



NATASHA FERREIRA VALSONI BINLER

**QUANTIFICAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EM
SEDIMENTOS E EM CAMARÕES DA ESPÉCIE
Macrobrachium amazonicum HELLER, 1862 (DECAPODA:
PALAEMONIDAE) PRESENTES NA REPRESA DO FUNIL
(IJACI-MG)**

**LAVRAS-MG
2023**

NATASHA FERREIRA VALSONI BINLER

**QUANTIFICAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EM SEDIMENTOS E EM CAMARÕES
DA ESPÉCIE *Macrobrachium amazonicum* HELLER, 1862 (DECAPODA:
PALAEMONIDAE) PRESENTES NA REPRESA DO FUNIL (IJACI-MG)**

TCC apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Bacharelado.

Profa. Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno
Orientadora

Ma. Mirella Bisso Alonso
Coorientadora

LAVRAS-MG

2023

NATASHA FERREIRA VALSONI BINLER

**QUANTIFICAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EM SEDIMENTOS E EM CAMARÕES
DA ESPÉCIE *Macrobrachium amazonicum* HELLER, 1862 (DECAPODA:
PALAEMONIDAE) PRESENTES NA REPRESA DO FUNIL (IJACI-MG)**

**QUANTIFICATION OF MICROPLASTICS BY SEDIMENTS AND SHRIMPS OF
THE SPECIES *Macrobrachium amazonicum* HELLER, 1862 (DECAPODA:
PALAEMONIDAE) PRESENT IN FUNIL RESERVE (IJACI-MG)**

TCC apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Bacharelado.

APROVADA em 15/02/2023
Prof. Dr. Júlio Neil Cassa Louzada
Ma. Rayssa Karolina Ferreira Borges



Profa. Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno
Orientadora



Ma. Mirella Bisso Alonso
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2023**

*À minha bisavó Cleia, por sempre acreditar em meu
potencial e ser o meu maior exemplo de vida.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha bisavó Cleia, por ser meu exemplo de vida, responsável pela construção do meu caráter e por sempre ter acreditado e investido no meu futuro. Sem ela eu não teria chegado até aqui hoje. Obrigada por todo amor, apoio, conselhos e aprendizados passados durante toda a minha vida que construíram o meu eu.

Ao meu tio Daniel, por sempre estar ao meu lado, me amparando com palavras de sabedoria e não me permitindo desistir. Obrigada por, junto à vó, sempre me incentivar a ir atrás dos meus sonhos.

Ao meu pai Alexandre e ao meu tio Gordinho, por todo suporte nessa caminhada, por todos os conselhos, por sempre acreditarem no meu potencial e me ajudarem em muitas situações.

A minha mãe, por toda coragem.

A minha tia Solange, por mesmo que tão distante, estar sempre tão presente e pronta pra me oferecer palavras de apoio, afeto e sabedoria.

Ao meu companheiro: Yago, por todo suporte, todo colo e por ter me oferecido toda ajuda possível nesses últimos anos em Lavras, em especial nos últimos meses. Obrigada por todo amor e por me permitir caminhar ao seu lado.

As minhas amigas, Vi, Lelé e Mewi, por serem minhas irmãs de alma, e estarem sempre ali em todos os momentos, felizes e de crise, com os melhores abraços e conselhos.

As minhas amigas, Rafa e Rere, por serem as irmãs mais velhas que Lavras me deu e sempre me acolherem com muito amor em suas vidas.

A minha amiga Gabriela, por partilhar comigo momentos e aventuras incríveis, experiências únicas de muito crescimento e aprendizado. Sou feliz por ter vivido tudo isso ao seu lado.

As minhas amigas e parceiras de turma, Ana, Aris e Gabi, por sempre me oferecerem apoio durante todos esses anos de graduação.

Ao Grupinho do Bom Dia, por proporcionarem os meus melhores momentos da vida universitária e formarem essa grande família que somos hoje.

A professora Alessandra, por todos esses anos de orientação em minha trajetória da UFLA (ainda quando eu não era sua orientada). Obrigada por ser essa mãezona, por toda paciência, carinho e ensinamentos. Saiba que seu apoio foi crucial para minha formação.

Ao laboratório de Carcinologia pela amizade e parceria. Em especial à Mi, por toda ajuda durante esses anos, por sempre me incentivar e não me deixar desistir, principalmente nesses últimos meses. Mi, muito obrigada por tudo. Sem você eu não teria conseguido.

Ao NEBM, por ser fonte de tanto aprendizado e me proporcionar oportunidades maravilhosas. Obrigada por me abrir portas e mostrar que estou no caminho certo.

Ao professor Júlio e a Rayssa, por terem aceitado compor minha banca do TCC. Muito obrigada pela disponibilidade e contribuições.

A UFLA, em especial ao departamento de Ecologia e Conservação, pela minha formação e oportunidade de crescimento profissional e pessoal.

A todos, muito obrigada por todo amor e apoio!

RESUMO

Com o aumento da urbanização, atrelado ao consumo exagerado e a má gestão de resíduos sólidos, os lixos plásticos tornaram-se um grande problema para o meio ambiente. Os microplásticos, primários ou secundários, estão presentes tanto nos oceanos quanto em rios e lagos, sobretudo associados aos sedimentos, impactando principalmente os organismos bentônicos, como os camarões. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi verificar a presença de microplástico no sedimento e nos estômagos dos camarões da espécie *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) presentes na Represa do Funil, localizada em Ijaci, município de Minas Gerais. As coletas foram realizadas mensalmente de agosto de 2021 a março de 2022. Os lixos, sedimentos e camarões foram coletados manualmente por uma pessoa, armazenados e destinados às análises no Laboratório de Carcinologia da UFLA. Os lixos foram contabilizados e classificados quanto a sua matéria prima. Os sedimentos foram secos, pesados e padronizados em 3 amostras com 15g cada por mês de coleta, para posterior triagem visual em estereomicroscópio, na qual os microplásticos encontrados foram classificados em coloridos e transparentes. Os dados dos camarões foram cedidos pela coorientadora. Os estômagos foram retirados e abertos, e todo conteúdo estomacal foi armazenado em lâminas para posterior análise microscópica da presença de microplásticos nos mesmos, os quais foram classificados em coloridos e transparentes, assim como nos sedimentos. Dentre todos os materiais coletados, o lixo plástico foi predominante em todos os meses de coleta, sendo março o mês com maior incidência. Para análise descritiva dos microplásticos presentes nos sedimentos e nos estômagos dos camarões, foi calculada a média e desvio padrão. Nos sedimentos, agosto foi o mês com os maiores índices de microplásticos coloridos e novembro foi o menor. Para os microplásticos transparentes, outubro apresentou as maiores quantidades e agosto as menores. Os meses de agosto e janeiro apresentaram as maiores frequências de ocorrência de microplásticos nos estômagos dos camarões. Observando as quantidades de microplásticos presentes nos estômagos, para os microplásticos coloridos, janeiro apresentou os maiores índices, enquanto agosto apresentou os menores. Já para os microplásticos transparentes, o mês com maior média foi outubro e o menor foi novembro. Foi observada uma forte correlação positiva entre as quantidades de microplásticos presentes nos sedimentos e nos estômagos dos camarões. Considerando que os trabalhos sobre a presença de microplásticos nos ambientes aquáticos dulcícolas ainda são escassos, espera-se que os resultados obtidos neste trabalho auxiliem no conhecimento a respeito da presença de microplástico nos ambientes de água doce do estado de Minas Gerais, bem como a presença dos mesmos nos organismos da espécie *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862).

Palavras-chave: Lixo. Microplásticos. Água doce. Sedimentos. Camarões.

ABSTRACT

With the increase in urbanization, linked to excessive consumption and poor management of solid waste, plastic waste has become a major problem for the environment. Microplastics, primary or secondary, are present both in the oceans and in rivers and lakes, mainly associated with sediments, mainly impacting benthic organisms, such as shrimp. That way, the objective of this work was to verify the presence of microplastic in the sediment and in the stomachs of the shrimp of the species *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) present in the Represa do Funil, located in Ijaci, municipality of Minas Gerais. Collections were carried out monthly from August 2021 to March 2022. Trash, sediments and shrimp were collected manually by one person, stored and sent for analysis at the UFLA Carcinology Laboratory. The trash was counted and classified according to its raw material. The sediments were dried, weighed and standardized in 3 samples with 15g each per month of collection, for later visual screening in a stereomicroscope, in which the microplastics found were classified as colored and transparent. Shrimp data were provided by the co-advisor. The stomachs were removed and opened, and all stomach contents were stored on slides for later microscopic analysis of the presence of microplastics in them, which were classified as colored and transparent, as well as in the sediments. Among all the materials collected, plastic garbage was predominant in all months of collection, with March being the month with the highest incidence. For descriptive analysis of microplastics present in sediments and shrimp stomachs, mean and standard deviation were calculated. In the sediments, August was the month with the highest levels of colored microplastics and November was the lowest. For transparent microplastics, October had the highest amounts and August the lowest. The months of August and January showed the highest frequencies of occurrence of microplastics in shrimp stomachs. Observing the amounts of microplastics present in the stomachs, for colored microplastics, January had the highest rates, while August had the lowest. As for transparent microplastics, the month with the highest average was October and the lowest was November. A strong positive correlation was observed between the amounts of microplastics present in sediments and shrimp stomachs. Considering that studies on the presence of microplastics in freshwater environments are still scarce, it is expected that the results obtained in this work will help in the knowledge regarding the presence of microplastics in freshwater environments in the state of Minas Gerais, as well as the presence of the same in the organisms of the species *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862).

Keywords: Trash. Microplastics. Freshwater. Sediments. Shrimp.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1 Área de estudo.....	11
2.2 Amostragem.....	12
2.3 Análises laboratoriais.....	14
2.4 Análise de dados.....	18
3. RESULTADOS.....	18
3.1 Lixos.....	18
3.2 Sedimentos.....	20
3.3 Estômago dos camarões.....	23
3.4 Correlação.....	27
4. DISCUSSÃO.....	31
4.1 Lixos.....	31
4.2 Sedimentos.....	32
4.3 Estômago dos camarões.....	34
4.4 Correlação.....	37
5. CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Após a Revolução Industrial, muito se discute sobre os impactos causados ao meio ambiente pelas atividades antrópicas, como, por exemplo, a poluição. Com o constante aumento da industrialização junto ao crescimento das áreas urbanas, desenvolveram-se também hábitos cotidianos de consumo exagerado, responsáveis pela contínua produção de lixo nos centros urbanos (MUCELIN; BELLINI, 2008). Substâncias e materiais de diversas origens são introduzidos no meio ambiente devido a má gestão dos resíduos sólidos, contribuindo para a contaminação de diferentes ecossistemas. O descarte inadequado de lixos e de esgotos domésticos ou industriais, tratados ou não, são exemplos de fontes pontuais de poluição dos ambientes aquáticos. Essas atividades contribuem para o acúmulo de uma série de substâncias e elementos químicos na água, que causam mudanças nas características do meio físico e geram diferentes impactos sobre a biota (SODRÉ, 2012).

Dentre todos os fatores causadores de poluição, a grande utilização do plástico tornou-se o principal desde o início do século XX, pois este começou a ser produzido em larga escala e atua como matéria prima de diversos produtos devido a sua versatilidade, alta resistência, durabilidade e, principalmente, seu baixo custo de produção (MACEDO *et al.*, 2012). Apesar de apresentar diversas vantagens econômicas, o uso exacerbado e insustentável, associado ao descarte inadequado de resíduos plásticos, apresenta-se como uma crescente calamidade mundial devido ao seu longo processo de decomposição e permanência nos ecossistemas podendo, dessa forma, impactar, além dos oceanos, lagos, rios e águas costeiras (GRIBOFF *et al.*, 2018). No entanto, sua durabilidade, considerada um benefício industrial, atua como um alarmante malefício ao meio ambiente, tendo em vista seu longo processo de decomposição, que pode levar até 450 anos segundo a World Wide Fund for Nature (WWF).

