



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO ECOLOGIA E ZOOLOGIA  
CURSO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA

Aline Conceição de Oliveira da Silva

**Título:** Ocorrência de microplástico no trato gastrointestinal de peixes do gênero *Astyanax*. na Lagoa do Peri.

FLORIANÓPOLIS

2025

Aline Conceição de Oliveira da Silva

**Título:** Ocorrência de microplástico no trato gastrointestinal de peixes do gênero *Astyanax* na Lagoa do Peri.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Ciências Biológicas licenciatura do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de licenciada em Ciências Biológicas

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Michelle das Neves Lopes  
Coorientador: Dr<sup>o</sup> Diego José Nogueira

Florianópolis

2025

Oliveira da Silva , Aline Conceição

Ocorrência de microplástico no trato gastrointestinal de peixes do gênero *Astyanax* na Lagoa do Peri. /Aline Conceição Oliveira da Silva ;orientador, Michelle das Neves Lopes , coorientador, Diego José Nogueira , 2025. 40 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Lagoas costeiras. 3. *Astyanax*. 4. contaminantes emergentes. 5. partículas plásticas . I. Lopes , Michelle das Neves . II. Nogueira , Diego José . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.



Aline Conceição de Oliveira da Silva

**Título:** Ocorrência de microplástico no trato gastrointestinal de peixes do gênero *Astyanax*. da Lagoa do Peri.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de graduação e aprovado em sua forma final pelo Curso Ciências Biológicas.

Florianópolis, 28 de novembro de 2025.



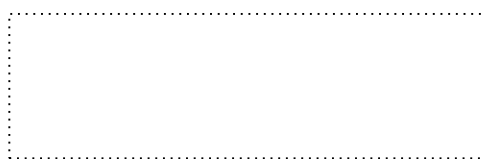
Coordenação do Curso

**Banca examinadora**



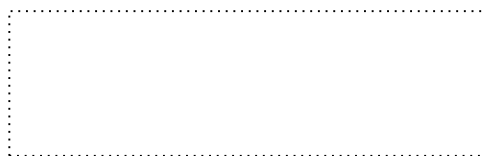
Dr<sup>a</sup> Michelle das Neves Lopes.

Orientadora



Prof. Dr. Bruno Renaly Souza Figueiredo

Instituição UFSC.



Dr. Miguel Angel Saldanã Serrano

Instituição UFSC

Florianópolis, 2025.

A todos da minha família, que sempre me apoiaram nessa trajetória.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me sustentado, iluminado e colocado em meu caminho pessoas inspiradoras e extraordinárias, que tornaram possível a realização desta trajetória. Expresso minha gratidão mais profunda ao meu parceiro de vida, pelo apoio incondicional, incentivo constante e força em todos os momentos dessa jornada desafiadora. À minha família, que mesmo à distância sempre me enviou forças para seguir, deixo meu carinho e reconhecimento. À grande corrente de amizades construída dentro e fora da universidade, meus sinceros agradecimentos.

À minha orientadora, Dr<sup>a</sup> Michelle, registro um agradecimento especial. Você me apresentou a um universo de possibilidades que eu jamais imaginei alcançar. Mais do que orientação acadêmica, você ofereceu inspiração, confiança e um exemplo de excelência profissional e humana. Sou profundamente grata pelos aprendizados compartilhados, pela paciência, pela dedicação e por todos os momentos em que trabalhamos juntas no desenvolvimento deste e de tantos outros projetos. Ter sido sua orientanda foi um privilégio que levarei para toda a vida.

Ao meu co-orientador, Dr. Diego, a quem dedico minha profunda gratidão. Agradeço o convite que abriu as portas do laboratório, transformando-se em um divisor de águas na minha jornada acadêmica. Pelo valioso apoio, pelas contribuições científicas fundamentais e, principalmente, pela dedicação em construir uma rotina laboratorial rigorosa que me moldou como pesquisadora. Suas mentorias, sempre generosas, inspiradoras e esclarecedoras, foram além do êxito deste trabalho, sendo essenciais para a minha formação e crescimento pessoal.

Ao Laboratório de Ecologia de Águas Continentais (LIMNOS), dedico meus agradecimentos sinceros. Aos Professores Nei e Mauricio e a todos os membros e colegas do LIMNOS, agradeço pelas trocas de conhecimento enriquecedoras, pela ajuda constante no campo e no laboratório, pelo apoio logístico fundamental e pelas discussões científicas que enriqueceram significativamente esta pesquisa. Estendo minha gratidão ao Laboratório de Biomarcadores de Contaminação Aquática e Imunoquímica (LABCAI) e ao Professor Afonso, bem como a todos os seus membros, pela infraestrutura de ponta e pelo suporte técnico indispensável que possibilitaram a realização das análises.

À Renata, que viabilizou as coletas, à equipe técnica, Ronaldo e Maurício, assim como a toda a equipe de campo do Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD/UFSC), sou profundamente grata pelo auxílio imprescindível durante as coletas.

Também agradeço à Fundação Municipal do Meio Ambiente (FLORAM), pela emissão da licença de coleta, que viabilizou a realização deste estudo na Lagoa do Peri.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), aos professores, técnicos e profissionais de laboratório, por todo o conhecimento compartilhado ao longo da minha formação. Cada contribuição foi essencial para que este trabalho se concretizasse.

Ebenézer, até aqui o Senhor tem me sustentado.

## RESUMO

A crescente preocupação global com a presença de microplásticos em ecossistemas aquáticos tem motivado investigações que buscam compreender como esses contaminantes emergentes afetam a biota e a qualidade ambiental. Nesse contexto, a Lagoa do Peri principal manancial de água potável da Ilha de Santa Catarina representa uma área sensível, cuja conservação é essencial para o equilíbrio ecológico e para o abastecimento público. Justifica-se, portanto, a realização deste estudo pela necessidade de avaliar a ocorrência de microplásticos em organismos localizados em uma Unidade de Conservação, contribuindo para o monitoramento ambiental e para a identificação de potenciais riscos à biodiversidade local. O presente estudo investigou a ocorrência de microplásticos no trato gastrointestinal de peixes do gênero *Astyanax*, na Lagoa do Peri, localizada dentro da UC Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri. O objetivo foi avaliar a presença dessas partículas utilizando indivíduos desse gênero como bioindicadores. Foram coletados indivíduos no verão e no inverno, em três pontos distribuídos ao longo da lagoa. Após as coletas, os peixes passaram pela biometria e, em seguida, pela dissecação do trato gastrointestinal, que foi encaminhado para o processo de extração e digestão. A caracterização das partículas plásticas foi realizada de acordo com a morfologia, cor e tamanho, utilizando microscópio. A análise dos dados mostrou que a presença de partículas foi mais recorrente no inverno em comparação ao verão. Discute-se que esse padrão sazonal se deve a fatores hidrológicos, como a estiagem no inverno, que reduz a diluição dos contaminantes. Quanto à distribuição espacial, registrou-se maior frequência de microplásticos no Ponto 2 (Cachoeira Grande), local considerado de menor influência humana direta, sugerindo que o transporte e a circulação hídrica são fatores determinantes para a distribuição dos microplásticos na lagoa. Além disso, as partículas plásticas do tipo fragmento, especialmente na cor azul, apresentaram maior abundância.

