



**METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EM PEIXES
(*Astyanax fasciatus*) - ESTUDO NA REPRESA BORTOLAN
(POÇOS DE CALDAS/MG)**

METHODOLOGY FOR MICROPLASTIC IDENTIFICATION IN FISH (*Astyanax fasciatus*) - STUDY IN THE BORTOLAN RESERVOIR (POÇOS DE CALDAS/MG)

Laura Freire Lemos¹; Ana Gabriela Silva Marques¹; Antonio Donizetti Gonçalves de Souza¹

Artigo recebido em: 10/03/2025 e aceito para publicação em: 05/01/2026.

DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v26i1.12526>

Resumo: Os microplásticos são considerados como um tipo de contaminante emergente que têm despertado grande preocupação dos estudiosos e sociedade em geral, sobretudo quando atingem organismos aquáticos e entram em cadeias alimentares. O objetivo deste trabalho foi estabelecer uma metodologia para identificação da presença de microplásticos em peixes da espécie *Astyanax fasciatus*. Para o estudo de caso, foi selecionada a represa Bortolan, localizada em Poços de Caldas (MG). A coleta dos indivíduos foi realizada em um ponto localizado na margem esquerda da represa. No ponto de coleta foram medidas as seguintes variáveis da qualidade da água: temperatura (°C), pH, condutividade elétrica (µS/cm), oxigênio dissolvido (mg/L), sólidos totais dissolvidos (mg/L) e turbidez (NTU). As coletas foram realizadas nos dias 02 e 06 de setembro de 2023. Os peixes coletados foram submetidos as seguintes etapas para a identificação dos microplásticos: a) registro das variáveis biométricas; b) retirada e digestão do trato gastrointestinal; c) filtração do material digerido e d) secagem e observação dos filtros em microscópio óptico. Para a digestão da matéria orgânica (trato intestinal) foi utilizada solução de hidróxido de potássio (KOH 10%) em aquecimento a 60 °C. Após a digestão, as amostras foram filtradas e os filtros observados em microscópio óptico. Os resultados das variáveis de qualidade da água atenderam a Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos enquadrados como Classe 2. As observações em microscopia óptica evidenciaram a presença de microplásticos nos exemplares de *Astyanax fasciatus*, sendo encontradas fibras plásticas com colorações variadas. A metodologia empregada demonstrou resultados adequados para a identificação dos microplásticos nas espécies coletadas, o que evidencia sua aplicação e novos estudos em outros ambientes aquáticos.

Palavras-chave: Microplásticos. Poluição hídrica. Métodos de identificação. Represa Bortolan.

Abstract: Microplastics are considered a type of emerging contaminant that has aroused great concern among scholars and society in general, especially when reach aquatic organisms and enter food chains. The objective of this work was to establish a methodology for identifying the presence of microplastics in fish of the species *Astyanax fasciatus*. For the case study, the Bortolan reservoir was selected, located in Poços de Caldas (MG). The individuals were collected at a point located on the left bank of the reservoir. At the collection point, the following water quality variables were measured: temperature (°C), pH, electrical conductivity (µS/cm), dissolved oxygen (mg/L), total dissolved solids (mg/L) and turbidity (NTU). The collections were carried out on September 2nd and 6th, 2023. The collected fish underwent the following steps to identify microplastics: a) recording biometric variables; b) removal and digestion of the gastrointestinal tract; c) filtration of the material digested and d) drying and observation of the filters under an optical microscope. For the digestion of organic matter (intestinal tract), a potassium hydroxide solution (10% KOH) was used, heated

¹ Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Alfenas, Minas Gerais, Brasil. E-mails: lauraflemoss@gmail.com; anagsmarques@gmail.com; adonizetti@unifal-mg.edu.br

to 60 °C. After digestion, the samples were filtered and the filters were observed under an optical microscope. The results of the water quality variables met CONAMA Resolution 357/2005 for water bodies classified as Class 2. Observations using optical microscopy showed the presence of microplastics in specimens of *Astyanax fasciatus*, with plastic fibers of varying colors being found. The methodology used demonstrated adequate results for the identification of microplastics in the species collected, which highlights its application and new studies and in other aquatic environments.

Keywords: Microplastics. Water pollution. Identification methods. Bortolan Reservoir.