Uma das principais consequências da decomposição do plástico é a origem dos microplásticos, partículas plásticas de 0,1mm a 5 mm, que atuam como captadores de POP 's (Poluentes Orgânicos Persistentes), compostos extremamente nocivos e tóxicos. O microplástico pode apresentar origem primária, quando feito pelo homem para o uso nas indústrias, como em pellets de resina (matéria-prima para a produção de produtos plásticos), componentes de produtos de higiene pessoal (por exemplo, esfoliantes e pastas de dente), roupas e tintas acrílicas (BELO *et al.*, 2021; WAGNER, 2014), ou origem secundária, quando originado a partir da fragmentação de plásticos maiores por fatores bióticos ou abióticos. A utilização desses produtos no dia-a-dia faz com que eles sejam despejados nos cursos hídricos

através dos efluentes domésticos, gerando um acúmulo extensivo de plásticos nos ecossistemas aquáticos.

As fontes de água doce, como os rios e lagos, são um dos recursos naturais mais essenciais para a garantia da vida na Terra. Tendo em vista a necessidade do consumo de água potável pela população, a contaminação dos ecossistemas de água doce por microplásticos torna-se extremamente relevante do ponto de vista da saúde pública humana. Durante todo o percurso, até chegar aos ambientes aquáticos, o plástico se quebra em pedaços cada vez menores e, dessa forma, é facilmente dispersado pela coluna d'água ou associado aos sedimentos desses ecossistemas. Segundo Olivatto (2018), geralmente os microplásticos de baixa densidade encontram-se na superfície devido à sua alta fluotabilidade, enquanto os de alta densidade são encontrados nas profundezas, sendo estes mais resistentes devido a formação de biofilmes que dificultam a sua degradação.

Associados aos sedimentos, os microplásticos podem ser facilmente ingeridos pelos organismos aquáticos como, por exemplo, os camarões. Estes desempenham um papel trófico significativo para os ambientes aquáticos, pois são importantes consumidores e servem de recurso alimentar para outros organismos, como répteis, peixes e humanos, atuando como espécie-chave no funcionamento do seu habitat (DA CRUZ *et al.*, 2021). Devido à sua importância para o ecossistema, torna-se extremamente importante o desenvolvimento de estudos a fim de analisar os impactos causados pelo microplástico aos camarões, visto que a ingestão de microplásticos pode afetar a saúde dos mesmos, causando complicações como a falsa sensação de saciedade e, conseqüentemente, a inanição. Ademais, os microplásticos são substâncias bioacumulativas, ou seja, substâncias que se acumulam ao longo de diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar. Logo, ao serem ingeridos pelos camarões, podem facilmente chegar até a dieta humana (BELO *et al.*, 2021).

Apesar de existirem muitos estudos sobre os plásticos e microplásticos nos ambientes marinhos, pouco se sabe sobre a presença dos mesmos em ambientes dulcícolas, tanto na coluna d'água quanto no sedimento, bem como na dieta de organismos, principalmente os camarões. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar a presença de microplástico no sedimento e nos estômagos dos camarões da espécie *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) presentes na Represa do Funil, localizada em Ijaci, município de Minas Gerais. Para isso, testamos as seguintes hipóteses: 1) Haverá relação entre a quantidade de lixo plástico coletado no local amostral com a quantidade de microplástico encontrado no sedimento do mesmo, uma vez que a decomposição do plástico gera o que chamamos de microplásticos secundários; 2) Haverá relação entre a quantidade de lixo plástico coletado no local amostral e

a quantidade de microplástico presente nos estômagos dos camarões, uma vez que os camarões também podem ingerir os microplásticos que estejam presentes em outros compartimentos do habitat aquático e, por fim, 3) Haverá relação entre a quantidade de microplástico presente no sedimento e nos estômagos dos camarões, uma vez que os camarões podem ingerir os microplásticos presentes no sedimento. Esperamos que os resultados deste trabalho contribuam para a compreensão da existência dessa fonte de poluição em ambientes aquáticos dulcícolas, bem como nos estômagos dos camarões da região sul de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no período de agosto de 2021 a março de 2022 no município de Ijaci, sul do estado de Minas Gerais. As coletas foram realizadas em um sítio localizado na Represa do Funil, a $21^{\circ} 08' 34.7''$ S $44^{\circ} 58' 44.0''$ W (FIGURA 1). A Represa do Funil situa-se no alto do Rio Grande, entre o reservatório de Furnas e a barragem de Itutinga (MURGAS *et al.*, 2018). Os principais afluentes do rio Grande que são inundados pelo reservatório são os rios das Mortes e o Capivari (COELHO; PEREIRA, 2011).

Figura 1 - Imagem de satélite da área de estudo.



Fonte: Google Earth (2017).

Construída no ano de 2002, a Barragem do Funil é um dos 12 reservatórios do rio Grande, sendo a barragem localizada a 950 km de sua foz, entre os municípios de Lavras e Perdões, trecho este que costumava ser um dos seus remanescentes de fluxo livre mais longos do Rio Grande (ALVES, SILVA e GODINHO, 2007; COELHO; PEREIRA, 2011) (FIGURA 2). A criação da Usina levou à inundação de áreas pertencentes aos municípios de Bom Sucesso, Ibituruna, Ijaci, Itumirim, Lavras e Perdões (ROSSI *et al.*, 2020) e áreas que antes eram utilizadas para atividades de agricultura e pecuária foram substituídas por residências e estabelecimentos comerciais que visam desenvolver atividades de lazer e turismo, tornando-se cada vez mais urbanizadas.

Figura 2 - Mapa representando a localização da Barragem do Funil na Bacia do Rio Grande.



Fonte: IDE Sisema, 2023.

2.2 Amostragem

Todas as amostras (lixo, sedimento e camarões) foram coletadas em um transecto de, aproximadamente, 20 metros ao longo da margem da represa (FIGURA 3). As amostras de lixo foram coletadas manualmente por uma pessoa e armazenadas em sacos de lixo catalogados de acordo com o mês de coleta.

Figura 3 - Margem da represa (local de amostragem).



Fonte: Da autora (2022).

Para a coleta das amostras do sedimento da represa, foi padronizado a quantidade de dois potes de vidro de 500mL em cada mês amostral. O sedimento foi coletado diretamente em potes de vidro, onde o recipiente era mergulhado no fundo da represa para que o sedimento fosse retido dentro do mesmo (FIGURA 4A). Posteriormente, as amostras foram armazenadas com formol e os potes foram devidamente etiquetados com o mês de coleta.

Os dados da coleta dos camarões foram cedidos pela coorientadora e aluna de mestrado Mirella Bisso Alonso, também membro do Laboratório de Carcinologia, a qual desenvolveu um projeto com os mesmos em sua dissertação de mestrado. Foi padronizado o tempo de 30 minutos em cada mês amostral. Durante esse tempo, uma pessoa utilizava uma peneira para capturar os camarões ao longo da vegetação marginal da represa (FIGURA 4B). Após a coleta, os camarões foram devidamente armazenados e congelados em uma bolsa térmica com gelo. Todas as amostras (lixo, sedimento e camarões) foram transportadas ao laboratório de Limnologia e Carcinologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) para posterior análise.

Figura 4 - Método de amostragem dos sedimentos e dos camarões.



Legenda: A) Coleta dos sedimentos em que o recipiente de vidro era mergulhado para que o sedimento ficasse retido; B) Coleta dos camarões com o auxílio de uma peneira.

Fonte: Da autora (2022).

2.3 Análises laboratoriais

Os lixos coletados foram contabilizados e classificados em laboratório, item a item. A classificação foi feita de acordo com a sua matéria prima (como, por exemplo, plástico, madeira, vidro, isopor, borracha e outros). Para facilitar a classificação, os itens foram colocados em uma bandeja e agrupados por similaridade (FIGURA 5).

Figura 5 - Lixos coletados e agrupados por similaridade.



Fonte: Da Autora (2022).

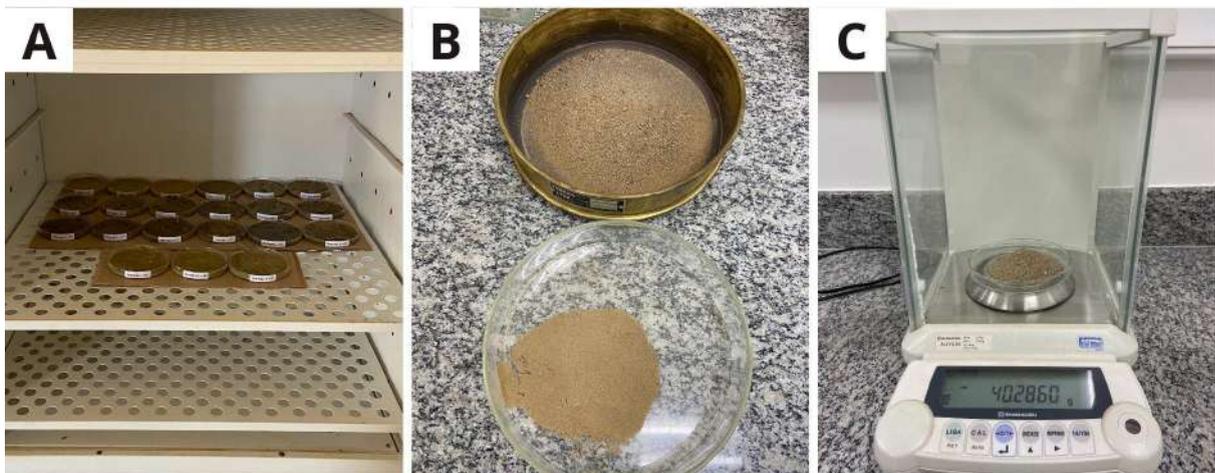
Devido à presença do microplástico em todo o ambiente, todos os materiais utilizados na análise foram devidamente higienizados em cada etapa, com o propósito de minimizar a contaminação (NAN *et al.*, 2020). Para análise dos microplásticos nos sedimentos, foram utilizados aproximadamente 100g de substrato de cada mês coletado. Essas 100g foram divididas em 3 placas de petri com aproximadamente 33g de sedimento em cada, criando um padrão de 3 placas por mês de coleta (8 meses), totalizando 24 placas. As amostras foram secas em estufa a 70°C (SHRUTI *et al.*, 2019) por 10 horas (FIGURA 6A) e peneiradas manualmente em uma peneira de aço inoxidável com malha de 0,177 mm (FIGURA 6B), a fim de separar os microplásticos dos demais conteúdos. O material retido acima da peneira foi utilizado para análise de microplástico, já que estes apresentam o tamanho aproximado de 0,1 a 5mm. As amostras passadas pela peneira foram transferidas e armazenadas (ZHANG *et al.*, 2016). Os sedimentos de todos os meses, após secos e peneirados, foram pesados (FIGURA 6C) e armazenados em frascos para posterior análise microscópica, e, a partir das quantidades obtidas na pesagem (TABELA 1), padronizou-se a quantidade de 15g de substrato por amostra.

Tabela 1 - Peso das amostras de sedimentos secos (g) em cada mês de coleta.

Peso das amostras de sedimentos secos (g)				
MÊS	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Peso total (g)
Agosto	17,11	28,01	26,90	72,03
Setembro	33,33	45,71	38,69	117,73
Outubro	39,83	40,91	41,45	122,20
Novembro	34,02	37,01	45,68	116,72
Dezembro	46,03	42,10	50,26	138,39
Janeiro	46,73	40,28	38,33	125,36
Fevereiro	32,56	28,71	29,79	91,08
Março	24,44	26,82	23,09	74,36
Média	34,26	36,19	36,77	107,23

Fonte: Da autora (2022).

Figura 6 - Procedimentos das análises laboratoriais dos sedimentos.



Legenda: A) Secagem das amostras na estufa a 70°C; B) Peneiração das amostras em peneira de malha 0,177mm; C) Pesagem das amostras secas para padronização de quantidade do sedimento.

Fonte: Da autora (2022).