**Palavras-chave:** Lagoas costeiras; contaminantes emergentes; *Astyanax*

## ABSTRACT

The growing global concern regarding the presence of microplastics in aquatic ecosystems has motivated investigations aimed at understanding how these emerging contaminants affect biota and environmental quality. In this context, the Peri Lake, the main source of drinking water on Santa Catarina Island, represents a sensitive area whose conservation is essential for ecological balance and public water supply. Therefore, this study is justified by the need to assess the occurrence of microplastics in organisms located within a Conservation Unit, contributing to environmental monitoring and the identification of potential risks to local biodiversity. The present study investigated the occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of fish of the genus *Astyanax* in the Peri Lake, located within the Municipal Natural Monument of the same name. The objective was to evaluate the presence of these particles using individuals of this genus as bioindicators. Individuals were collected in both summer and winter at three sampling points distributed along the lagoon. After collection, the fish underwent biometry and were subsequently dissected to remove the gastrointestinal tract, which was then processed for extraction and digestion. The characterization of plastic particles was carried out according to morphology, color, and size using microscopy. Data analysis showed that the presence of particles was more frequent in winter compared to summer. This seasonal pattern is thought to be related to hydrological factors, such as reduced rainfall in winter, which decreases contaminant dilution. Regarding spatial distribution, a higher frequency of microplastics was recorded at Point 2 (Cachoeira Grande), a site considered to have lower direct human influence, suggesting that water transport and circulation are determining factors in the distribution of microplastics in the lagoon. Additionally, plastic fragments, particularly blue ones, were the most abundant type of particle found.

**Keywords:** Coastal lagoons; Emerging contaminants; *Astyanax*.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Mapa da amostral .....	19
Figura 2 – Esquema do processo de filtração .....	21
Figura 3 – Variação biométrica dos indivíduos por estação.....	25
Figura 4 – Variação biométrica dos indivíduos por ponto .... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	26
Figura 5 – Número de partículas por ponto .....	27
Figura 6 – Imagem de esteriomicroscópio .....	28
Figura 7 – Número de fragmentos e fibras por ponto.....	29
Figura 8 – Comprimento total das partículas .....	30
Figura 9 – Variação do comprimento total de partículas por ponto .....	31
Figura 10 – Variação do número de partículas e classificação.....	31
Figura 11 – Análise da classificação de cor das partículas plásticas.....	32

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Dados abióticos.....	23
Tabela 2 – Dados biométricos dos indivíduos coletados.....	24
Tabela 3– Frequência de ocorrência .....	26
Tabela – Comprimento total das partículas plásticas .....	30

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Mps	Microplásticos
OD%	Oxigênio dissolvido em porcentagem
ODmg\L	Oxigênio dissolvido em miligrama por litro
T°	Temperatura
Prof.	Profundidade
CT	Comprimento Total
PT	Peso Total
PG	Peso do gastrointestinal

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1	Objetivo geral .....	17
1.2	Objetivos específicos .....	17
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
2.1	Licenças e aprovações éticas .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.18</b>
2.2	Área de estudo .....	20
2.3	Parâmetros físico-químicos .....	20
2.4	Coleta de peixes.....	20
2.5	Biometria da ictiofauna .....	21
2.6	Digestão e filtração do trato gastrointestinal .....	<i>Erro! Indicador não definido.21</i>
2.7	Análise óptica de microplástico.....	<i>Erro! Indicador não definido.22</i>
2.8	Análises estatísticas .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.22
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.22</b>
3.1	Caracterização das variáveis abióticas	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.22</b>
3.2	Biometria de <i>Astyanax</i> . .....	23
3.3	Variação espacial sazonal de <i>Astyanax</i> . .....	25
3.4	Frequência de ocorrência de microplásticos nos indivíduos coletados .....	
3.5	Quantitativo de partículas plásticas no trato gastrointestinal de <i>Astyanax</i> .....	28
3.6	Caracterização quali-quantitativa das partículas plásticas .....	
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>32</b>
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os contaminantes emergentes englobam um amplo conjunto de substâncias sintéticas com potencial toxicológico, representando riscos relevantes à saúde humana e aos ecossistemas (Chen et al., 2023). Entre esses poluentes, destacam-se produtos farmacêuticos e de higiene pessoal, produtos químicos industriais, cosméticos e os microplásticos (MPs) (Neto et al., 2023).

Os MPs são partículas com dimensões que variam de 0,001mm a 5mm (Montagner et al., 2021). Eles são gerados a partir da degradação do macroplástico por meio da influência de diversos fatores abióticos, tais como a radiação solar, a temperatura, a ação mecânica das chuvas, dos ventos e o atrito com superfícies, além da salinidade, especialmente em ambientes litorâneos (Chen et al., 2022). Essas partículas podem, ainda, ser categorizadas com base na morfologia, como fibras, filmes e fragmentos (Elizalde-Velázquez & Gómez-Oliván, 2021).

A poluição por MPs tem se consolidado como um problema significativo em ambientes aquáticos continentais, essenciais sob os pontos de vista ecológico e socioeconômico. A origem desse cenário de degradação é resultado de ações antropogênicas, estando associada a vetores como as descargas de efluentes domésticos e industriais, o desenvolvimento de atividades turísticas e aquáticas, e o arraste de partículas por meio do escoamento superficial oriundo de grandes centros urbanos (Allen et al., 2019; Pompeo et al., 2022).

Nesse contexto, os MPs se destacam como um dos principais contaminantes preocupantes em rios, lagos e lagoas costeiras de água doce (Bexeitova et al., 2024). A entrada dos MPs no meio aquático gera uma dificuldade de remoção, o que aumenta a disponibilidade de poluentes para a biodiversidade aquática (Li; Liu; Paul Chen, 2018). Os MPs representam uma ameaça contínua, visto que a baixa massa específica de alguns deles permite flutuar e persistir na coluna d'água, potencializando a ingestão acidental por organismos (Dada; Bello, 2023). Essa disponibilidade implica em riscos para a biota aquática, como a ingestão de MPs pela ictiofauna (Thacharodi et al., 2024).

A investigação sobre a ingestão de microplásticos pela ictiofauna em lagoas costeiras tem se consolidado como tema central para a compreensão da ecologia trófica das comunidades aquáticas em bacias hidrográficas (Khan et al., 2024), especialmente em ambientes urbanos devido ao aumento de pressões antrópicas observadas ao longo das últimas décadas na Ilha de Santa Catarina (Lopes et al., 2020b). Tal relevância é evidenciada por estudos realizados na região, como o desenvolvido na Lagoa da Conceição, onde foi detectada contaminação por microplásticos provenientes dos principais rios de drenagem da bacia hidrográfica (Grijó et al., 2024). Esses resultados reforçam que o acompanhamento da ingestão de microplásticos por

organismos aquáticos é imprescindível para avaliar os efeitos diretos e estruturantes desse contaminante e suas implicações na dinâmica alimentar das espécies costeiras.