1 INTRODUÇÃO

Os materiais plásticos são utilizados pela indústria em uma gama de produtos por serem materiais poliméricos que, dependendo de sua formulação, podem variar em leveza, durabilidade, transparência, cor, impermeabilidade e flexibilidade. Além disso sua produção gera baixos custos, atendendo a diversos setores do mercado (Montagner *et al.*, 2021).

A grande problemática que permeia o uso do plástico é a pouca degradabilidade do material, com isso a sua permanência na natureza é longa. O descarte inadequado dos mesmos, como em lixões a céu aberto, que constituem a destinação final de resíduos de 28% dos municípios brasileiros, causa diversos danos ao ambiente como poluição visual, impactos na sua química e problemas sanitários (Silva; Santos; Silva, 2013).

O impacto causado por estes artefatos pode afetar ambientes aquáticos e terrestres, além disso, seu potencial de inserção nas cadeias tróficas pode acarretar danos ao ecossistema como um todo.

Os microplásticos também têm o potencial de adsorver compostos altamente tóxicos, como metais pesados e hidrocarbonetos. Por isso, são inúmeros os danos estudados em pesquisas atuais sobre seus efeitos em crustáceos, invertebrados, algas e zooplanktons (Caixeta; Caixeta; Menezes Filho, 2018).

Sabe-se que a ingestão de microplásticos por seres pequenos neste ambiente pode causar a bioacumulação dos componentes, que não são digeridos por seus sistemas digestivos. Os efeitos físicos causados por ele nos organismos permanecem desconhecidos (Oliveira, 2020).

Para Yadav *et al.* (2023), os microplásticos já são materiais encontrados em organismos vivos, como peixes e plânctons. Em sua maioria, apresentam estruturas fibrosas, espumas, pellets, filmes e fragmentos, sendo as fibras as mais comuns.

Os microplásticos são partículas de tamanho entre 1 µm e 5 mm, originados em grande parte através da fragmentação de materiais plásticos descartados na natureza por degradação física, química, ou por fotodegradação. Pela diversidade de composição dos materiais plásticos produzidos na indústria mundial, diferentes tipos de microplásticos podem ser encontrados na natureza (Moruzzi *et al.*, 2020).

Os microplásticos podem ser classificados em primários e secundários. Os primários, partindo de sua origem industrial, tem formato regular, muitas vezes esférico ou fibroso, com superfície uniforme. Já os secundários são produtos de degradação e comumente possuem forma indeterminada. É válido destacar que ambos os tipos podem ser significativamente alterados pelo ambiente (Cverenkárová *et al.*, 2021).

Em relação ao ambiente aquático, os fatores mecânicos são importantes para o entendimento dos impactos que os microplásticos podem ocasionar. As forças de fricção causadas pela movimentação natural da água nos habitats provocam a trituração do material em partículas menores, aumentando a área superficial das partículas do polímero, fator que resulta em uma degradação mais rápida por sua reatividade (Klein *et al.*, 2017).

Por seu tamanho, os microplásticos são facilmente ingeridos e se movem pela cadeia alimentar, persistindo no meio ambiente por sua difícil degradação. Em adição, considerando os tamanhos de nível micro a nano, é possível afirmar que é virtualmente impossível a sua remoção depois de inseridos no ambiente (Lee *et al.*, 2023).

Os microplásticos estão acessíveis para uma gama de espécies aquáticas, principalmente para os peixes. Algumas espécies são mais propensas a sua ingestão como peixes filtradores e comedores de sedimentos. Os efeitos a estes organismos podem variar desde a interrupção de funções biológicas até a letalidade.

Após a ingestão, os microplásticos pode desencadear as seguintes consequências para os peixes: a) danos físicos como bloqueios intestinais, através do acúmulo do material no trato gastrointestinal, b) interrupção da transferência de energia dos organismos através da liberação como pseudofezes e c) exposição de órgãos e tecidos internos por meio da transferência dele dentro do corpo (Bhuyan, 2022).

Existem evidências que indicam que os microplásticos podem atravessar a parede intestinal, sendo translocados para outros tecidos do corpo. Não são conhecidas as consequências desse deslocamento, mas é possível indicar o grande potencial que pode ser causado através da sua transferência trófica na cadeia alimentar. Assim, caso seja ingerido pelo nível inferior de organismos, pode ser desencadeada uma acumulação adicional ao longo das cadeias alimentares (Horton *et al.*, 2017).