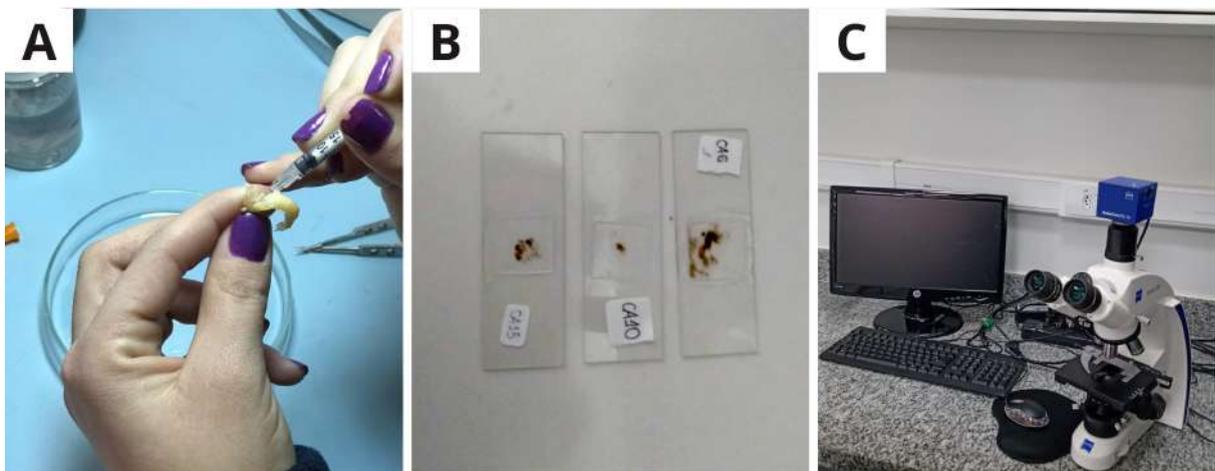
Feita a separação do sedimento, colocou-se o material a ser analisado em uma placa de petri devidamente higienizada para uma triagem visual cuidadosa dos resíduos, feita em um estereomicroscópio com uma faixa de ampliação de 10 a 40x . Nessa triagem, foi possível separar os microplásticos de outros materiais, como matéria orgânica, partículas de conchas de bivalves, escamas de peixe, vidro e outras estruturas não identificadas. Também foi

possível observar e classificar os microplásticos de acordo com suas características físicas, como, por exemplo, sua coloração (coloridos e transparentes) (SHRUTI *et al.*, 2019; ZHANG *et al.*, 2016). A partir disso, foi feita a contagem manual dos microplásticos encontrados na amostra seca e todo microplástico encontrado foi retirado do substrato para a confecção de lâminas com glicerina, com a finalidade de que este não fosse misturado novamente ao sedimento e evitasse erros de contagem.

Foram coletados 84 camarões no mês de agosto, 36 em setembro, 23 em outubro, 7 em novembro, 79 em dezembro, 76 em janeiro, 38 em fevereiro e 24 em março. Foi padronizada a quantidade de 30 indivíduos por mês de coleta para a análise da presença de microplásticos nos estômagos dos camarões. Portanto, nos meses em que foi coletado um número superior a 30, foi realizado um sorteio aleatório dos indivíduos que seriam utilizados nas análises. Já nos meses em que a quantidade de camarões coletada foi inferior a 30 foram utilizados todos os indivíduos foram utilizados nas análises.

Assim como coleta dos camarões, os dados das análises laboratoriais dos camarões também foram cedidos pela coorientadora Mirella Bisso Alonso. Com o auxílio de uma tesoura e pinça, os estômagos dos camarões foram retirados, sob uma lupa, para a análise da presença de microplásticos nos mesmos (FIGURA 7A). Uma vez retirados, os estômagos foram abertos e todo conteúdo encontrado dentro deles foi colocado sob uma lâmina com uma gota de glicerina. As lâminas foram fechadas com uma lamínula e seladas com verniz (FIGURA 7B). Os microplásticos foram analisados com o auxílio de um microscópio e classificados em microplásticos transparentes e microplásticos coloridos (FIGURA 7C).

Figura 7 - Procedimentos das análises laboratoriais dos camarões.



Legenda: A) Retirada dos estômagos dos camarões com auxílio da pinça; B) Preparação das lâminas com conteúdo estomacal; C) Análise das lâminas no microscópio.

Fonte: Da autora (2022).

2.4 Análise de dados

Para avaliar se há diferença na quantidade de plásticos coletados ao longo dos meses amostrais foi realizado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis. O mesmo teste estatístico foi utilizado para avaliar se há diferença na quantidade de microplásticos transparentes e coloridos presentes tanto no sedimento quanto nos camarões ao longo dos meses de estudos. Quando o teste apresentou diferença estatisticamente significativa, foi realizado o teste post hoc de Dunn para averiguar em quais meses ocorreu essa diferença. Foi realizada a frequência de ocorrência dos estômagos que continham microplásticos. Para avaliar se há relação entre a quantidade de plásticos coletados e a quantidade de microplásticos presentes tanto no sedimento quanto nos estômagos dos camarões, foi utilizada a correlação não paramétrica de Spearman. A mesma correlação também foi utilizada para avaliar se há relação entre a quantidade de microplásticos presentes no sedimento e nos estômagos dos camarões. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (versão 4.1.2) a um nível de significância de 0,05.

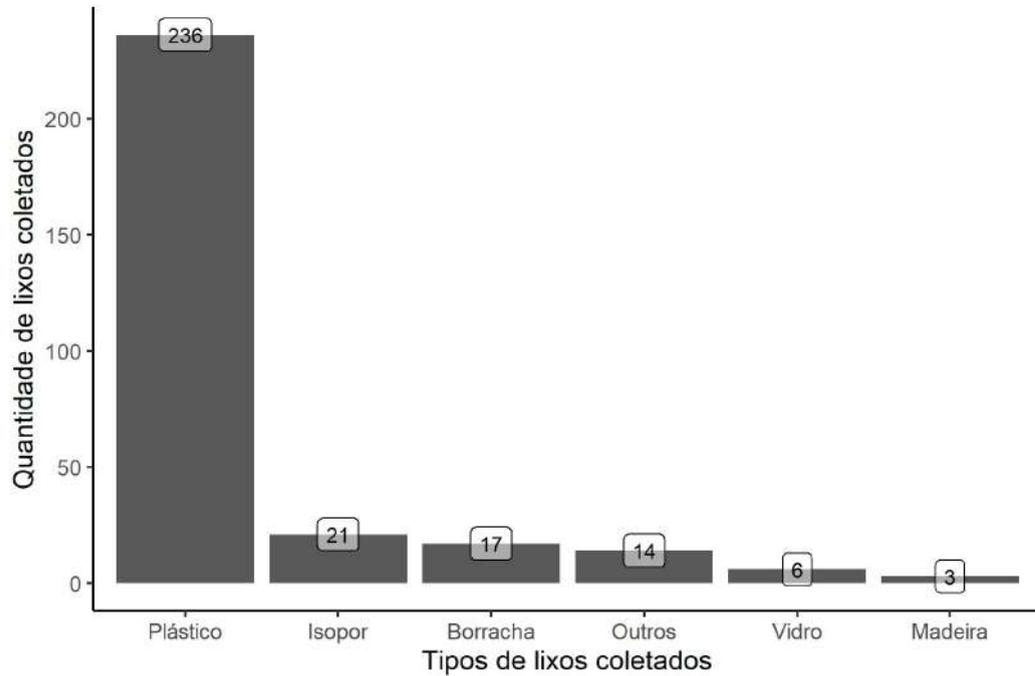
3 RESULTADOS

3.1 Lixos

Os lixos coletados ao longo de todo período amostral foram classificados quanto a sua matéria prima em: plástico, isopor, borracha, vidro, madeira e outros. Na categoria “outros” estão enquadrados materiais como acrílico e alumínio. Ao contabilizar e classificar os todos os lixos, foi possível observar que o plástico apresentou uma predominância discrepante em comparação aos outros materiais, totalizando 236 itens, como aponta o Gráfico 1. Seguido dos plásticos temos: isopor (21 itens), borracha (17 itens) e outros (14 itens). O vidro e a madeira foram os materiais menos encontrados em todo período amostral, com 6 e 3 itens coletados, respectivamente (GRÁFICO 1).

Dentre os objetos encontrados, os principais resíduos foram tampas e garrafas plásticas, fragmentos de utensílios plásticos não identificados, embalagens de cosméticos, rótulos de embalagens e placas de isopor. Também foi possível identificar, ainda que em menores quantidades, embalagens de medicamentos, bebidas, isqueiros, escovas de dente, tubos de caneta esferográfica, fragmentos de PVC, palmilhas de sapatos e fragmentos de cabo de vassoura (FIGURA 8).

Gráfico 1 - Quantidade total de lixos coletados ao longo do período amostral e sua classificação quanto à matéria prima.



Fonte: Da autora (2023).

Figura 8 - Lixos coletados a cada mês durante todo o período amostral.

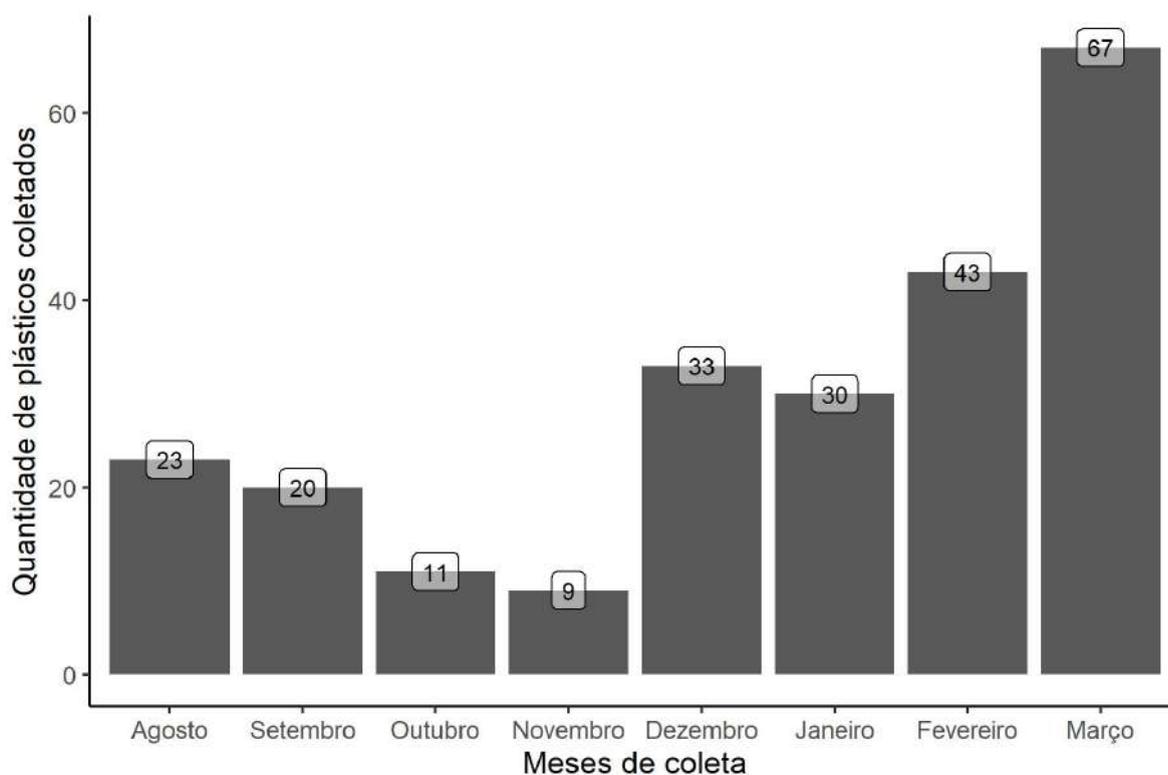


Legenda: Totais de lixos coletados em: A) Agosto; B) Setembro; C) Outubro; D) Novembro; E) Dezembro; F) Janeiro; G) Fevereiro; H) Março.

Fonte: Da autora (2022).