A Lagoa do Peri é o principal ecossistema costeiro de água doce de Santa Catarina. Está inserida no Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri, que abrange quase toda sua bacia de drenagem, e abastece moradores das regiões sul e leste da ilha (Florianópolis Prefeitura Municipal de, 2024). Contudo, o aumento populacional na ilha e a expansão urbana nas últimas décadas (Lopes et al., 2020) têm ampliado a pressão antrópica sobre este ecossistema.

A preservação desse ecossistema é uma prioridade local e essencial para garantir a sustentabilidade e os serviços ecossistêmicos da região. Além disso, a lagoa oferece um destino turístico para atividades aquáticas, recebendo cerca de dois mil visitantes por dia durante o verão (Quariniri, 2024). Além da importância sociocultural e turística, a Lagoa do Peri abriga uma ictiofauna diversa, cuja estrutura trófica é essencial para o funcionamento do ecossistema.

A ictiofauna da Lagoa do Peri é caracterizada por espécies com nichos ecológicos diversos, as quais habitam zonas pelágicas e bentônicas e exibem uma dieta ampla, abrangendo hábitos onívoros, carnívoros, planctívoros e detritívoros (Montenegro et al., 2013; Amorim, 2015; Oliveira et al., 2016). Exemplos dessas espécies incluem: *Hoplias malabaricus*, *Rhamdia quelen*, *Lycengraulis grossidens*, *Geophagus iporangensis*, *Tilápia rendalli*, *C. paralellus*, e *Astyanax* (Florianópolis Prefeitura Municipal de, 2024).

A abundância e a composição dessas espécies são parâmetros substanciais para o monitoramento da saúde do ecossistema, visto que variações no quantitativo populacional podem ser indicativas de estresse ambiental (Freitas; Siqueira-Souza, 2009). Em função dessa sensibilidade, as assembleias de peixes são consideradas organismos bioindicadores para a avaliação de ecossistemas aquáticos. Assim, a presença dessas espécies é recomendada como indicadores de mudanças ambientais, pois refletem prontamente alterações em seus hábitos alimentares, mobilidade e padrões de migração (Freitas; Siqueira-Souza, 2009).

Entre os contaminantes emergentes que têm sido amplamente estudados nas últimas décadas, destacam-se os MPs como componentes que têm levado a alterações dos hábitos alimentares de peixes (Watanabe; Hisano; Rocha, 2025). Os MPs estão presentes na coluna d'água compartilhando espaço com os organismos planctônicos (fitoplâncton e zooplâncton), podendo ocasionar a ingestão acidental pela biota aquática (Carbery et al., 2018). Diante desse cenário, é interessante investigar espécies que, devido ao seu hábito alimentar e abundância, possam sofrer ou indicar a bioacumulação desses contaminantes.

Neste estudo, foram selecionados peixes do gênero *Astyanax*, espécie pelágica de ocorrência abundante e hábito alimentar onívoro (Vilella; Becker; Hartz, 2002), com o objetivo

de avaliar a ocorrência de MPs em suas populações. Testou-se a hipótese de que indivíduos coletados durante o verão, em áreas da Lagoa do Peri mais influenciadas pelo rio Ribeirão Grande e pela região da praia, apresentariam maior concentração de microplásticos no trato gastrointestinal.

### 1.1 Objetivo geral:

Avaliar a ocorrência de plásticos no trato gastrointestinal de peixes do gênero *Astyanax*, capturados na Lagoa do Peri, Florianópolis, Santa Catarina ao longo de duas estações do ano (verão e inverno).

### 1.2 Objetivos específicos:

- Realizar a caracterização do ambiente com os parâmetros físico – químicos
- Realizar análises de biometria dos peixes do gênero *Astyanax*, ao longo de duas estações do ano em 3 pontos de coleta
- Identificar e avaliar a variação espacial e sazonal da quantidade de microplásticos (MPs) no trato gastrointestinal de peixes do gênero *Astyanax*, através de amostragens realizadas em três pontos distintos e em duas estações do ano.
- Caracterizar os microplásticos encontrados nos tratos gastrointestinais do táxon e analisada, com base em forma, cor e tamanho.
- Analisar a relação entre a concentração dos microplásticos e o peso dos tecidos dos peixes.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Licenças e Aprovações Éticas

A pesquisa foi conduzida em conformidade com os protocolos de aprovações éticas e de biossegurança, e todos os pesquisadores apresentavam certificados Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), necessária para o manejo dos espécimes coletados. O projeto foi aprovado pelo CEUA (001915082024) e autorizado pela Fundação Municipal do Meio Ambiente (FLORAM), que concedeu a licença para a realização das atividades de campo na Lagoa do Peri. Adicionalmente, o projeto foi registrado na Plataforma Brasil (85672324.7.0000.0121). O presente estudo é parte integrante de um projeto guarda-chuva maior. Dada a abrangência do projeto principal, as autorizações institucionais relativas à pesquisa foram centralizadas e emitidas sob a responsabilidade da estudante de mestrado.

## 2.2 Área de Estudo

A Lagoa do Peri é uma lagoa costeira localizada na região litorânea, ao sul da Ilha de Santa Catarina, em Florianópolis. Está inserida em uma unidade de conservação (UC) de mesmo nome, o Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri (Fig. 1). Essa UC possui área total de 4.274,43 hectares, sendo a segunda maior unidade de conservação municipal de Florianópolis (FLORAM, 2024).

A Lagoa do Peri é um importante manancial, responsável pela captação de água para a população das porções sul e leste da ilha (CASAN, 2014). Destaca-se por ser o maior reservatório de água potável da Ilha de Santa Catarina e está inserida em uma bacia hidrográfica com área aproximada de 20,3 km<sup>2</sup>, cujas margens são compostas por vegetação típica da Mata Atlântica. Seus principais tributários são os rios Ribeirão Grande e Cachoeira Grande.