A caracterização de microplásticos pode ser efetuada por meio de isolamento, identificação e quantificação. O método mais aplicado inicialmente é a inspeção visual, onde fragmentos de plástico colorido podem ser visualizados a olho nu, porém isso só é possível para partículas no intervalo de 2 a 5 mm (Peñalver *et al.*, 2020).

Nas análises realizadas em um levantamento feito por Olivatto *et al.* (2018), foi evidenciado que grande parte dos microplásticos encontrados no meio biótico foram detectados através de auxílio de lupas e microscópios.

Com relação a metodologias de identificação de microplásticos em peixes, existem vários estudos que apresentam diferentes protocolos de análises. Geralmente a identificação inicia-se pela digestão das partes moles dos indivíduos e posterior identificação visual em microscopia.

A digestão envolve o uso de bases, tais como hidróxido de sódio (NaOH), hidróxido de potássio (KOH), ácidos, como ácido nítrico (HNO₃) ou de oxidantes como o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) (Soares, 2022).

A identificação visual em microscopia óptica tem sido utilizada em muitos estudos, pois é uma forma rápida, relativamente barata, podendo ser conduzida sem a necessidade de pessoal técnico adicional e com uso menor de material de consumo em laboratórios. (Lusher *et al.* 2017; Clere, *et al.*, 2022).

Neste contexto, Dhimmer (2017) e Luz (2018) utilizaram um protocolo para a identificação de microplásticos em peixes com resultados satisfatórios.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer uma metodologia para identificação da presença de microplásticos em peixes da espécie *Astyanax fasciatus* (lambari da cauda vermelha). Para o estudo de caso foi selecionada a represa Bortolan, localizada em Poços de Caldas (MG).

2 MATERIAL E MÉTODOS

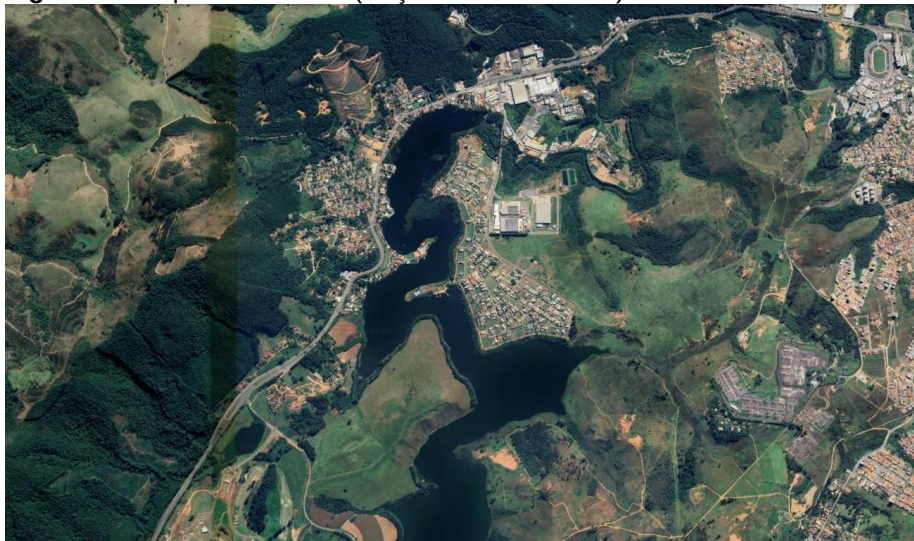
2.1 Área de estudo

A represa Bortolan foi inaugurada em 1956, sendo considerada a principal represa do município. A área de drenagem da represa é de 3,54 km² e um volume de 7,00 milhões de m³. Atualmente seu uso é destinado para a geração de energia elétrica, além de atividades turísticas, para recreação e navegação (DME Poços de Caldas, 2023).

A represa está inserida na bacia hidrográfica do rio Ribeirão das Antas, que desempenha um papel significativo no município, drenando uma extensa porção dos territórios dos municípios de Poços de Caldas e Andradas. Essas águas contribuem diretamente para a bacia do Rio Pardo, um afluente imediato da vasta bacia hidrográfica do Rio Grande, que integra a bacia do Rio Paraná (Figura 1).

Segundo Devesa *et al.* (2017), o entorno da represa tem sofrido um processo de aumento de ocupação urbana que potencializado o lançamento de efluentes domésticos, industriais e agropecuários nos tributários direto do reservatório.