Observando mais especificamente a categoria dos plásticos, o mês de março foi o mês em que o lixo plástico foi predominante entre os meses de coleta, com 67 itens ao total. Fevereiro, dezembro e janeiro também apresentaram grandes quantidades de lixo plástico, enquanto os meses de outubro e novembro apresentaram as menores quantidades de plásticos coletados. Já os meses de agosto e setembro apresentaram valores intermediários e semelhantes entre si quanto a quantidade de plásticos (GRÁFICO 2). De acordo com o teste de Kruskal-Wallis não há diferença significativa na quantidade de lixo plástico encontrada entre os meses de coleta.

Gráfico 2 - Quantidade total de lixo plástico coletado em cada mês de coleta.

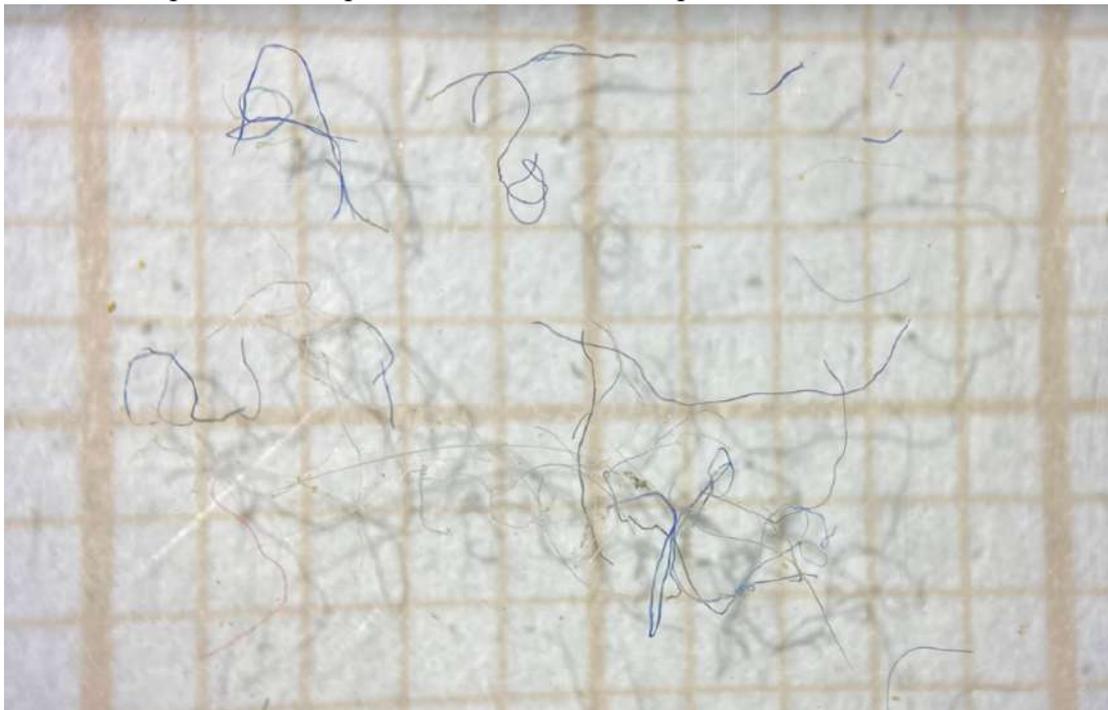


Fonte: Da autora (2023).

3.2 Sedimentos

Para a análise da estatística descritiva da quantidade de microplásticos nos sedimentos, tanto coloridos quanto transparentes (FIGURA 9), foi calculada a média e o desvio padrão das três amostras, de 15g cada, de todos os meses de coleta.

Figura 9 - Exemplos de microplásticos coloridos e transparentes encontrados nos sedimentos.



Fonte: Da autora (2022).

De acordo com as médias apresentadas na Tabela 2 e nos Gráficos 3 e 4, o mês de agosto foi o mês em que mais foram encontrados microplásticos coloridos, seguido de setembro e outubro. O mês de novembro foi o que menos apresentou microplásticos coloridos no sedimento. Quando observamos a quantidade de microplásticos transparentes, o maior índice é encontrado no mês de outubro, seguido por setembro, fevereiro e janeiro. Já o menor índice para os transparentes está nos meses de agosto, março e dezembro.

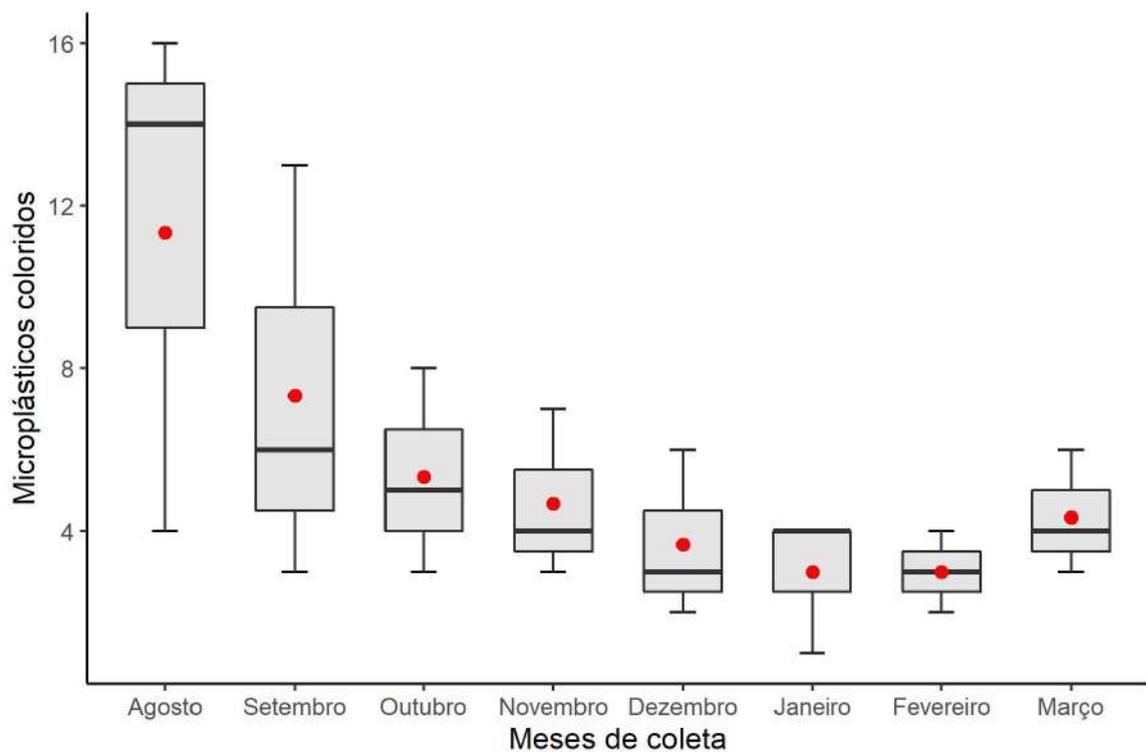
Nos Gráficos 3 e 4, é possível observar que em ambas as categorias, coloridos e transparentes, as quantidades de microplásticos foram semelhantes entre os meses de janeiro e fevereiro. Além disso, é possível observar também a diferença entre as quantidades de microplásticos coloridos e transparentes nos meses de agosto e outubro, onde o mês de agosto apresentou o maior índice de microplásticos coloridos e o menor índice de microplásticos transparentes e o contrário acontece com o mês de outubro, cujo o mesmo apresenta o maior índice de microplásticos transparentes e uma quantidade média menor de microplásticos coloridos. Porém, o teste de Kruskal-Wallis mostrou que não há diferença significativa na quantidade de microplásticos coloridos e transparentes no sedimento ao longo dos meses de coleta.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas (média \pm desvio padrão) da quantidade de microplásticos coloridos e transparentes encontrados em cada mês de coleta.

Mês de coleta (2021 \rightarrow 2022)	Microplásticos coloridos	Média e DP (n = 3)	Microplásticos transparentes	Média e DP (n = 3)
Agosto	34	11,3 \pm 6,43	15	5 \pm 8,66
Setembro	22	7,33 \pm 5,13	72	24 \pm 9,54
Outubro	16	5,33 \pm 2,52	103	34,3 \pm 27,5
Novembro	7	2,33 \pm 2,08	41	11,3 \pm 10,6
Dezembro	11	3,67 \pm 2,08	27	9 \pm 3,46
Janeiro	9	3 \pm 1,73	48	16 \pm 8,54
Fevereiro	9	3 \pm 1	49	16,3 \pm 8,62
Março	13	4,33 \pm 1,53	22	7,33 \pm 1,15

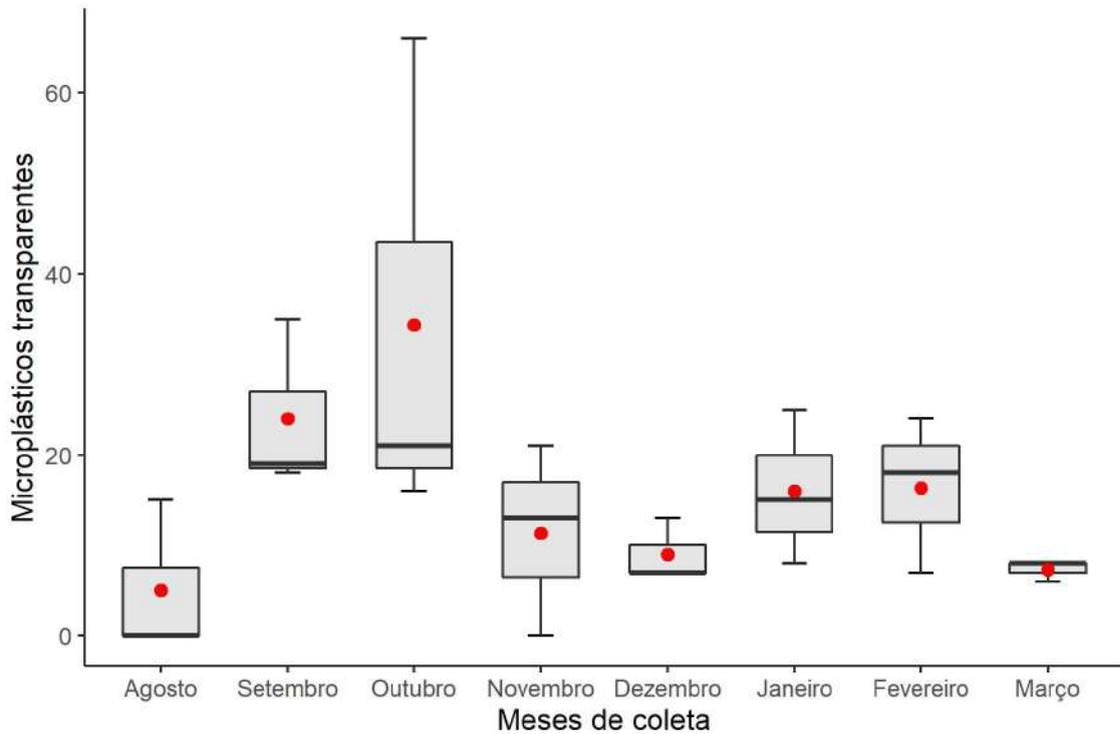
Fonte: Da autora (2023).

Gráfico 3 - Quantidade de microplásticos coloridos encontrados em cada mês de coleta (ponto vermelho representa a média).



Fonte: Da autora (2023).

Gráfico 4 - Quantidade de microplásticos transparentes encontrados em cada mês de coleta (ponto vermelho representa a média).



Fonte: Da autora (2023).