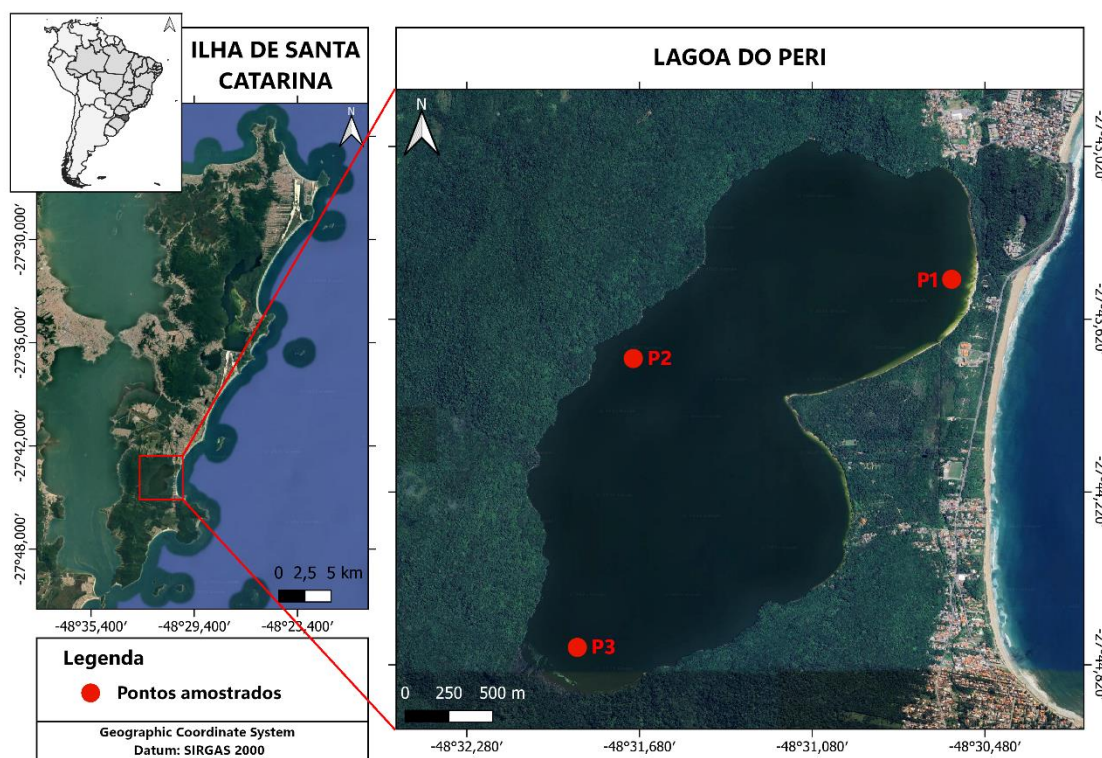


Figura 1 – Mapa da Lagoa do Peri situada ao sul da Ilha de Santa Catarina-Florianópolis-SC, com destaque para os 3 pontos de amostragem P1=Região da prainha; P2=Região de Foz do rio Cachoeira Grande e P3=região de foz do rio Ribeirão Grande.

As coletas foram realizadas em duas estações climáticas (verão e inverno) em três (3) pontos amostrais ao longo da lagoa, entre o período de 21 de janeiro e 23 julho de 2025. Para cada estação foram realizadas 3 campanhas sendo uma campanha em janeiro outra em fevereiro

e março, inverno todas as três campanhas foram realizadas no mês de julho. Os três pontos de coleta (P1, P2 e P3) foram definidos de acordo com as características abaixo, em função de sua localização:

P1 - Prainha: Esta área é definida como o ponto de maior concentração das atividades de lazer e recreação da região, especialmente durante o verão. Devido ao uso intenso e contínuo por banhistas e visitantes, a Prainha representa o local de estudo com o mais alto nível de perturbação antrópica.

P2 - Cachoeira Grande: A Cachoeira Grande é uma região altamente preservada devido à sua localização, que oferece acesso restrito. Situada na porção sudoeste, essa área só pode ser alcançada por via aquática, o que naturalmente dificulta o fluxo de banhistas e visitantes. Devido ao menor grau de uso antrópico (Lopes et al 2021) e a baixa frequência de público é uma região de extrema importância, e foi estabelecida como nosso ponto o local de referência.

P3 - A Foz do Ribeirão é caracterizada por um possível aumento das atividades antrópicas (Lopes *et al.*, 2021), sendo estabelecida como uma área de estudo com potencial perturbação humana. A pressão pode vir tanto das atividades dos moradores locais quanto do fluxo turístico, que utiliza o local para diversas atividades aquáticas.

### 2.3 Parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos foram mensurados em cada ponto de coleta por meio de uma sonda multiparâmetro modelo YSI PRO/DSS, sendo devidamente registrados e tabelados. Entre os parâmetros avaliados estão temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (em porcentagem e mg/L), profundidade (m), e pH.

### 2.4. Coleta de peixes

Em cada ponto, após a coleta dos indivíduos, foram selecionados aleatoriamente vinte (n=20) exemplares do gênero *Astyanax*. (Andrian; Peretti; Lambrecht, 2006). As coletas foram realizadas sazonalmente, considerando dois períodos (verão e inverno). Os peixes foram capturados com redes de espera utilizando malha 15 mm entre nós (M1510), com 10m de comprimento, com despesas monitoradas a cada duas horas, para garantir o conteúdo dos tratos gastrointestinais dos peixes.

A eutanásia foi realizada por imersão em solução de eugenol (75 mg/L) e, posteriormente, os peixes foram sacrificados por imersão em gelo, seguindo as diretrizes da

Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA). Os indivíduos foram acondicionados em gelo e transportados para o Laboratório de Biomarcadores de Contaminação Aquática e Imunoquímica (LABCAI), e logo após foi realizada a biometria dos peixes.

## 2.5 Biometria da Ictiofauna

No laboratório foi realizado a biometria sendo registrados o comprimento total (CT em cm) e peso total (PT em gr.). Os espécimes foram identificados, separados por ponto e pela estação do ano em que foram coletados, e logo após foram armazenados no freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$  até a extração.

## 2.6 Digestão e filtração do trato gastrointestinal.

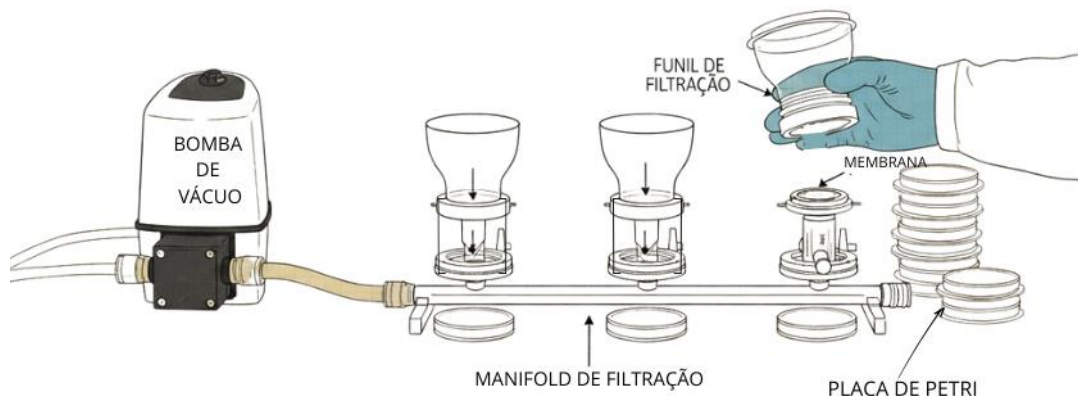
O estudo implementou um protocolo rigoroso para evitar a contaminação, realizando as operações em um ambiente de baixa circulação e sob capela de exaustão (RIVOIRA et al., 2020), com pesquisadores utilizando vestimentas específicas, como jalecos de algodão e luvas de nitrila sem talco (MONTAGNER et al., 2021). Além disso, a limpeza dos materiais de vidro foi meticulosa, incluindo lavagem com água ultrapura e posterior secagem e esterilização a  $200^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, com armazenamento imediato em papel alumínio até o uso (CHANG et al., 2021; THIELE; HUDSON; RUSSEL., 2019). De modo similar, os reagentes químicos passaram por filtração dupla usando filtro de fibra de vidro de  $1,6\mu\text{m}$ , sendo a última filtração usada para confirmar microscopicamente a ausência de partículas (LI et al., 2018).