Figura 1 – Represa Bortolan (Poços de Caldas-MG)

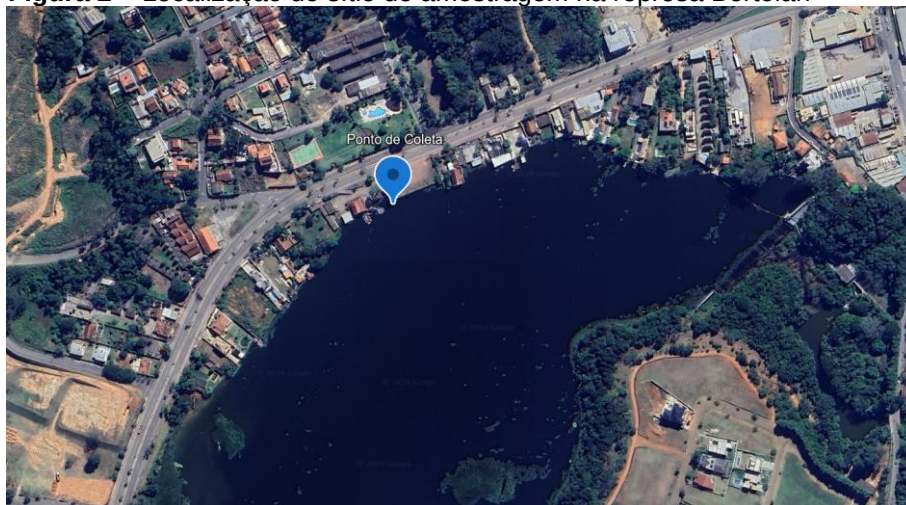


Fonte: Google Earth. Data da imagem: 30/04/2024.

2.2 Coleta de *Astyanax fasciatus*

A coleta dos indivíduos de peixes de *Astyanax fasciatus* (lambari de cauda vermelha) foi realizada em um ponto localizado na margem esquerda da represa, próximo à barragem, nas coordenadas geográficas 21°46'52" S e 46°38'10" W (Figura 2).

Figura 2 – Localização do sítio de amostragem na represa Bortolan



Fonte: Google Earth. Data da imagem: 30/04/2024.

No ponto de coleta foram realizadas medidas de variáveis da qualidade da água. Para estas medidas foi utilizado equipamento multiparâmetro HORIBA, modelo U-52 G medindo-se as seguintes variáveis: temperatura (método termistor, de -10 a 55°C $\pm$ 0,3°C), pH (método de eletrodo de vidro, de 0,0 a 14,0 $\pm$ 0,1 pH), condutividade elétrica (método do eletrodo 4AC, de 0,0 a 100,0 μ S/cm $\pm$ 0,1 %), oxigênio dissolvido (método polarográfico, de 0,0 a 50,0 mg/L $\pm$ 0,2 mg/L), sólidos totais dissolvidos (conversão de condutividade, de 0,0 a 100,0 g/L $\pm$ 5,0 g/L) e turbidez (fonte de luz LED, de 0,0 a 800,0 NTU $\pm$ 1,0 NTU).

As coletas e medidas da qualidade da água foram realizadas no mês de setembro de 2023, sendo coletados 15 indivíduos de peixes no dia 02 de setembro e 25 no dia 06 de setembro de 2023.

2.3 Identificação dos microplásticos

Os peixes coletados foram divididos em 04 grupos com 10 indivíduos cada, estes grupos foram submetidos as seguintes etapas para a identificação dos microplásticos: a) registro das variáveis biométricas (massa e comprimento); b) retirada e digestão do trato gastrointestinal; c) filtração do material digerido e d) secagem e observação dos filtros em microscópio óptico.

Foram selecionados espécimes de comprimento entre 5,0 e 10,0 cm, que correspondem a indivíduos de pequeno porte, abundantes no reservatório.

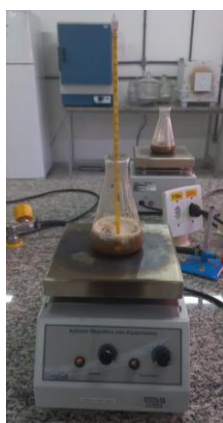
A relação entre a massa total (Wt) e o comprimento total (Lt) foi utilizada para caracterizar estruturalmente os indivíduos coletados a Equação 01 (Vilella; Manoel; Souza, 2009).

$$Wt = a.Lt^b \quad (01)$$

Onde: *a* é constante e *b* é um valor característico para cada espécie, e geralmente constante, tendendo a assumir valores próximos a 3, 0.