3.3 Estômago dos camarões

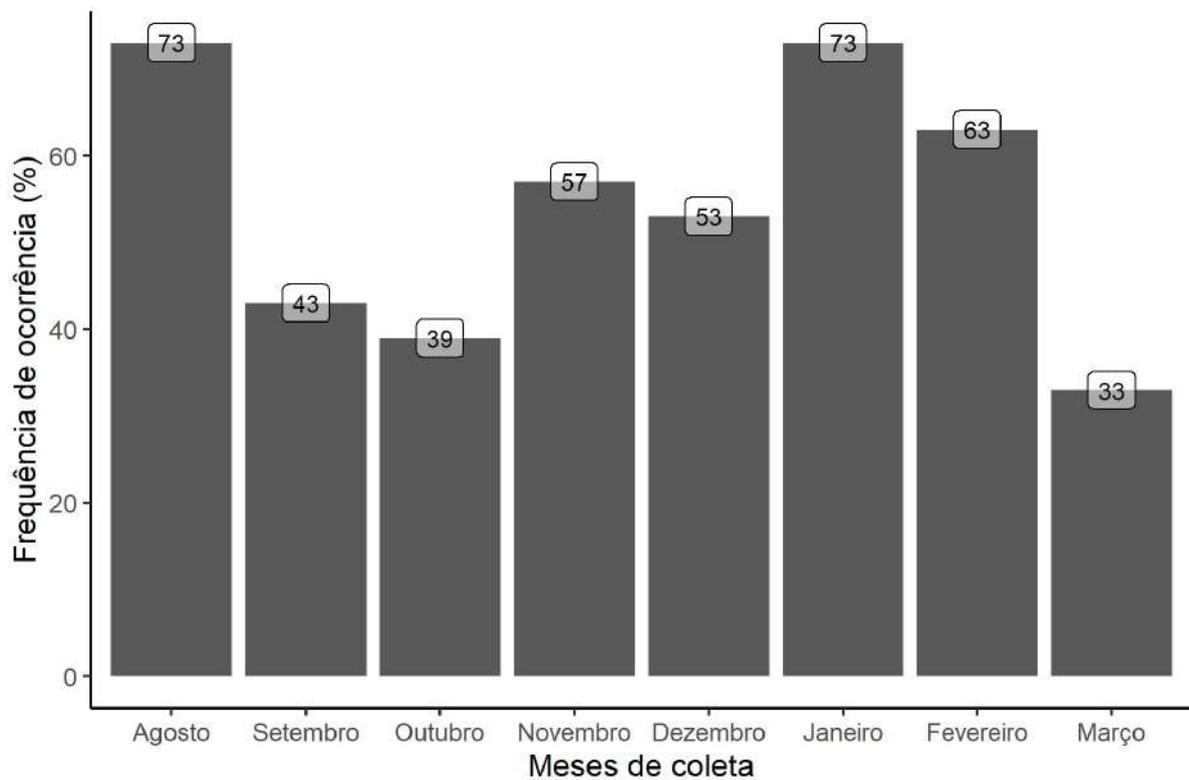
A quantidade de indivíduos que foram analisados em cada mês de coleta, bem como a quantidade de indivíduos que apresentaram microplásticos em seus estômagos está representada na Tabela 3. Os meses de agosto e janeiro foram os meses que apresentaram maior frequência de ocorrência (FO = 73%), ou seja, nesses meses foram encontrados mais estômagos com a presença de microplásticos. Fevereiro também apresentou uma frequência elevada, seguido por novembro e dezembro, enquanto os meses de setembro, outubro e março obtiveram as menores frequências de ocorrência, respectivamente (GRÁFICO 5).

Tabela 3 - Quantidade de estômagos analisados, de estômagos com microplástico e a frequência de ocorrência (FO) (%) em cada mês de coleta.

Mês de coleta (2021 → 2022)	Quantidade de estômagos analisados	Quantidade de estômagos com microplástico
Agosto	30	22
Setembro	30	13
Outubro	23	9
Novembro	7	4
Dezembro	30	16
Janeiro	30	22
Fevereiro	30	19
Março	24	8

Fonte: Da autora (2023).

Gráfico 5 - Frequência de ocorrência de estômagos com microplástico pelo total de estômagos analisados em cada mês de coleta.



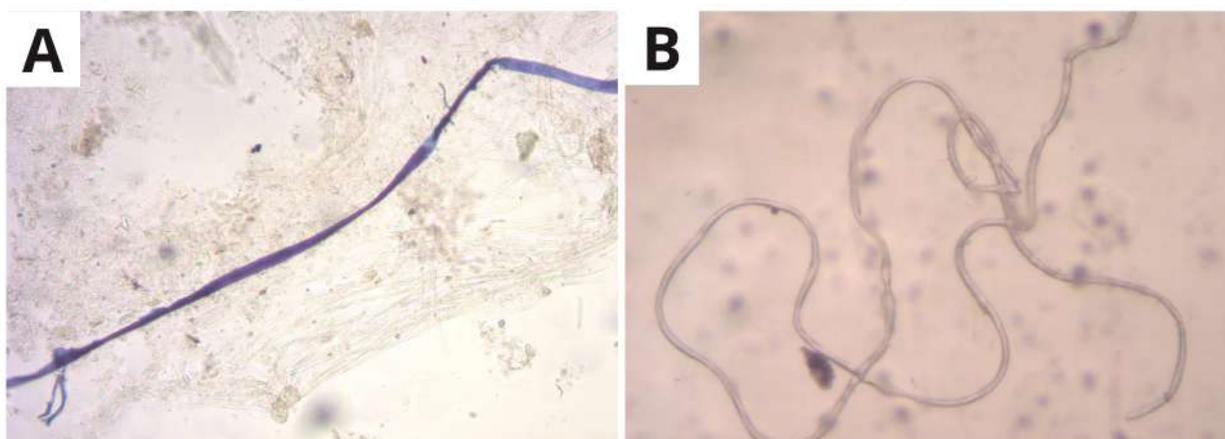
Fonte: Da autora (2023).

Para a análise da estatística descritiva da quantidade de microplásticos nos estômagos dos camarões, tanto coloridos quanto transparentes, utilizou-se a média e o desvio padrão de acordo com o número total de estômagos analisados em cada mês de coleta (FIGURA 10).

Conforme os dados apresentados na Tabela 4 e nos Gráficos 6 e 7, para os microplásticos coloridos, o mês com o maior índice de microplásticos por estômago foi janeiro, seguido de outubro e setembro. Os menores índices foram encontrados nos meses de agosto e dezembro, respectivamente. Já para os microplásticos transparentes, o mês com a maior média foi outubro, seguido por setembro e março. A menor média observada para os microplásticos transparentes foi no mês de novembro, seguido por fevereiro e agosto.

O teste de Kruskal-Wallis mostrou que há diferença na quantidade de microplásticos coloridos ($X^2_{(2)} = 35,154$; $p < 0,01$) e transparentes ($X^2_{(2)} = 35,154$; $p < 0,01$) nos estômagos dos camarões ao longo dos meses de coleta. O teste de post hoc de Dunn mostrou que há diferença significativa para os microplásticos coloridos entre os meses de agosto e janeiro, agosto e setembro e dezembro e janeiro. Para os microplásticos transparentes, o teste de post hoc de Dunn mostrou que há diferença significativa somente entre os meses de agosto e outubro.

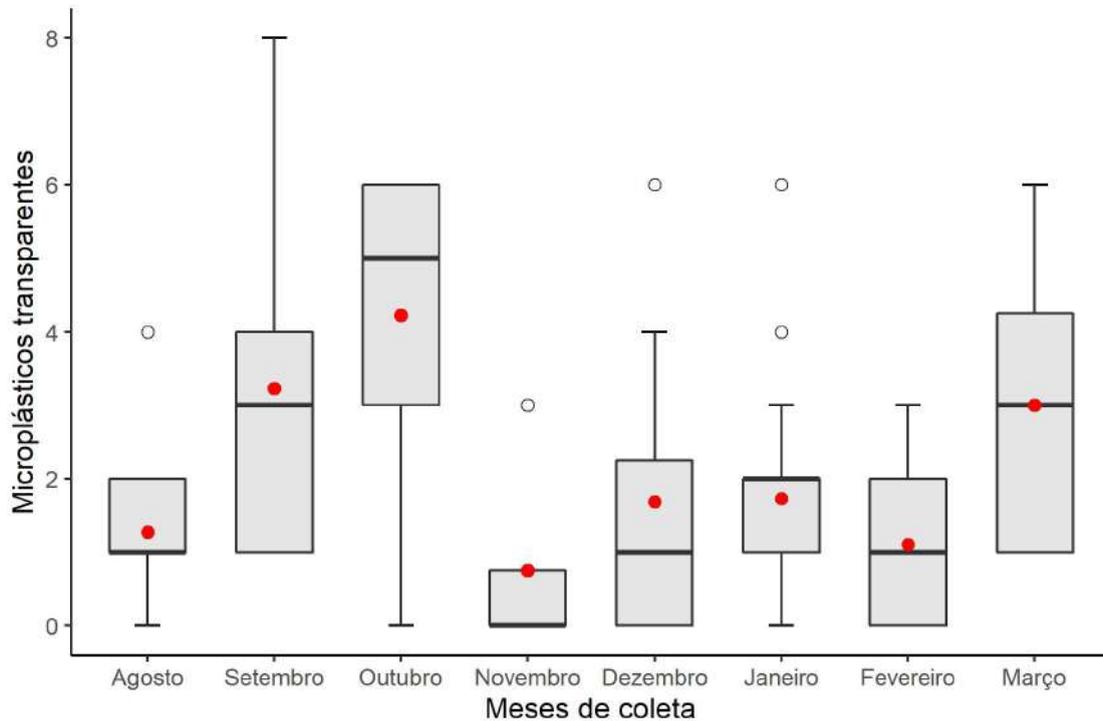
Figura 10 - Exemplos de microplásticos encontrados nos estômagos dos camarões.



Legenda: A) Microplástico colorido; B) Microplástico transparente.

Fonte: Da autora (2022).

Gráfico 7 - Quantidade de microplásticos transparentes encontrados nos estômagos dos camarões de cada mês de coleta (ponto vermelho representa a média).

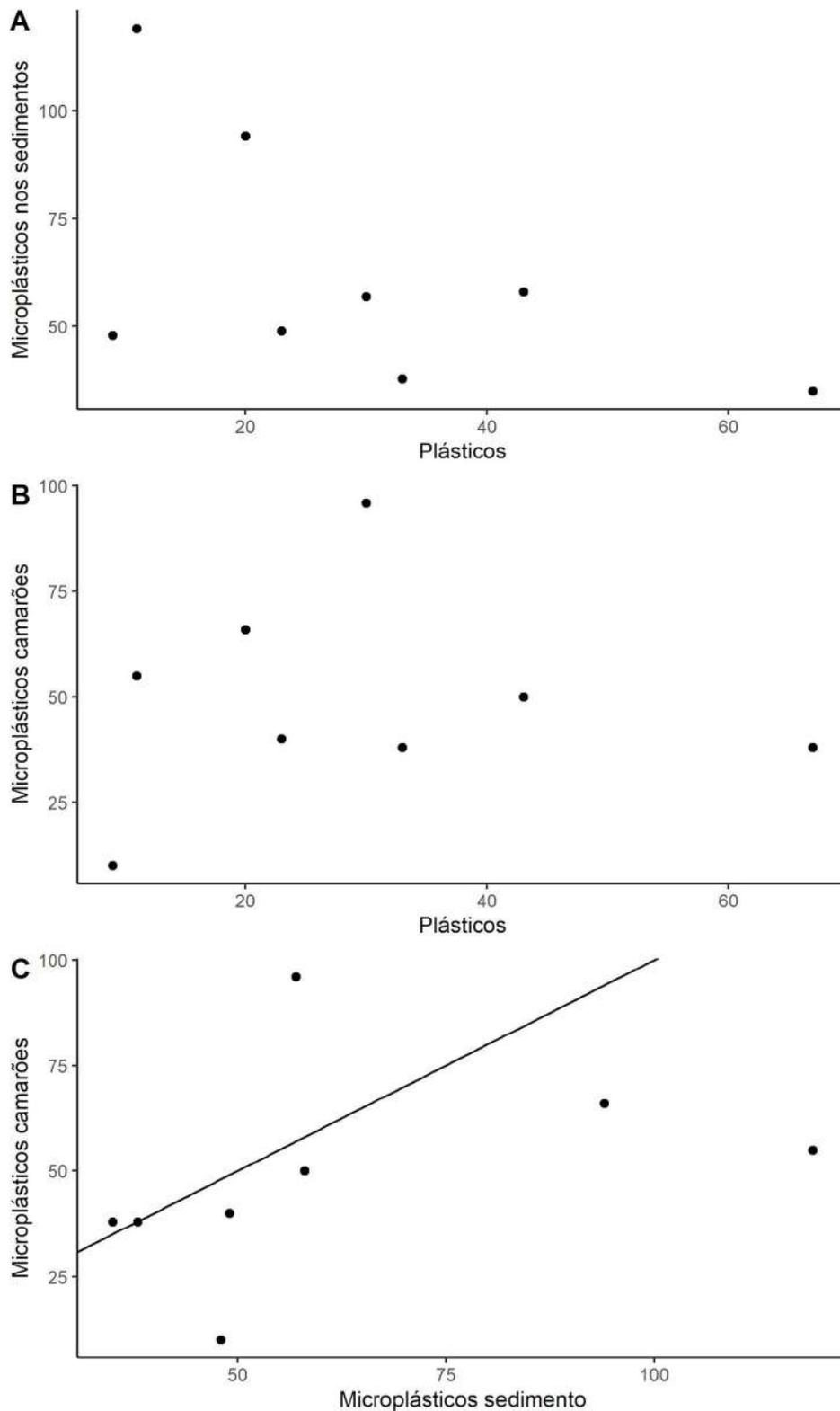


Fonte: Da autora (2023).

