença significativa na comparação entre os níveis de integridade estudados indica que o fator espacial não

diferencia a produção relativa de ovócitos de fêmeas provenientes do local mais impactado das fêmeas do local menos impactado (Vazzoler 1996). Como a fecundidade relativa é positivamente correlacionada com o tamanho do corpo do animal (Araújo 2009), sendo dependente do volume da cavidade e do volume dos ovócitos (Oliveira *et al.* 2010), pode-se concluir que as fêmeas que habitam os locais mais impactados produzem ovócitos maiores, embora na mesma quantidade relativa que o observado para as fêmeas no ambiente impactado. Essa hipótese é corroborada pelos resultados observados para o IGS, que indicam que no local mais impactado a população estudada pode encontrar condições mais vantajosas para sobreviver, o que se reflete no maior potencial reprodutivo observado.

Tratando-se da biologia reprodutiva de *S. notomelas*, é possível considerar que nos ambientes mais impactados (Água Boa) os animais tiveram maior oferta de alimentos com maior retorno energético e, por isso, apresentaram condição fisiológica satisfatória e maior desenvolvimento gonadal, com ovários relativamente mais volumosos e ovócitos relativamente maiores. Isso indica que a espécie é oportunista e tolerante, com potencial de ajuste à instabilidade ambiental provocada pela influência antrópica.

Em suma, as análises da dieta, do fator de condição e de aspectos reprodutivos (IGS e fecundidade) indicam que *S. notomelas* provavelmente encontra melhores condições no local mais impactado. Portanto, esta espécie apresenta grande plasticidade alimentar e se beneficia das alterações antrópicas ocorridas nos ambientes estudados.

AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos ao Laboratório de Ecologia de Peixes da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

Agostinho, A. A., Miranda, L. E., Bini, L. M., Gomes, L. C., Thomaz, S. M., & Suzuki, H. I. 1999. Patterns of colonization in Neotropical reservoirs,

- and prognoses on aging. In: J. G. Tundisi & M. Straskraba (Eds), Theoretical reservoir ecology and its applications. pp. 227–265. São Carlos: International Institute of Ecology.
- Anibeze, C. I. P. 2000. Length-weight relationship and relative condition of *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes) from Idodo River, Nigeria. Naga, the ICLARM Quarterly, 23(2), 34–35.
- Araújo, R. B. 2009. Desova e fecundidade em peixes de água doce e marinhos. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 9(2), 24–31.
- Azevedo, J. W. J., Castro, A. C. L., & Silva, M. H. L. 2017. Length-weight relation, condition factor and gonadosomatic index of the whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Actinopterygii: Sciaenidae), caught in Lençóis Bay, state of Maranhão, eastern Amazon, Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, 65(1), 1–8. DOI: 10.1590/s1679-87592017110506501
- Barros, N. H. C., Lima, L. T. B., Araújo, A. S., Gurgel, L. L., Chellappa, N. T., & Chellappa, S. 2016. Estudos sobre as táticas e as estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes de água doce do Rio Grande de Norte, Brasil. Holos, 32(3), 84–103. DOI: 10.15628/holos.2016.3648
- Bastos, I. C. O., Lovo, I. C., Estanislau, C. A. M., & Scoss, L. M. 2006. Utilização de bioindicadores em diferentes hidrossistemas de uma indústria de papeis reciclados em Governador Valadares – MG. Engenharia Sanitária e Ambiental, 11(3), 203–211. DOI: 10.1590/S1413-41522006000300003
- Bennemann, S. T., Galves, W., & Capra, L. G. 2011. Food resources used by fishes and trophic structure of four stretches in Capivara reservoir (Paranapanema River). Biota Neotropica, 11(1), 63–71. DOI: 10.1590/S1676-06032011000100006
- Bonato, K. O., Delariva, R. L., & Silva, J. C. 2012. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, 29(1), 27–38. DOI: 10.1590/S1984-46702012000100004
- Brandão-Golçalves, L., Lima-Junior, S. E., & Suárez, Y. R. 2009. Hábitos alimentares de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Characidae), em diferentes riachos da sub-bacia do Rio Guiraí, Mato Grosso do Sul, Brasil. Biota Neotropica, 9(1), 135–143. DOI: 10.1590/S1676-06032009000100016
- Brandão-Gonçalves, L., Oliveira, S. A., & Lima-Junior, S. E. 2010. Hábitos alimentares da ictiofauna do córrego Franco, Mato Grosso do Sul, Brasil. Biota Neotropica, 10(2), 21–30. DOI: 10.1590/S1676-06032010000200001
- Callisto, M., Gonçalves Jr., J. F., & Moreno, P. 2005. Invertebrados aquáticos como Bioindicadores. In: E. M. A. Goulart (Ed.), Navegando o Rio das velhas das Minas aos Gerais. pp. 555–567. Belo Horizonte: UFMG.
- Calor, A. R. 2009. Ordem Trichoptera Kirby 1813 (Arthropoda: Insecta). Guia *on-line* de identificação de larvas aquáticas do Estado de São Paulo. São Paulo: USP: p. 17.
- Cardoso, A. R., Tavares, R. A., Pouey, J. L. O., & Piedras, S. R. N. 2013. Crescimento alométrico em período pré-reprodutivo da viola *Loricariichthys anus* (Loricaridae) na Lagoa Mangueira, RS. Revista Brasileira de Reprodução Animal, 37(3), 298–300.
- Costa, I. D., & Rocha, V. M. 2017. Feeding ecology of *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Cheirodontinae) in small forest streams in the Machado River basin, Rondônia, Brazil. Acta Amazonica, 47 (1), 19–28. DOI: 10.1590/1809-4392201601944
- Gomiero, L. M., & Braga, F. M. S. 2005. Uso do grau de preferência alimentar para a caracterização da alimentação de peixes na APA de São Pedro e Analândia. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 27(3), 265–270. DOI: 10.4025/actascibiols.v27i3.1337
- Gomiero, L. M., Villares-Junior, G. A., & Braga F. M. S. 2010. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica, 10(1), 101–105. DOI: 10.1590/S1676-06032010000100009
- Goulart, M., & Callisto, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FAPAM, 2(1), 153–164. DOI: 10.19177/rgsa.v6e32017165-180
- Hahn, N. S., & Loureiro-Crippa, V. E. 2006. Estudo comparativo da dieta, hábitos alimentares e morfologia trófica de duas espécies simpátricas, de peixes de pequeno porte, associados à macrófitas aquáticas. Acta Scientiarum, Biological Sciences, 28(4), 359–364. DOI: 10.4025/actascibiols.v28i4.167