A digestão da matéria orgânica (trato intestinal) em cada grupo ocorreu utilizando 15 mL de solução de hidróxido de potássio, KOH 10% (m/v) seguida de aquecimento a 60 °C, sob agitação, durante 30 minutos, metodologia adaptada de Dhimmer (2017) e Luz (2018). Após a digestão, as amostras foram filtradas e os filtros colocados em placas de Petri para secagem durante 24 horas (Figura 3). Após a secagem, os filtros foram observados em microscópio óptico Olympus BX41 com 400 vezes de aumento.

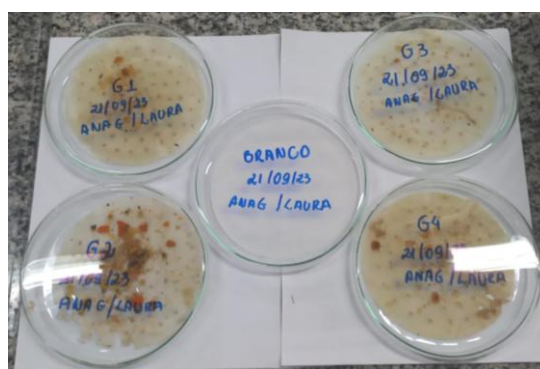
Figura 3 - Etapas de digestão (a), filtração (b) e secagem dos filtros (c) para identificação dos microplásticos



a



b



c

Fonte: autores (2023).

Para o controle, visando verificar contaminação durante o processo de digestão e filtração, foi utilizada 15 mL da solução de KOH e completado com água destilada para um volume final de 50 mL.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis da qualidade da água medidos no ponto de coleta estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das variáveis da qualidade da água no ponto de coleta dos peixes (valores médios e desvios-padrão)

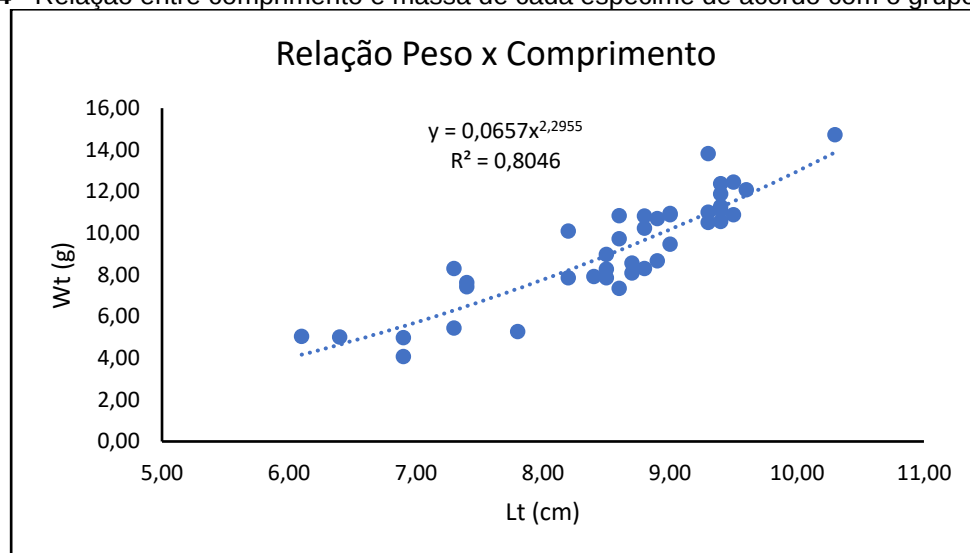
Temperatura (°C)	pH	Condutividade (μS/cm)	Turbidez (NTU)	OD (mg/L)	STD (mg/L)
23,07 ± 1,27	8,08 ± 0,54	49,50 ± 0,50	18,45 ± 10,15	7,14 ± 0,79	32,00 ± 0,00

Fonte: autores (2023).

As variáveis da qualidade da água apresentaram resultados que atendem a Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos enquadrados como Classe 2. O valor médio de oxigênio dissolvido (7,14 mg/L) indica solubilidade adequada à vida aquática superior.

A relação entre a massa total e comprimento dos indivíduos coletados estão representados na Figura 4. A média da massa dos indivíduos coletados foi de 9,30 gramas.