3.4 Correlação

De acordo com a correlação de Spearman não houve correlação entre a quantidade de lixo plástico coletado e a quantidade de microplástico nos sedimentos ($\rho = -0,45$, $p = 0,2675$). Para a quantidade de lixo plástico e a quantidade de microplásticos presente nos estômagos dos camarões também não houve correlação ($\rho = -0,04$, $p = 0,9103$). Já para a quantidade de microplásticos presentes no sedimento e a quantidade de microplásticos presentes nos estômagos dos camarões a correlação de Spearman demonstrou que há uma forte correlação positiva ($\rho = 0,75$, $p = 0,03$), ou seja, ao aumentar a quantidade de microplásticos no sedimento, aumenta-se também a quantidade de microplásticos nos estômagos dos camarões. (GRÁFICO 8).

Gráfico 8 - Gráficos das correlações de Spearman.



Legenda: A) Ausência de correlação entre a quantidade de lixo e a quantidade de microplástico nos sedimentos ($\rho = -0,45$, $p = 0,2675$); B) Ausência de correlação entre a quantidade de lixo e a quantidade de microplástico nos estômagos dos camarões ($\rho = -0,04$, $p = 0,9103$); C) Correlação positiva entre a quantidade de microplásticos nos sedimentos e a quantidade de microplásticos nos estômagos dos camarões ($\rho = 0,75$, $p = 0,03$).

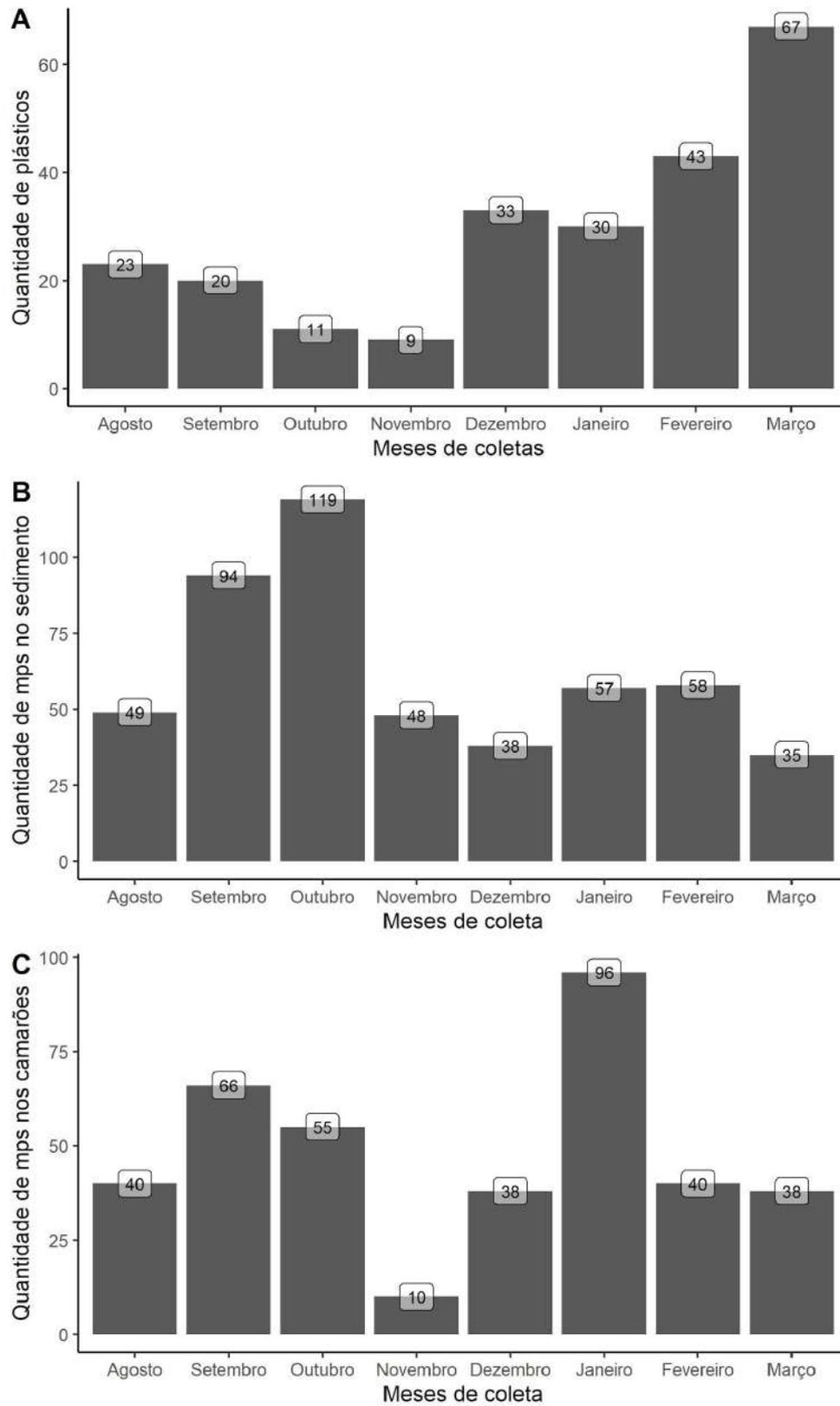
Fonte: Da autora (2023).

Março foi o mês em que foi coletada a maior quantidade de plásticos, porém a quantidade de microplásticos nos sedimentos no mês de março foi a menor entre todos os meses de coleta. Em outubro, foi encontrada a maior quantidade de microplásticos no sedimento, entretanto, outubro foi o segundo mês com a menor quantidade de plástico coletado. Esse mesmo padrão também foi observado no mês de setembro. Dezembro foi o único mês em que foi observado uma quantidade similar de plásticos e de microplásticos no sedimento. Nos outros meses amostrais (agosto, setembro, novembro, janeiro e fevereiro) houve maior quantidade de microplástico no sedimento do que lixo plástico (GRÁFICO 9A - 9B).

Em relação a quantidade de plásticos coletados e a quantidade de microplásticos presentes nos estômagos dos camarões, podemos observar que o mês de novembro apresentou a menor quantidade em ambos os casos. Entretanto, no mês em que houve maior quantidade de plástico (março) houve uma quantidade intermediária de microplásticos nos estômagos dos camarões e no mês com maior quantidade de microplásticos nos camarões (janeiro) também foi observado uma quantidade intermediária de plásticos. Em dezembro e fevereiro houve semelhança na quantidade de plásticos coletados e nos microplásticos presentes nos estômagos dos camarões. Já em agosto, setembro e outubro foi encontrado maior quantidade de microplásticos nos camarões do que lixos plásticos presentes no ponto amostral (GRÁFICO 9A - 9C).

Por fim, analisando as quantidades de microplásticos presentes no sedimento e as quantidades de microplásticos presentes nos estômagos dos camarões, podemos observar que nos meses de agosto, dezembro e março a quantidade de microplásticos em ambos foi praticamente igual. Os meses de setembro e fevereiro também apresentaram quantidades similares de microplásticos, além disso setembro foi o segundo mês com maior quantidade de microplásticos encontrados tanto no sedimento quanto nos camarões. Porém, outubro foi o mês com mais microplásticos nos sedimentos, enquanto em janeiro houve mais microplásticos nos estômagos dos camarões. Mas em outubro também foi observado um valor elevado de microplásticos nos camarões bem como em janeiro houve um alto número de microplásticos no sedimento (GRÁFICO 9B - 9C).

Gráfico 9 - Quantidade total de plásticos, microplástico no sedimento e microplástico nos estômagos dos camarões encontrados em cada mês de coleta.



Fonte: Da autora (2023).

4 DISCUSSÃO

No presente trabalho, vimos que não houve correlação entre a quantidade de lixo plástico coletado no local amostral com a quantidade de microplástico encontrado no sedimento do mesmo, rejeitando a nossa primeira hipótese. Também foi observado que a quantidade de lixo plástico coletado e a quantidade de microplástico presente nos estômagos dos camarões não apresentou nenhuma correlação, recusando a nossa segunda hipótese. Já a quantidade de microplásticos presentes no sedimento e a quantidade de microplásticos presentes nos estômagos dos camarões apresentou uma forte correlação, aceitando a nossa terceira hipótese.

4.1 Lixos

Neste trabalho é visível que a grande maioria dos materiais coletados é proveniente de lixos urbanos, pois os principais resíduos encontrados foram tampas e garrafas plásticas, embalagens de cosméticos e medicamentos, além de outros utensílios domésticos como isqueiros, escovas de dente, copos e pratos descartáveis. Vale ressaltar que o lixo urbano representa hoje uma das maiores preocupações ambientais, devido ao crescente consumo de materiais e produtos descartáveis e o descaso com a gestão de resíduos sólidos. Boa parte do lixo produzido é eliminado em vias públicas ou mal armazenado e, dessa forma, são facilmente carregados pelas águas das chuvas que acabam atingindo os rios e córregos das cidades (DE OLIVEIRA *et al.*, 2005). De todos os materiais coletados, o plástico foi o material predominante, presente em todos os meses de coleta. Tal resultado condiz com a grande preocupação mundial em relação à poluição plástica. Segundo dados levantados por um relatório da World Wide Fund for Nature - WWF (2019), desde o ano de 2000, o mundo já produziu a mesma quantidade de plástico que em todos os anos anteriores somados e, devido à má gestão dos resíduos, estima-se que um terço de todo o plástico descartado tenha se inserido na natureza como poluição terrestre, de água doce ou marinha.

As bacias hidrográficas atuam como uma área de captação de águas das chuvas e sua vazão é uma resposta às precipitações. A rede de drenagem de uma bacia é formada pelo rio principal e pelos seus tributários, constituindo um sistema de transporte de água e sedimentos (MOREIRA *et al.*, 2020). A Represa do Funil é banhada pelo rio Grande, cujo os principais afluentes são os rios das Mortes e o Capivari (COELHO; PEREIRA, 2011). Além disso, a região apresenta uma sazonalidade bem evidente, com períodos de seca e cheia marcantes

(AMÂNCIO *et al.*, 2018). De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2021), o trimestre de novembro a janeiro é frequentemente o mais chuvoso do ano para a região Sudeste e, geralmente, as chuvas deste período auxiliam na recuperação e abastecimento dos reservatórios hídricos. Com o aumento dos índices pluviométricos, aumentam-se também as vazões dos rios, favorecendo o transporte de água e sedimentos, além de diversos resíduos sólidos, que podem se manter flutuantes ou se acumularem às margens da represa.