Para o controle de qualidade, foi executado um "branco atmosférico" diário (RIVOIRA et al., 2020), e qualquer partícula com características semelhantes às detectadas nos brancos (atmosférico ou de reagentes) foi excluída da quantificação final (HUPPERTSBERG; KNEPPER, 2020).

O procedimento para digestão foi realizado com base na metodologia de Foekema et al. (2013), incorporando as devidas adaptações. Neste processo, o trato gastrointestinal foi digerido utilizando hidróxido de potássio P.A. (KOH 10%). Cada trato gastrointestinal foi colocado em frascos de vidro de 50ml, onde foram adicionados 30ml da solução de KOH 10%. Estes foram cobertos por papel alumínio e incubados a  $60^{\circ}\text{C}$  por um período de vinte e quatro horas, sob agitação constante de 160rpm.

Após a digestão, o conteúdo de cada recipiente foi submetido à filtragem a vácuo, utilizando um sistema manifold (Fig. 2.). Na filtragem, foram empregadas membranas de fibra

de vidro de  $1,6\mu\text{m}$  47mm de diâmetro. Os filtros obtidos foram acondicionados em placas de Petri plásticas para a caracterização física dos microplásticos (MPs).



**Figura 2.** Esquema do processo de filtração para a realização da extração de microplástico do trato gastrointestinal (Fonte: Própria autora)

## 2.7 Análise óptica de microplástico

A caracterização física das partículas incluindo sua forma, tamanho e cor foi realizada por estereomicroscopia (Olympus SZX18), com registro de imagens via câmera DP73.

As imagens capturadas foram analisadas utilizando o software ImageJ, uma ferramenta de código aberto amplamente empregada para processamento, análise e quantificação de imagens científicas. O ImageJ é especialmente utilizado em pesquisas que requerem mensuração precisa, como estudos envolvendo microplásticos em tecidos biológicos. Com esse software, é possível calibrar a escala, realizar contagem automática de partículas, segmentar áreas de interesse, medir dimensões e exportar os resultados em tabelas para análise estatística, tornando a avaliação dos dados eficiente e confiável (Pantoja; Barroso; Viana, 2014).

## 2.8. Análises estatísticas

As análises estatísticas compreenderam a aplicação de testes de normalidade para avaliar a distribuição dos dados, seguidas de testes não paramétricos para investigar diferenças

na quantidade e no tamanho dos microplásticos encontrados entre os três pontos de amostragem e entre as duas estações climáticas avaliadas.

Para comparar os diferentes pontos de amostragem, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis, apropriado para dados que não seguem distribuição normal, enquanto as diferenças entre as estações climáticas foram analisadas por meio do teste de Wilcoxon, indicado para a comparação de dois grupos independentes em amostras não paramétricas (Akter *et al.*, 2024; Crispim *et al.*, 2025). Além dos testes de Kruskal-Wallis foi empregado o teste *pos-hoc* de Dunn para identificar diferenças específicas entre os pontos de amostragem.

Para avaliar a relação linear entre o peso do trato gastrointestinal dos peixes e a quantidade de partículas de microplástico ingeridas, utilizou-se um modelo linear (lm), conforme metodologia já adotada em estudos estatísticos anteriores de microplásticos em peixes. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R Studio 4.5.1.

## 4. 3. RESULTADOS

### 3.1 Caracterização das variáveis abióticas

Os parâmetros físico-químicos da água coletados durante o inverno e o verão apresentaram variações entre as estações (Tabela 1). No inverno, a temperatura média da água foi de  $15,10 \pm 0,38$  °C, valor significativamente mais baixo em relação ao verão, que registrou  $26,02 \pm 0,84$  °C. O oxigênio dissolvido em porcentagem (OD%) atingiu valores mais elevados no inverno ( $111,25 \pm 21,09\%$ ) em comparação ao verão ( $109,97 \pm 24,82\%$ ), refletindo uma maior capacidade de oxigenação das águas nos meses mais frios.

Além disso, o oxigênio dissolvido em mg/L seguiu o mesmo padrão, apresentando média de  $11,43 \pm 0,27$  mg/L no inverno e  $9,57 \pm 0,78$  mg/L no verão. A profundidade também variou entre os períodos, com média de  $1,67 \pm 0,66$  m no inverno e  $2,10 \pm 1,36$  m no verão. Os valores de pH foram mais ácidos no inverno ( $6,11 \pm 0,10$ ) e mais alcalinos no verão ( $8,31 \pm 0,82$ ).

**Tabela 1.** Dados abióticos coletados durante duas estações do ano na Lagoa do Peri na ilha de Santa Catarina.

Estação do ano		Temp.Água (°C)	OD%	OD (mg/l)	Prof. (m)	pH
INVERNO	MÉDIA SD	15,10±0,38	111,25±21,09	11,43±0,27	1,67±0,66	6,11±0,10
	MIN-MÁX	14,70-15,60	61,50±127,80	10,93-11,68	1,10-2,40	6,00-6,30
VERÃO	MÉDIA SD	26,02±0,84	109,97±24,82	9,57±0,78	2,10±1,36	8,31±0,82
	MIN-MAX	24,60-27,60	61,50-127,80	7,97-10,34	0,60-4,40	7,00-9,22

### 3.2 Biometria de *Astyanax*

Durante as coletas realizadas, indivíduos do gênero *Astyanax*. foram frequentes em todos os pontos amostrados (P1, P2 e P3). O esforço amostral resultou na captura de 120 indivíduos no total ao longo do período de estudo. Para as análises subsequentes e com o objetivo de garantir a representatividade, foram selecionados aleatoriamente 20 exemplares por ponto de coleta e por estação.