Figura 4 - Relação entre comprimento e massa de cada espécime de acordo com o grupo amostral



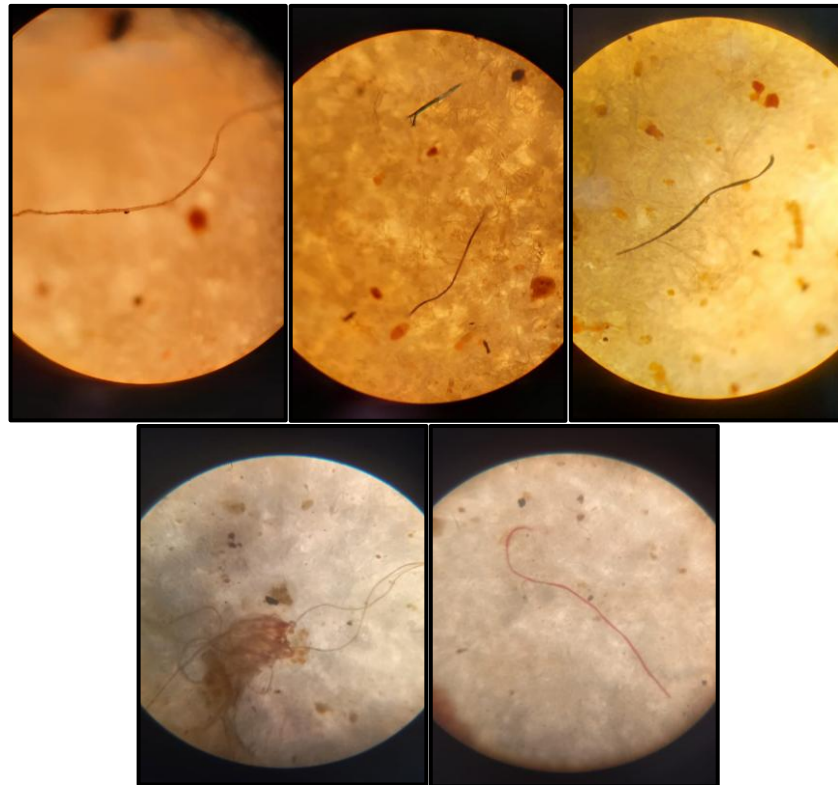
Fonte: autores (2023).

A curva da relação massa e comprimento se mostrou condizendo com dados da literatura.

Os resultados da identificação dos microplásticos encontrados nos tratos gastrointestinais dos peixes encontram-se na Figura 5.

As observações em microscopia óptica evidenciaram a presença de microplásticos nos exemplares de *Astyanax fasciatus*, sendo encontradas fibras plásticas com colorações variadas. Foram identificadas 11 fibras de microplásticos no total de 40 indivíduos de peixes analisados, obtendo-se uma densidade de 0,275 fibras/indivíduo.

Figua 5 – Campos de observação do material filtrado (aumento: 400x)



Fonte: autores (2023).

Paiva (2024) e Oliveira, Correa e Smith (2020) realizam levantamento de microplásticos de várias espécies de peixes na bacia do Rio Sorocaba (SP) e detectaram a presença fragmentos plásticos, variando de 1,0 a 3,0 mm em espécimes de *Astyanax fasciatus*.

Santos *et al.* (2020) investigando a presença de microplásticos em outra espécie de lambari (*Astyanax lacutris*), também encontraram alta incidência de fibras e fragmentos destes peixes num trecho do médio Rio Uruguai.

Segundo Andrady (2017), as fibras se caracterizam entre os tipos mais comuns de resíduos microplásticos encontrados em ambientes naturais.

Para Luz (2018), a microfibras plásticas podem ser geradas a partir de ambientes externos como é o caso de têxteis destinados à pesca (linhas e cordas) e aquicultura, produtos sanitários e geotêxtis, como podem também partir de ambientes internos, como é o caso de lavanderias comerciais e atividades domésticas, tanto na limpeza de

residências com auxílio de materiais têxteis e descarte de água de limpeza de residências, como na lavagem de roupas com uso de lavadoras domésticas.

Os peixes são os organismos mais afetados pelas partículas plásticas existentes nos sistemas hídricos, sendo que a ingestão pode ocorrer intencionalmente, pois são confundidas com pequenas partículas de alimento suspensas na coluna d'água, acidentalmente, quando são ingeridas com o alimento ou até mesmo preferencialmente (Pinheiro; Oliveira; Vieira, 2017).