- IMASUL - Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. 2015. Estudos para subsidiar o enquadramento da Bacia dos córregos Água Boa, Rêgo D'Água e Paragem até a confluência com o rio Dourados. Relatório de Diagnóstico. Campo Grande: Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul: p.188.
- Jacobson, C. R. 2011. Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: A review. *Journal of Environmental Management*, 92, 1438–1448. DOI: 10.1016/j.jenvman.2011.01.018
- Kleine, P., & Trivinho-Strixino, S. 2005. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(1), 81–90.
- Lima-Junior, S. E., & Goitein, R. 2001. A new method for the analysis of fish stomach contents. *Acta Scientiarum*, 23(2), 421–424.
- Lima-Junior, S. E., & Goiten, R. 2006. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no Rio Piracicaba (SP, Brasil). *Boletim do Instituto de Pesca*, 32(1), 87–94.
- Littler, M. M., Littler, K. E., Bucher, K. E., & Norris, J. N. 1989. *Marine Plants of the Caribbean: A Field Guide from Florida to Brazil*. Washington: Smithsonian Institution Press: p. 272.
- Luiz, E. A., Agostinho, A. A., Gomes, L. C., & Hahn, N. S. 1998. Ecologia trófica de peixes em dois riachos da bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(2), 273–285.
- Milesi, S. V., Biasi, C., Restello, R. M., & Hepp, L. U. 2009. Distribution of benthic macroinvertebrates in Subtropical streams (Rio Grande do Sul, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 21(4), 419–429.
- Moraes, A. J. 2001. Manual para a avaliação da qualidade da água. São Carlos: RiMa: p. 44.
- Mormul, R. P., Rassinatte-Junior, S. P., Vieira, L. A., Monkolski, A., & Povh, E. B. 2009. Caracterização das condições ambientais de um rio neotropical a partir da densidade, composição e riqueza de taxa de invertebrados bênticos. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31 (4), 379–386. DOI: 10.4025/actascibiolsci.v31i4.4844.
- Nascimento, A. L., Alves-Martins, F., & Jacobucci, G. B. 2018. Assessment of ecological water quality along a rural to urban land use gradient using benthic macroinvertebrate based indexes. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 34(1), 194–209. DOI: 10.14393/BJ-v34n1a2018-37842
- Oliveira, C. L. C., Fialho, C. B., & Malabarba, L. R. 2010. Reproductive period, fecundity and histology of gonads of two cheirodontines (Ostariophysi: Characidae) with different reproductive strategies - insemination and external fertilization. *Neotropical Ichthyology*, 8(2), 351–360. DOI: 10.1590/S1679-62252010000200014
- Oliveira, J. C. D., Oliveira, J. F., Rebouças, L. G. F., Novaes, J. L. C., & Peretti, D. 2018. Does the oscillation of the water volume of the reservoir influence in the same way in fish diet? *Acta Limnologica Brasiliensia*, 30, e104. DOI: 10.1590/s2179-975x9216
- Ribeiro, A. L., Fernandes, A. K., Silva, A. P. V., Morais, D. N., Lira, E. S., Almeida, G. G., Silva, N. C. C., Veroneze, O. M. S., & Pereira, J. G. 2015. Ação de educação ambiental para a conservação do córrego Água Boa. *Realização*, 2(4), 70–75.
- Rodrigues, A. M., Campos, E. C., Santos, R. A., Mandel Junior, J., & Camara J. J. C. 1992. Tipo de desova e fecundidade do tambuí *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 (Pisces, Characiformes, Characidae), na Represa de Ibitinga, Estado de São Paulo, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 29(2), 309–15. DOI: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.1992.51998
- Silva, C. P. D. 1993. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do Igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 23(2-3), 271–285. DOI: 10.1590/1809-43921993233285
- Silva, D. A., Pessoa, E. K. R., Costa, S. A. G. L., Chellappa, N. T., & Chellappa, S. 2012. Ecologia alimentar de *Astyanax lacustris* (Osteichthyes: Characidae) na Lagoa do Piató, Assu, Rio Grande do Norte, Brasil. *Biota Amazônia*, 2(1), 74–82. DOI: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v2n1p74-82
- Tófoli, R. M., Alves, G. H. Z., Higtuti, J., Cunico, A. M., & Hanh, N. S. 2013. Diet and feeding selectivity of a benthivorous fish in streams: responses to the effects of urbanization. *Journal of Fish Biology*, 83(1), 39–51. DOI: 10.1111/jfb.12145
- Uieda, V. S., & Motta, R. L. 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian