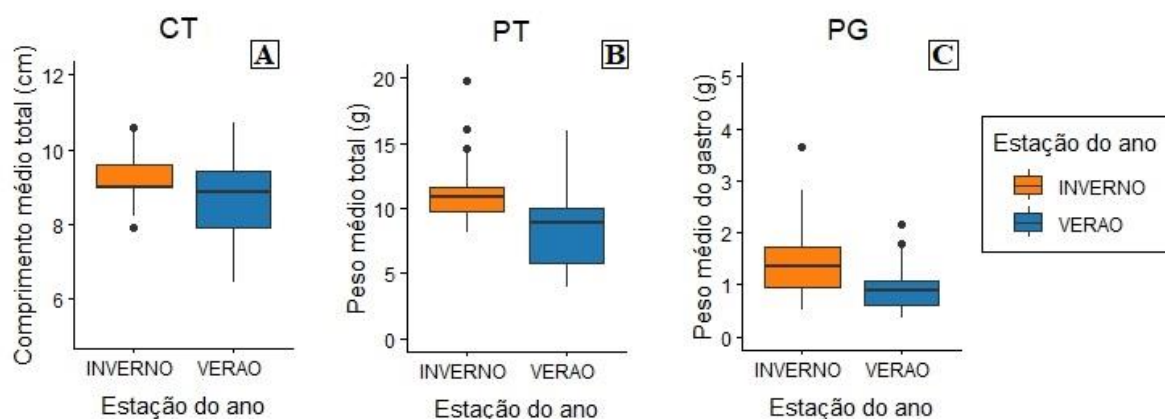
A análise dos dados biométricos dos indivíduos selecionados revelou variações significativas no tamanho e no peso total entre as estações (Tabela 3). O comprimento total (CT) médio foi de 8,60±1,03 cm no verão, sendo inferior à média registrada no inverno, que foi de 9,35±0,73cm (média ±desvio padrão). Essa diferença refletiu no peso total (PT), que foi menor no verão com média 8,37±2,74 g em comparação ao inverno 11,04±1,89 g (média ±desvio padrão). Além disso, o peso do trato gastrointestinal (PG) um indicador da atividade alimentar e ingestão de itens apresentou valores mais elevados no inverno 1,41±0,56 g, do que no verão 0,91±0,37 g (média ±desvio padrão).

**Tabela 2.** Dados biométricos (média e desvio padrão do comprimento total (CT) e peso total (PT)) e peso do gastrointestinal (PG) de *Astyanax*. coletados na Lagoa do Peri, por estação e pontos de coleta.

Ponto	Inverno			Verão		
	CT (cm)	PT (g)	PG (g)	CT (cm)	PT (g)	PG (g)
P1	MÉDIA± SD 9,42±0,58	12,43±2,42	1,95±0,57	7,47±0,61	5,19±1,03	0,74±0,26
	MIN-MÁX 8,5-10,6	9,29-19,81	1,29-1,12	6,4-8,6	3,87-8,0	0,44-1,33
P2	MÉDIA± SD 9,14±0,69	9,80±1,11	1,24±0,38	9,32±0,52	10,16±1,37	0,94±0,50
	MIN-MAX 7,9-10,5	8,12-11,69	0,5-1,89	8,4-10,3	7,96-13,6	0,35-2,17
P3	MÉDIA± SD 9,4±1,01	10,77±1,20	1,15±0,27	9,05±0,70	9,79±1,96	1,02±0,23
	MIN-MAX 8,5-13,35	9,05-14,13	0,5-1,61	7,9-10,7	6,88-15,94	0,7-1,57

### 3.3 Variação espacial e sazonal de *Astyanax*.

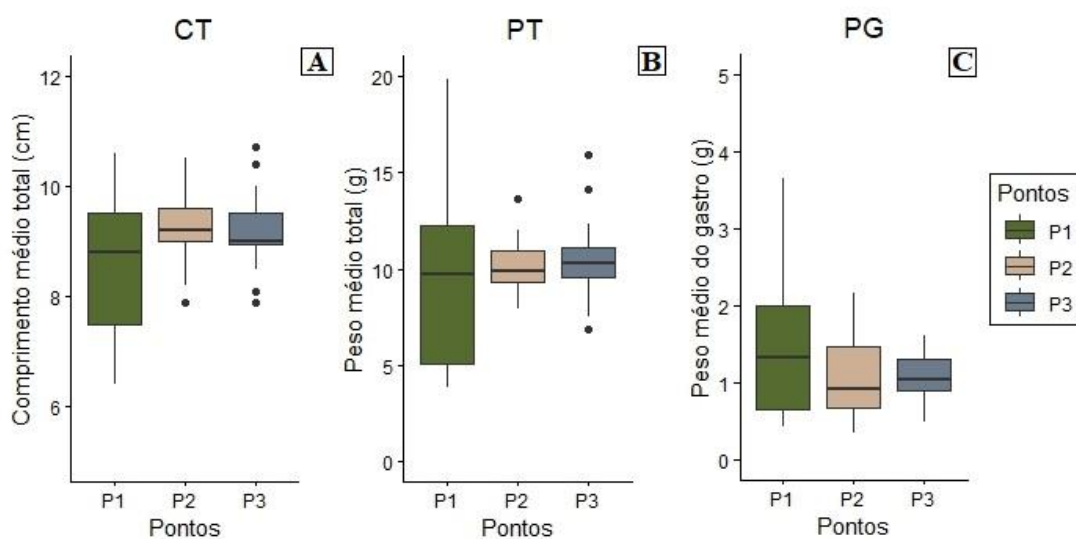
Sob a perspectiva sazonal, foram observadas diferenças significativas conforme indicado pelo teste de Wilcoxon para o comprimento total ( $W=3290$ ,  $p=5.85 \times 10^{-5}$ ), peso total ( $W=3660$ ,  $p=2.41 \times 10^{-8}$ ) e peso do gastrointestinal ( $W=3655.5$ ,  $p=2.68 \times 10^{-8}$ ). De forma geral, considerando os três pontos amostrais, os valores médios foram maiores no inverno, quando os peixes apresentaram comprimento médio de 13,35 cm, em comparação a 10,70 cm no verão. O peso total médio foi de 11,04 g no inverno e 8,37 g no verão, enquanto o peso do gastrointestinal foi de 1,41 g e 0,91 g, respectivamente (Fig.3).



**Figura 3.** Variação do (A) comprimento total (cm), (B) peso total (gramas) e (C) peso do trato gastrointestinal (g) de *Astyanax*, coletados em duas estações do ano, inverno e verão, na Lagoa do Peri.

Na perspectiva espacial, observou-se que os Comprimentos Totais (CT) dos peixes diferiram significativamente entre os pontos amostrais (Qui-quadrado = 11.8, gl = 2,  $p = 0.003$ ). O teste a posteriori Dunn revelou que o ponto 1 diferiu significativamente dos pontos 2 ( $p = 0.003$ ) e 3 ( $p = 0.04$ ), apresentando os menores valores de comprimento total. Os valores médios de CT registrados nos pontos amostrais foram de  $8,5 \pm 1,15$ ;  $9,3 \pm 0,62$  e  $9,2 \pm 0,85$  cm respectivamente (P1, P2 e P3).

Em contraste, o peso total dos indivíduos não apresentou diferenças significativas entre os três pontos amostrais (Qui-quadrado = 1.7589, gl = 2,  $p = 0.41$ ). Assim como, o peso médio do trato gastrointestinal também não exibiu diferença significativa nos três pontos de coleta (Qui-quadrado = 4.421, gl = 2,  $p = 0.11$ ) (Figura 4).



**Figura 4.** Variação do A) Comprimento médio total (CT), B) Peso médio total (PT) e C) Peso médio do gastrointestinal total (PG) de *Astyanax*. coletados em três pontos de coleta na Lagoa do Peri.