Banaee *et al.* (2025) destacam que os peixes tem um importante papel nos processos de bioacumulação de microplásticos, pois este tipo de poluente pode provocar danos à saúde dos peixes e aos humanos que os consomem devido a intensificação destes compostos à medida que sobem na cadeia alimentar.

Quanto aos possíveis efeitos destas fibras nos peixes coletados, Silva *et al.* (2020) estudando os efeitos ecotoxicológicos de microplásticos em outra espécie de lambari do gênero *Astyanax* (*Astyanax lacustres*) encontraram alterações histopatológicas danosas nos tecidos estomacal e intestinal destes peixes.

Os espécimes de *Astyanax fasciatus* de pequeno porte utilizados neste estudo se mostraram adequados para a identificação dos microplásticos. Guido *et al.* (2023) em um trabalho de revisão reportam que vários estudos mostraram que os peixes de pequeno porte são os que mais acumulam microplásticos em seu organismo comparado aos peixes de grande porte.

A espécie utilizada neste estudo, *Astyanax fasciatus*, é apontada como um bioindicador e os resultados deste demonstraram que há um nível de contaminação por microplásticos no reservatório, o que indica que provavelmente as outras matrizes deste sistema, água e sedimento, também podem estar comprometidos, evocando a necessidade de novos estudos neste corpo hídrico (Schulz; Martins-Junior, 2001).

A metodologia utilizada se mostrou adequada na identificação dos microplásticos, pois não envolveu grande aparato experimental e equipamentos sofisticados, o que indica um potencial de utilização em outros ambientes aquáticos.

4 CONCLUSÕES

Os resultados das variáveis de qualidade da água atenderam a Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos enquadrados como Classe 2.

As observações em microscopia óptica evidenciaram a presença de microplásticos nos exemplares de *Astyanax fasciatus*, sendo encontradas fibras plásticas com colorações variadas.

A metodologia empregada demonstrou resultados adequados para a identificação dos microplásticos nas espécies coletadas, o que evidencia sua aplicação e novos estudos em outros ambientes aquáticos.

Os resultados do trabalho podem indicar diretrizes à novos estudos a serem realizados tendo como foco outros compartimentos do reservatório, tais como a água e o sedimento, visando o melhor entendimento da integração e caminho destes poluentes no ecossistema aquático em questão.

O presente trabalho pode também subsidiar os gestores locais na implementação de um futuro programa de monitoramento da qualidade da água e biomonitoramento de microplásticos no reservatório.

REFERÊNCIAS

- ANDRADY, A. L. The plastic in microplastics: A review. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 119, n. 1, p. 12–22, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.082>
- BANAEE, M. *et al.* Environmental toxicology of microplastic particles on fish: A review. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, [s. l.], v. 287, Jan. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2024.110042>
- BHUYAN, S. Effects of Microplastics on Fish and in Human Health. **Frontiers in Environmental Science**, [s. l.], v. 10, p. 1-17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.827289>
- CAIXETA, D.; CAIXETA, F.; MENEZES FILHO, F. Nano e microplásticos nos ecossistemas: impactos ambientais e efeitos sobre os organismos. **Enciclopédia Biosfera**, [s. l.], v. 15, n. 27, p. 19-34, 2018. DOI: https://doi.org/10.18677/encibio_2018a92
- CLERE, I. K. *et al.* Quantification and characterization of microplastics in commercial fish from southern New Zealand. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 184, p. 1-10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114121>
- CVERENKÁROVÁ, K. *et al.* Microplastics in the Food Chain. **Life**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 1349, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/life11121349>
- DEVEZA, B. L. *et al.* Influência dos aguapés *Eichhornia crassipes* como planta fitorremediadora na água da represa Bortolan em Poços de Caldas. In: CONGRESSO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 14., 2017, Poços de Caldas. **Anais [...]**. Poços de Caldas, 2017.
- DHIMMER, V. R. **Microplastics in gastrointestinal tracts of *Trachurus trachurus* and *Scomber colias* from the Portuguese Coastal Waters**. 2017. 33 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2017.
- DME POÇOS DE CALDAS. **Represa Bortolan**. Poços de Caldas, 2023. Disponível em: <http://www.dme-pc.com.br/noticias/saladeimprensa/19-empreendimentos/dme-energetica-s-a/229-represa-bortolan>. Acesso em: 16 out. 2023.
- GUIDO, J. A. *et al.* Presença e danos causados por microplásticos em organismos aquáticos. In: SUSTENTARE & WIPIS - WORKSHOP INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, 5., 2023, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: PUC/Campinas, EESC-USP, 2023.