Dessa forma, ainda que os resultados não apontem diferença significativa para a quantidade de lixo plástico coletada ao longo dos meses de coleta, março foi o mês em que mais foi encontrado lixo plástico na Represa. Isso pode ser explicado pois em março as chuvas diminuem e, com isso, todo resíduo transportado pelas chuvas ficará inerte e retido nas margens ou sedimentos. A mesma lógica se aplica para os meses de setembro, outubro e novembro, que apresentaram os menores valores de lixos plásticos coletados. Esses meses marcam o início das fortes precipitações (INMET, 2021) com uma maior vazão dos rios, logo todo material presente na represa será revirado, movimentado e transportado. Porém em dezembro, janeiro e fevereiro, a quantidade de lixo começa a aumentar pois, apesar de serem meses chuvosos, esses meses correspondem ao período de férias e são marcados por diversas confraternizações, como natal, reveillon e carnaval. Segundo dados do Portal de Saneamento Básico e da Associação Brasileira de Supermercados - Abras (2022), com a chegada dessas datas comemorativas, o consumo excessivo aumenta em até 5% e a geração de resíduos atinge os maiores índices anuais, levando a um aumento no descarte indevido de lixos.

4.2 Sedimentos

Os resíduos plásticos, quando expostos às condições do ambiente, vão sofrendo sucessivas fragmentações e geram detritos de plásticos cada vez menores, o que chamamos de microplásticos secundários (OLIVATTO *et al.*, 2018). De acordo com Peng e colaboradores (2018), as principais formas de degradação do lixo plástico em microplásticos secundários são por meio de processos em estações de tratamento de lixo, estações de tratamento de águas residuais e efeitos de degradação foto-oxidativa no meio ambiente. Neste sentido, os lixos plásticos que estavam presentes no local de coleta também podem ter sofrido esses processos de degradação e, conseqüentemente, terem originado microplásticos secundários e esses, uma vez presentes no habitat aquático, podem se depositar no sedimento. Além dos microplásticos secundários, existem os microplásticos primários, que são provenientes de produção

intencional a partir de processos industriais (POMPÊO; BORGES; DE PAIVA, 2022). Estes microplásticos primários também podem chegar ao meio ambiente aquático, por meio de efluentes domésticos e industriais quando depositados e tratados de maneira inadequada.

Os microplásticos encontrados nos sedimentos, geralmente, são micropartículas que apresentam alta densidade e são mais resistentes, pois não estão suscetíveis ao processo de foto-oxidação, principal mecanismo de degradação dos plásticos (OLIVATTO *et al.*, 2018). Vale ressaltar que ambientes mais lênticos, como a Represa do Funil, são mais favoráveis à deposição de microplásticos em seus sedimentos devido a correnteza mais baixa nesses ambientes. Em relação ao local de coleta, em um estudo sobre a qualidade da água nos rios Capivari e Mortes, tributários do rio Grande, Amâncio e colaboradores (2018) apontaram uma forte influência da sazonalidade na qualidade da água, evidenciando uma qualidade média em períodos de seca e uma qualidade inferior em períodos de chuva, devido ao carreamento de partículas pelo escoamento superficial direto, proveniente do despejo incorreto de efluentes.

Neste trabalho foram encontrados dois tipos de microplásticos: coloridos e transparentes. Atualmente, comprova-se que há uma grande variedade de microplásticos no ambiente, com diversas origens, formatos, tamanhos e colorações (BLAIR *et al.*, 2019). Muitos estudos utilizam essas categorias e a classificação por cor é um indicativo de uma possível origem desses microplásticos (POMPÊO; BORGES; DE PAIVA, 2022). De maneira geral, totalizando todos os meses de coleta, foram encontrados mais microplásticos transparentes do que coloridos nos sedimentos. He e colaboradores (2020) encontraram resultados semelhantes em seus estudos sobre os sedimentos do rio Brisbane, na Austrália, em que as partículas transparentes compunham a maior parte da poluição microplástica nos sedimentos. No entanto, Shruti e colaboradores (2019) encontraram o contrário em seu trabalho com o rio Atoyac, no México, no qual os microplásticos coloridos foram predominantes.

O único mês em que a quantidade de microplásticos coloridos foi maior que a quantidade de microplásticos transparentes foi agosto. Grande parcela dos microplásticos coloridos encontrados nos ambientes são provenientes da lavagem de roupas com tecidos sintéticos em sua composição que, com a lavagem, são liberadas no esgoto doméstico (BLAIR *et al.*, 2019; PENG *et al.*, 2018). De acordo com Hubner e colaboradores (2020) a quantidade de partículas plásticas aumenta significativamente no inverno, devido ao aumento do uso de até 700% das máquinas de lavar em residências. Ainda que os resultados não apontem diferença significativa entre a quantidade de microplástico colorido e transparente no sedimento, outubro foi o mês com mais microplásticos transparentes e totais (coloridos +

transparentes). Segundo dados do INMET (2021), o mês de outubro de 2021 apresentou uma baixa porcentagem de precipitação. Acredita-se que a dinâmica do fluxo do rio seja o principal fator para justificar a abundância de microplásticos, pois, com a diminuição da vazão e da velocidade do fluxo hídrico, espera-se que ocorra a decantação das partículas plásticas no sedimento e, nas condições inversas, ocorra uma maior mobilização do mesmo (HE *et al.*, 2020).

É importante ressaltar que, até o momento, os trabalhos sobre a presença e os impactos dos microplásticos têm sido realizados majoritariamente sobre os ambientes marinhos. De acordo com Wagner *et al* (2014), embora os estudos se concentrem nos detritos plásticos marinhos, a contaminação dos ambientes de água doce também é uma preocupação emergente, pois, ainda que escassos, não há razão para supor que os impactos nesse ambiente, nas suas comunidades e espécies sejam inalterados ou inexistentes. Peng e colaboradores (2018) ressaltam que pesquisas avaliando os sedimentos dos rios e lagos são de extrema importância para se mensurar o grau de impacto causado pelo microplástico, para assim conseguir desenvolver medidas que amenizem e solucionem os problemas existentes.

4.3 Estômagos dos camarões

Uma vez presentes em diferentes compartimentos ambientais, como na coluna d'água e nos sedimentos, os microplásticos podem interagir de diversas formas com a biota aquática, como, por exemplo, serem confundidos com alimentos e ingeridos acidentalmente. Essas micropartículas apresentam um caráter bioacumulativo, ou seja, ao serem ingeridos por um organismo de nível trófico inferior, vão se acumulando ao longo de toda a cadeia alimentar, até chegar em um organismo de nível trófico superior. Segundo He e colaboradores (2020) a ingestão de microplásticos foi identificada em mais de 260 espécies em todo o mundo e abrange uma ampla gama de níveis tróficos. A presença dos microplásticos nos sedimentos faz com que os organismos bentônicos, como os camarões, consumam essas micropartículas.

No presente estudo, vimos que a presença de microplásticos foi muito frequente nos estômagos dos indivíduos da espécie *Macrobrachium amazonicum*. De 204 estômagos analisados, em 113 haviam microplásticos (55%), ou seja, mais da metade dos camarões analisados consumiram essas micropartículas. Nos meses de agosto, janeiro e fevereiro foram observadas as maiores frequências de ocorrência de microplásticos nos estômagos dos camarões, o que pode ser explicado devido a elevada disponibilidade de microplásticos no ambiente nesses meses. As menores frequências de ocorrência foram observadas nos meses de

setembro e outubro. Esses meses apresentaram uma alta quantidade de microplásticos nos sedimentos e nos estômagos dos camarões. Dessa forma, é possível sugerir que, ainda com uma baixa FO, os camarões ingeriram mais microplásticos, pois estes estavam mais disponíveis nos sedimentos. Em novembro, a alta frequência de ocorrência é explicada devido a quantidade de camarões coletados ($n = 7$), já que, dos 7 indivíduos coletados, 4 estômagos continham microplásticos. Em dezembro, a frequência de microplásticos também foi alta, porém os camarões ingeriram menos microplásticos, o que pode estar relacionado a menor quantidade de microplásticos no sedimento. Por fim, março foi o mês com a menor frequência de ocorrência e também com o menor consumo de microplásticos, o que corresponde com a quantidade de microplásticos presentes no sedimento em março, o qual também foi o menor de todos os meses amostrados.

Os camarões da espécie *Macrobrachium amazonicum*, apesar de serem endêmicos da região amazônica, são encontrados em diversas regiões do Brasil, como no estado de Minas Gerais, mais comumente em rios de águas turvas, ricos em sedimentos e sais dissolvidos (SILVA, 2010). Essa espécie apresenta o hábito alimentar onívoro/detrítivo, cuja alimentação é bastante diversificada, composta tanto por matéria animal quanto vegetal (FREITAS; NUNES; SALES, 2022). Duarte (2019), em um estudo sobre a dieta natural de *M. amazonicum* no baixo rio Amazonas, relatou a presença de areia em 76% dos estômagos e sugere que a ingestão de sedimento pela espécie é um hábito alimentar comum do gênero *Macrobrachium*.

No presente trabalho, foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre a quantidade de microplásticos coloridos encontrados ao longo dos meses de coleta. Essa diferença ocorreu entre os meses de agosto e setembro, agosto e janeiro e dezembro e janeiro. Ao observarmos os dados obtidos, vemos que agosto foi o mês com o menor consumo de microplásticos coloridos enquanto setembro foi um dos meses com maior consumo de microplásticos coloridos. Esse maior consumo em setembro pode ser explicado devido a grande quantidade de microplásticos coloridos presentes no sedimento. Já em agosto, apesar da ampla distribuição de microplásticos coloridos presentes no sedimento, o consumo dessas micropartículas foi baixo pelos camarões. Isso pode ter acontecido pois os microplásticos coloridos são mais perceptíveis aos camarões e os mesmos os confundem menos com as presas quando comparado aos microplásticos transparentes (SHRUTI *et al.*, 2019). Shruti e colaboradores (2019) sugerem que as micropartículas transparentes são mais facilmente ingeridas pelos organismos devido à semelhança com presas.

Em relação a diferença estatisticamente significativa no consumo de microplásticos coloridos entre os meses de agosto e janeiro. Como mencionado anteriormente, agosto foi o mês com menor consumo de microplásticos coloridos pelos camarões, enquanto janeiro foi o mês com maior consumo de microplásticos coloridos pelos camarões. Isso é esperado uma vez que janeiro é um mês com maiores índices pluviométricos (INMET, 2022), o que contribui para o aporte de microplásticos nos ambientes aquáticos, e também é um período marcado por um grande aumento no descarte inadequado dos lixos, devido às datas comemorativas próximas a este mês. Muitos estudos afirmam que as micropartículas coloridas geralmente são oriundas da degradação de vários produtos plásticos, amplamente utilizados na vida cotidiana, como roupas e embalagens (HE *et al.*, 2020; SHRUTI *et al.*, 2019; ZANG, *et al.*, 2015) e, o aumento de descarte inadequado de lixos nessa época também contribui para o aumento de microplásticos coloridos no habitat aquático.

Por fim, analisando a diferença na quantidade de microplásticos coloridos entre os meses de janeiro e dezembro. Como discutido anteriormente, janeiro foi o mês com maior consumo de microplásticos coloridos pelos camarões. Já em dezembro, o consumo dessas micropartículas pelos camarões foi baixo. Apesar de dezembro também ser um mês com muitas chuvas e essas contribuírem para o aporte de microplásticos nos ambientes aquáticos, o baixo consumo pode ter ocorrido devido ao período reprodutivo dos camarões, que pode variar de acordo com temperatura, precipitação e características hidrológicas (ROCHA, 2010). Segundo Queiroz (2010), durante este período, as fêmeas dedicam sua energia para gerar descendentes e assim, transmitir os genes para a próxima geração. Nesse momento, as fêmeas buscam abrigos associadas à raízes e vegetação marginal (MONTROYA, 2003) e, conseqüentemente, ficam mais escondidas e menos ativas (ROCHA, 2010). Dessa forma, é possível supor que, no mês de dezembro, a estrutura populacional dos camarões da represa concentrava-se em fêmeas menos ativas, devido ao período de reprodução, as quais se alimentaram menos e, portanto, ingeriram menos microplásticos.