### 3.4 Frequência de ocorrência de microplástico nos indivíduos coletados

Em relação a presença de partículas de microplástico nos conteúdos gastrointestinais dos indivíduos coletados, foi possível observar que a estação do inverno apresentou de forma geral maior frequência de ocorrência em comparação com o verão, com FO=36,7% e 8,33% respectivamente. As frequências de ocorrência de microplástico avaliadas por pontos de amostragem e estação de ano, evidenciaram que, no inverno, o ponto P1 apresentou FO= 30%, enquanto no verão a FO% de partículas, foi de 5%. No P2, a FO% de partículas foi de 40% no inverno e de 20% no verão. O ponto P3 apresentou uma FO% semelhante ao P2 no verão com 40%, no entanto, no inverno não foram observadas partículas de microplástico nos tratos gastrointestinais dos indivíduos coletados (Tabela 4).

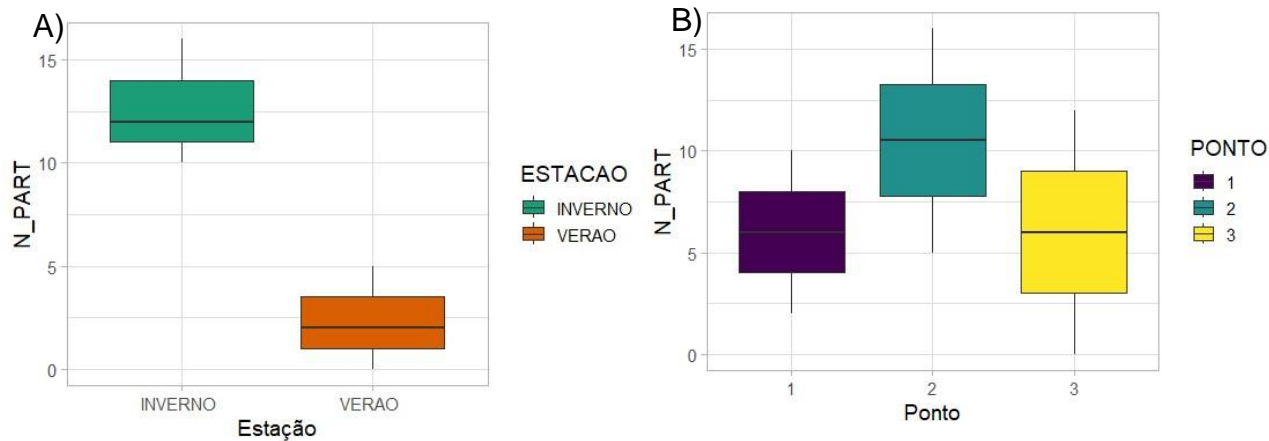
**Tabela 3.** Frequência de ocorrência de partículas de microplástico no trato gastrointestinal, número de peixes analisados e número de peixes com presença de partículas no trato gastrointestinal capturados na Lagoa do Peri, Florianópolis-SC.

Pontos	Estação dano	Nº total de peixes analisados	Nº de peixes com partículas	(%) FO
P1	Inverno	20	6	30
	Verão	20	1	5

<b>P2</b>	Inverno	20	8	40
	Verão	20	4	20
<b>P3</b>	Inverno	20	8	40
	Verão	20	0	0

### 3.5 Variação de partículas de microplástico no trato gastrointestinal de *Astyanax.sp*

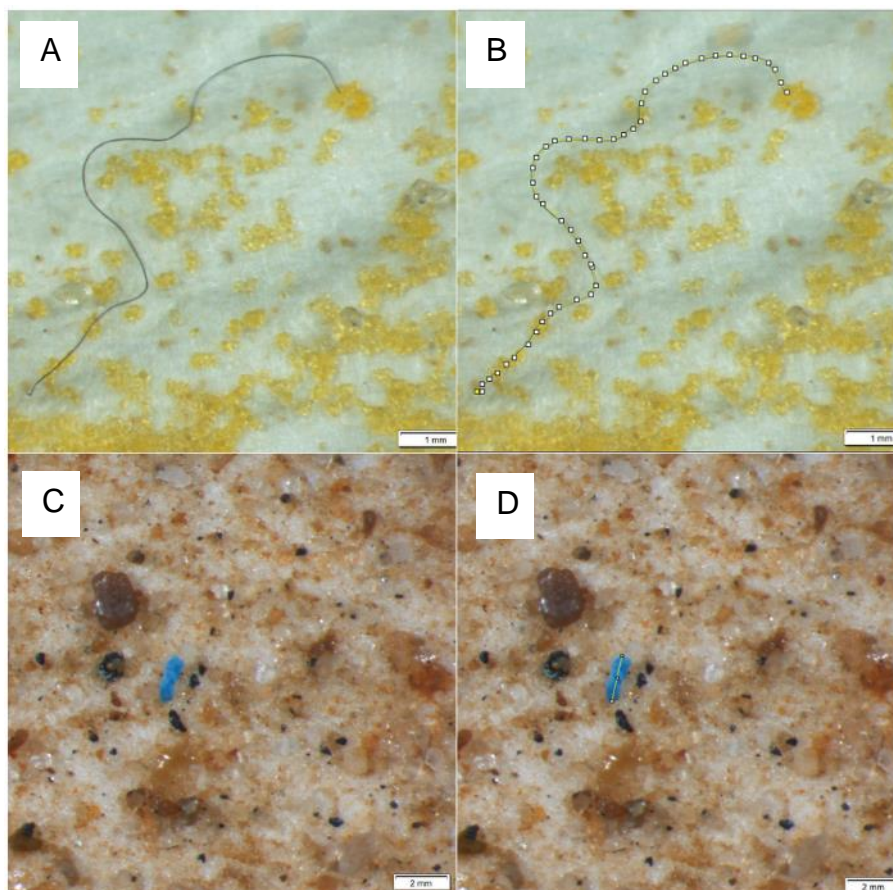
O número de partículas registradas nos tratos gastrointestinais de *Astyanax* foi maior no inverno em comparação ao verão; contudo, essa diferença não foi estatisticamente significativa ( $W = 65.5$ ,  $p = 0.49$ ). De maneira semelhante, ao comparar os três pontos de amostragem, o P2 apresentou a maior quantidade de partículas, mas também não foram observadas diferenças significativas entre P1, P2 e P3 (Qui-quadrado = 0.532,  $gl = 2$ ,  $p = 0.76$ ). (Figura 5).



**Figura 5.** Número de partículas registradas nos tratos gastrointestinais de *Astyanax*. da Lagoa do Peri, Florianópolis–SC; (A) nas duas estações do ano e (B) nos três pontos amostrais.