HORTON, A. A. *et al.* Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. **Science of the total environment**, [s. l.], v. 586, p. 127-141, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190>

KLEIN, S. *et al.* Analysis, Occurrence, and Degradation of Microplastics in the Aqueous Environment. *In*: WAGNER, M.; LAMBERT, S. (ed.). **Freshwater Microplastics: Emerging Environmental Contaminants?** Cham: Springer, 2017. v. 58, p. 51-67.

LEE, Y *et al.* Health Effects of Microplastic Exposures: current issues and perspectives in South Korea. **Yonsei Medical Journal**, [s. l.], v. 64, n. 5, p. 301-308, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3349/ymj.2023.0048>

LUSHER, A. L. *et al.* Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. **Analytical Methods**, [s. l.], v. 9, p. 1346-1360, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1039/c6ay02415g>

LUZ, J, A. **Caracterização de microplásticos em conteúdo de tratos gastrointestinais de peixes do estuário do Rio Tramandaí - litoral norte do Rio Grande do Sul através de digestão de tecidos biológicos**. 2018. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MONTAGNER, C. *et al.* Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química Nova**, Campinas, v. 44, n. 10, p. 1328-1352, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170791>

MORUZZI, R. B. *et al.* Stormwater detention reservoirs: an opportunity for monitoring and a potential site to prevent the spread of urban microplastics. **Water**, [s. l.], v. 12, n. 7, p. 1994, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12071994>

OLIVATTO, G. P. *et al.* Microplastics: contaminants of global concern in the anthropocene. **Revista Virtual de Química**, Niterói v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018.

OLIVEIRA, B. L. M. C. **Quantificação e distribuição vertical de microplásticos na coluna d'água em represa urbana**. 2020. 49 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2020.

OLIVEIRA, C. W. S.; CORREA, C. S.; SMITH, W, S. Food ecology and presence of microplastic in the stomach content of neotropical fish in an urban river of the upper Paraná River Basin. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 15 n. 4, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2551>

PAIVA, F. C. **Microplástico em conteúdo estomacal e brânquias de peixes de água doce: a bacia hidrográfica como unidade de estudo**. 2024. 80 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Pesca) – Instituto de Pesca, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, 2024.

PEÑALVER, R. *et al.* An overview of microplastics characterization by thermal analysis. **Chemosphere**, [s. l.], v. 242, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125170>

PINHEIRO, C.; OLIVEIRA, U.; VIEIRA, M. Occurrence and impacts of microplastics in freshwater fish. **Journal of Aquaculture & Marine Biology**, [s. l.], v. 5, n. 6, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15406/jamb.2017.05.00138>

SANTOS, T. *et al.* First record of microplastics in two freshwater fish species (*Iheringthys labrosus* and *Astyanax lacustris*) from the middle section of the Uruguay River, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 32, e26, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2179-975X3020>

SCHULZ, U. H.; MARTINS-JUNIOR, H. *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of Rio dos Sinos, RS, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, SP, v. 61, n. 4, p. 615-622, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842001000400010>

SILVA, C. O.; SANTOS, G. M.; SILVA, L. N. A degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas: estudo de caso. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 13, n. 13, p. 2683-2689, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/223611708248>

SILVA, *et al.* Interação entre microplástico e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e os efeitos desta sobre a histopatologia estomacal e intestinal da espécie neotropical *Astyanax lacustres*. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO, 9., 2020, Santos. **Anais [...]**. Santos (SP): Universidade Santa Cecília, 2020.

SOARES, P. L. **Avaliação da ingestão de microplásticos por peixes**: uma comparação entre metodologias. 2022. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2022.

VILELLA, M. J. A; MANOEL, L.O; SOUZA, M. F. **Relação peso e comprimento das espécies de peixes abundantes na pesca no reservatório de Porto Primavera (UHE Engº. Sérgio Motta), Alto Rio Paraná**. Departamento de Ciências Naturais, UFMS/Campus Três Lagoas, Três Lagoas, 2009.

YADAV, S. *et al.* Recent analytical techniques, and potential eco-toxicological impacts of textile fibrous microplastics (FMPs) and associated contaminants: a review. **Chemosphere**, [s. l.], v. 326, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138495>