Também foi encontrada diferença estatisticamente significativa na quantidade de microplásticos transparentes ao longo dos meses de estudo e essa diferença ocorreu entre os meses de agosto e outubro. Agosto foi o mês com menor consumo de microplásticos transparentes pelos camarões, enquanto outubro foi o mês com maior consumo. Isso pode ser explicado pois, analisando as quantidades de microplásticos transparentes presentes nos sedimentos, agosto foi o mês com menor quantidade e outubro foi o mês com maior quantidade. Dessa forma, considerando o estudo de Duarte (2019), o qual supõe que a ingestão de sedimento pelo *M. amazonicum* é um hábito alimentar comum, sugere-se que em

agosto os camarões ingeriram menos microplásticos transparentes pois os mesmos estavam menos disponíveis no ambiente e, em outubro, ocorreu o maior consumo, já que os microplásticos transparentes estavam mais abundantes nos sedimentos.

O consumo de microplásticos pelos organismos aquáticos representa uma grande preocupação devido aos possíveis impactos que essas micropartículas podem gerar nos indivíduos. Muitos estudos apontam que os microplásticos atuam como fonte de contaminantes químicos, pois adsorvem poluentes persistentes presentes no meio, além de causarem danos internos aos organismos que o ingerirem, como perfurações e bloqueios do tubo digestivo que, como sequela, podem levar à desnutrição do animal e disfunções hormonais, comprometendo suas taxas de crescimento e reprodução (FILIPE, 2021; OLIVATTO, 2018). Além disso, a biomagnificação dessas micropartículas na cadeia alimentar e, conseqüentemente, seu acúmulo em níveis tróficos superiores, faz com que estes apresentem um grande risco para a saúde humana (FILIPE, 2021).

4.4 Correlação

Não houve correlação entre a quantidade de plásticos e a quantidade de microplásticos presentes tanto no sedimento quanto nos camarões do local de coleta. Dessa forma, é possível que os microplásticos presentes nos sedimentos e nos estômagos dos camarões sejam oriundos de outros locais, como, por exemplo, dos rios Capivari e das Mortes que desaguam no rio Grande. Outra possibilidade é que estas micropartículas sejam provenientes da degradação de lixos de outros meses que já não estavam no local de coleta e se acumularam nos sedimentos ao longo do tempo. Segundo He e colaboradores (2020) os sedimentos atuam como um sumidouro para a deposição, retenção e acumulação de microplásticos, resultando em pontos críticos de abundância de microplásticos a longo prazo. Para os camarões, além da possibilidade da ingestão acidental dessas micropartículas no ato de captura de uma presa ou ao se alimentar do próprio detrito presente no sedimento, a ingestão dessas micropartículas pode ocorrer de forma indireta, uma vez que os microplásticos são partículas bioacumulativas. Dessa forma, os camarões podem acabar ingerindo o microplástico acidentalmente ao se alimentarem de organismos que também ingeriram microplásticos, já que a espécie em questão, *M. amazonicum*, apresenta o hábito alimentar onívoro oportunista e podem se alimentar de outros invertebrados (DE FREITAS; NUNES; SALES, 2022; DUARTE, 2019).

Já ao correlacionarmos as quantidades de microplásticos no sedimento e nos estômagos dos camarões foi possível observar que houve uma forte correlação positiva,

demonstrando que, quanto maior foi a quantidade de microplásticos presentes no sedimento, maior foi a quantidade de microplásticos nos estômagos dos camarões. Essa relação é esperada uma vez que os camarões são organismos epibentônicos, ou seja, que vivem sobre o sedimento. Além disso, os camarões apresentam o hábito alimentar onívoro-detritívoro, devido ao seu amplo espectro alimentar que envolve fonte vegetal, animal e detritos (restos orgânicos) (DUARTE, 2019). Neste sentido, o habitat ocupado pelos camarões, somado ao seu hábito alimentar, faz com que esses organismos consumam facilmente as partículas que estão presentes no sedimento, justificando a forte correlação entre a quantidade de microplásticos presentes no sedimento e a quantidade de microplásticos encontrados nos estômagos dos camarões.

5 CONCLUSÃO

Em suma, considerando que atualmente os trabalhos sobre a presença de microplásticos nos ambientes aquáticos dulcícolas ainda são escassos e realizados por meio de diferentes estruturas, nota-se imprescindível a importância da padronização de metodologias e conceitos dentro da comunidade científica, a fim de melhorar seu desenvolvimento e facilitar a troca de informações entre os pesquisadores. Nesse sentido, espera-se que os resultados obtidos neste trabalho auxiliem no conhecimento a respeito da presença de microplástico nos ambientes de água doce do estado de Minas Gerais, bem como a presença dos mesmos nos organismos da espécie *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), principalmente tendo em vista o baixo número de trabalhos realizados com essa temática.

REFERÊNCIAS

- AMÂNCIO, Diego Vipa et al. Qualidade da água nas sub-bacias hidrográficas dos rios Capivari e Mortes, Minas Gerais. **Scientia agraria**, v. 19, n. 1, p. 75-86, 2018.
- ALEXANDRE, Cleber Valim et al. Analysis of fish communities along a rural–urban gradient in a neotropical stream (Piracicaba River Basin, São Paulo, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 641, n. 1, p. 97-114, 2010.
- ALVES, Carlos Bernardo Mascarenhas; SILVA, Luiz Gustavo Martins da; GODINHO, Alexandre Lima. Radiotelemetry of a female jaú, Zungaro jahu (Ihering, 1898)(Siluriformes: Pimelodidae), passed upstream of Funil Dam, rio Grande, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, p. 229-232, 2007.
- BELO, Isabela Cristina Bitencourt et al. MICROPLÁSTICOS, SEUS IMPACTOS NO AMBIENTE E MANEIRAS BIODEGRADÁVEIS DE SUBSTITUIÇÃO. **Revista Internacional de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 214-228, 2021.
- BRASIL. INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Monitoramento de precipitação**. Brasília-DF. Disponível em:<<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 22/01/2023.
- CAIXETA, Danila; CAIXETA, Frederico César; MENEZES FILHO, Frederico. Nano e microplásticos nos ecossistemas: impactos ambientais e efeitos sobre os organismos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, 2018.
- COELHO, Silvério José; PEREIRA, José Aldo Alves. A paisagem na área de influência da Usina Hidrelétrica do Funil (UHE-FUNIL), percebida através do EIA-RIMA. **Paisagem e Ambiente**, n. 28, p. 133-148, 2010.
- COLLART, Olga Odinetz. Aspectos ecológicos do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no baixo Tocantins (Pa-Brasil). **Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle**, v. 48, n. Supl, p. 341-353, 1988.
- DA CRUZ, Barbara RF et al. Natural diet of *Macrobrachium brasiliense* (Crustacea, Decapoda) in a Cerrado stream. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 111, 2021.
- DE FREITAS, Igor Santos; SALES, André Luis Lima Batista; NUNES, César Antunes Rocha. Nutrição e alimentação de camarões do gênero *Macrobrachium* (Bate, 1868)(CRUSTACEA: DECAPODA: PALAEMONIDAE). **Revista Sertão Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 17-28, 2022.
- DE OLIVEIRA, Ana Cláudia S. et al. UMA ALTERNATIVA PARA O LIXO FLUTUANTE EM RIOS E CÓRREGOS. **Revista Ciências do Ambiente on-line**, v. 1, n. 1, 2005.
- DEZEMBRO é a época do ano com maior registro de produção e descarte indevidos de lixo. **Portal Saneamento Básico**, 23 de dezembro de 2022. Disponível em:<<https://saneamentobasico.com.br/residuos-solidos/dezembro-producao-descarte-indevido-s-lixo/>>. Acesso em: 22/01/2023.

DOLEDEC, Sylvain; PHILLIPS, Ngaire; TOWNSEND, Colin. Invertebrate community responses to land use at a broad spatial scale: trait and taxonomic measures compared in New Zealand rivers. **Freshwater Biology**, v. 56, n. 8, p. 1670-1688, 2011.

DUARTE, Sting Silva. **Aspectos da Bioecologia de Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862)(Decapoda: Palaemonidae) da Foz e Baixo Rio Amazonas, Amazônia, Brasil**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará.

FILIFE, Mariana Soares Carreiro Gonçalves. **Deteção de Microplásticos em Subprodutos de ETAR**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade NOVA de Lisboa (Portugal).

GRIBOFF, Julieta et al. Bioaccumulation and trophic transfer of metals, As and Se through a freshwater food web affected by anthropic pollution in Córdoba, Argentina. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 148, p. 275-284, 2018.

LU, Hsuan-Cheng et al. A systematic review of freshwater microplastics in water and sediments: Recommendations for harmonisation to enhance future study comparisons. **Science of the Total Environment**, v. 781, p. 146693, 2021.

MACÊDO, Aline Pereira et al. Minicurso sobre Plásticos: conscientização a respeito de sua utilização. **XVI ENEQ/X EDUQUI-ISSN: 2179-5355**, 2012.

MACHADO, Sheila; BOZZINI, Calsoni. Fontes de poluentes da Represa de Furnas no município de Campo do Meio, MG; e subsídios para a minimização de impactos ambientais. VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Caxambu-MG, 2007.

MESSIAS, Cassiano Gustavo. Análise empírica de fragilidade ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento: O caso da área de influência da hidrelétrica do Funil–MG. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 112-125, 2012.

MOREIRA, Heitor Soares et al. Cenários de disponibilidade hídrica para concessão de outorga: estudo de caso da Bacia Vertentes do Rio Grande, Estados de Minas Gerais e São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 15, p. 341-350, 2020.

MONTOYA, José V. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). **Caribbean Journal of Science**, v. 39, n. 1, p. 155-159, 2003.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & natureza**, v. 20, p. 111-124, 2008.

MURGAS, L. D. S. et al. Biologia reprodutiva da Pequirá *Bryconamericus stramineus* (Eigenmann, 1908) no reservatório de Funil-MG, Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 639-645, 2018.

NAN, Bingxu et al. Identification of microplastics in surface water and Australian freshwater shrimp *Paratya australiensis* in Victoria, Australia. **Environmental Pollution**, v. 259, p. 113865, 2020.

NEVES, R. C. et al. Análise qualitativa da distribuição de lixo na praia da Barrinha (Vila Velha-ES). **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 57-64, 2011.

OLIVATTO, Gláucia P. et al. Microplásticos: Contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018.

PENG, Guyu et al. Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: a case study of risk assessment in mega-cities. **Environmental Pollution**, v. 234, p. 448-456, 2018.

POMPÊO, Marcelo; RANI-BORGES, Bárbara; DE PAIVA, C. B. Teresa. **Microplásticos nos ecossistemas: impactos e soluções**. 1. ed. São Paulo: Instituto de Biociências - IB/USP Universidade São Paulo, 2020. 224 p.

QUEIROZ, Lília Ferreira Souza. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862)(Decapoda, palaemonidae) no reservatório da Pedra do Cavalo. 2013.

ROCHA, Sérgio Schwarz da. Diferença entre dois métodos de coleta utilizados na captura de crustáceos decápodes em um rio da Estação Ecológica Juréia-Itatins, São Paulo. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 100, p. 116-122, 2010.

ROSSI, Nelson Fernando Pereira et al. Usos conflitivos das APP do reservatório do funil no município de Ijaci, Minas Gerais–Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 42993-43011, 2020.

SILVA, José Carlos da. Biologia e ecologia dos camarões de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778)(Crustacea: Caridea: Palaemonoidea) no Rio Grande, região de Planura. MG. 2010.

SISEMA. **Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2021. Disponível em: idesisema.meioambiente.mg.gov.br. Acesso em: 20/01/2023.

SHRUTI, V. C. et al. Microplastics in freshwater sediments of atoyac river basin, Puebla city, Mexico. **Science of the Total Environment**, v. 654, p. 154-163, 2019.

SODRÉ, Fernando Fabríz. Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle. **Agricultura**, v. 1, n. 20, p. 30, 2012.

WAGNER, Martin et al. Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. **Environmental Sciences Europe**, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2014.

WWF Brasil. **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico**. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>. Acesso em 22/01/2023.

ZHANG, Kai et al. Microplastic pollution of lakeshore sediments from remote lakes in Tibet plateau, China. **Environmental pollution**, v. 219, p. 450-455, 2016.