- streams: a review. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(1), 15–30.
- Vazzoler, A. E. A. M. 1996. *Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. Maringá: EDUEM: p. 169.
- Vazzoler, A. E. A. M., & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. R. 1976. *Sardinella brasiliensis*: tipo de desova, fecundidade e potencial reprodutivo relativo. I. Área entre 23°40'S e 24°20'S Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 25, 131–55. DOI: 10.1590/s0373-55241976000200001
- Viana, A. F., Valentin, J. L., & Vianna, M. 2017. Feeding ecology of elasmobranch species in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 15(2), e160176. DOI: 10.1590/1982-0224-20160176
- Viana, A. F., & Vianna M. 2014. The feeding habits of the eyespot skate *Atlantoraja cyclophora* (Elasmobranchii: Rajiformes) in southeastern Brazil. *Zoologia*, 31(2), 119–25. DOI: S1984-46702014000200003
- Viana, L. F., Suárez, Y. R., & Lima-Junior, S. E. 2013. Influence of environmental integrity on the feeding biology of *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 in the Ivinhema river basin. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, 35(4), 541–548. DOI: 10.4025/actascibiols.v35i4.19497
- Vono, V., Silva, L. G. M., Maia, B. P., & Godinho, H. P. 2002. *Biologia reprodutiva de três espécies simpátricas de peixes neotropicais: Pimelodus maculatus* Lacépede (Siluriformes, Pimelodidae), *Leporinus amblyrhynchus* Garavello & Britski e *Schizodon nasutus* Kner (Characiformes, Anostomidae) do recém-formado Reservatório de Miranda, Alto Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3), 819–826. DOI: 10.1590/S0101-81752002000300020
- Wiggins, G. B. 1996. *Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)*. 2nd ed. Toronto: University of Toronto Press: p.457.
- Winemiller, K. O., Agostinho, A. A., & Caramaschi, E. P. 2008. Fish Ecology in Tropical Streams. In: D. Dudgeon (Eds.), *Tropical Stream Ecology*. pp. 336–346. California: Academic Press.

Submetido em: 16/07/2018

Aceito em: 10/06/2019

Publicado online: 13/06/2019

Editor Associado: Diego Azevedo Zoccal Garcia