### 3.6 Caracterização quali-quantitativa das partículas plásticas

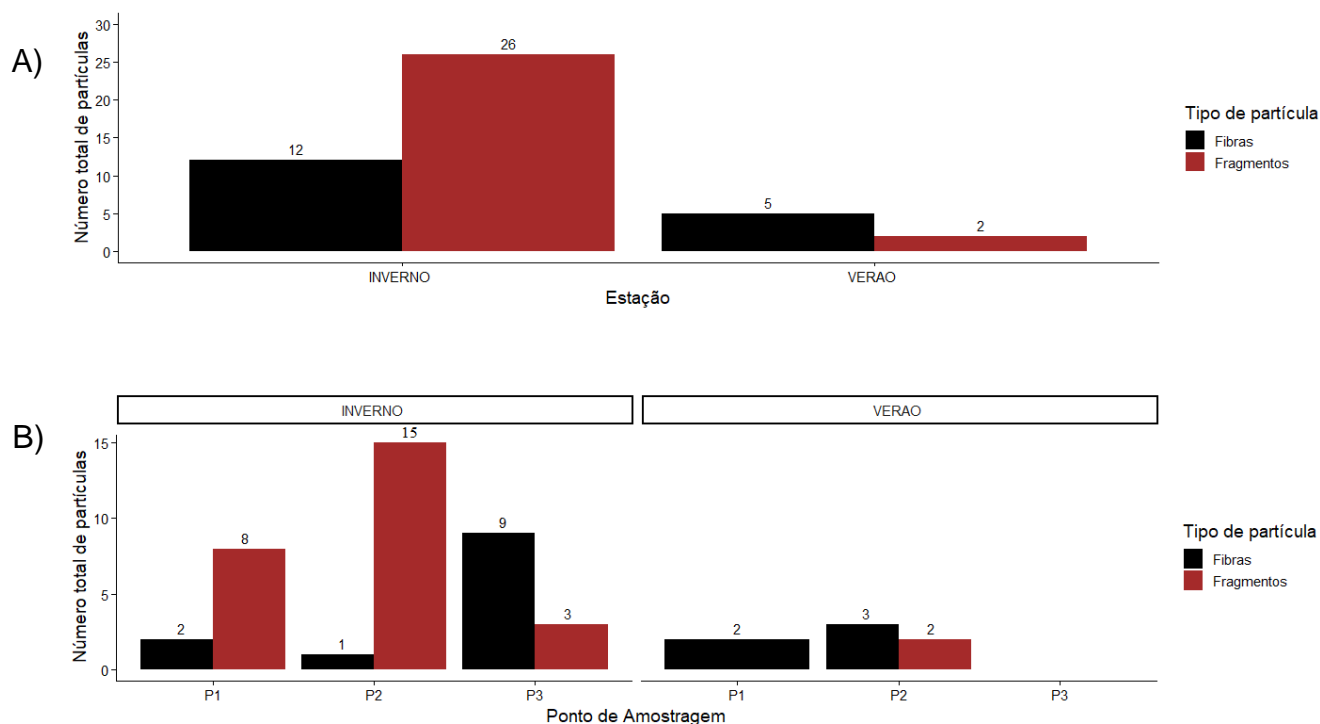
As partículas registradas nos tratos gastrointestinais de *Astyanax*. foram classificadas em dois tipos estruturais: fibras e fragmento (Fig.6).



**Figura 6.** Imagens de microplásticos identificados nos tratos gastrointestinais de *Astyanax*, coletados na Lagoa do Peri.: **A)** fibra identificada; **B)** fibra em processo de medição; **C)** fragmento encontrado; e **D)** fragmento em processo de medição

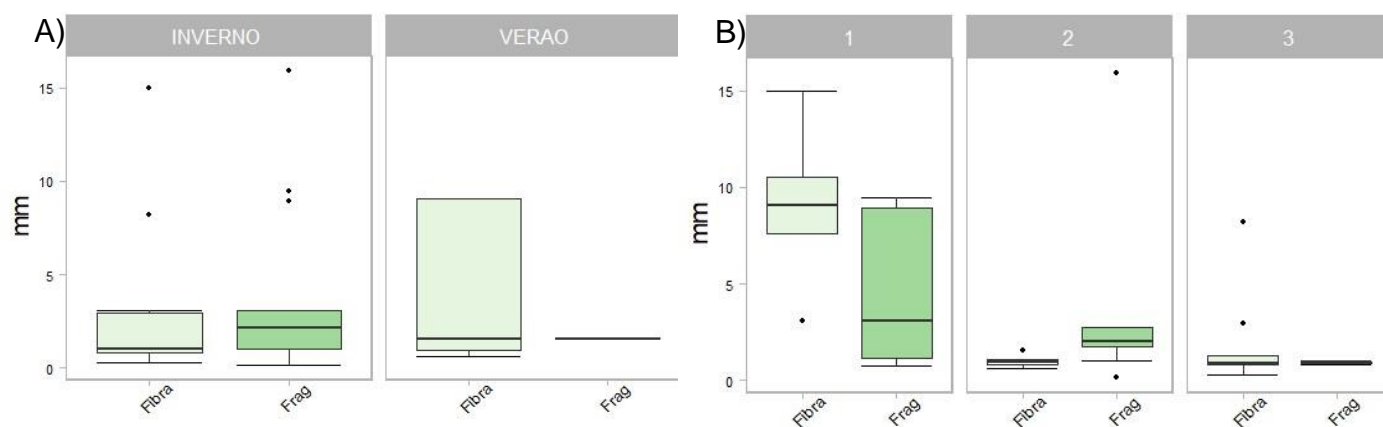
A figura 7(A) demonstra uma diferença no padrão de ingestão de partículas plásticas entre as estações. Durante o inverno, os peixes ingeriram 12 fibras e 26 fragmentos, enquanto no verão foram registrados apenas 5 fibras e 2 fragmentos. A análise em relação aos três pontos amostrais (P1, P2 e P3) (Fig.7-B) detalha o total de partículas por ponto e estação. No inverno, em P1 foram encontradas 2 fibras e 8 fragmentos, no ponto P2, 1 fibra e 15 fragmentos, e em P3, 9 fibras e 3 fragmentos. Em contraste, no verão, observou-se 2 fibras em P1, e no ponto P2 foram registradas 3 fibras e 2 fragmentos, enquanto no P3 não houve registro de partículas

plásticas. Além disso, durante as análises, observou-se também que no inverno havia grande quantidade de sedimentos no trato gastrointestinal, ao contrário do verão.



**Figura 7.** Número de fibras e fragmentos registrados: **A)** nas duas estações do ano e **B)** nos três pontos amostrais, contidas nos tratos gastrointestinais de *Astyanax*, da Lagoa do Peri, Florianópolis–SC

Em relação ao tamanho dos tipos de partícula, foi observado que no inverno a variação de tamanhos médios foi de  $3,55 \pm 4,4$  mm para fibras e  $3,9 \pm 4,6$  mm, para fragmentos (média  $\pm$  desvio padrão). Enquanto no verão houve a predominância de fibras com tamanhos médios de  $3,1 \pm 3,5$  mm (média  $\pm$  desvio padrão). A presença de fragmentos no verão foi baixa com  $0,77 \pm 0,38$  mm de tamanho médio. Ambos os tipos de partículas foram registrados nos três pontos amostrais, com a maior variação de tamanhos sendo registrada no ponto 1, com comprimento médio de  $7,62 \pm 5,6$  mm para fibras e de  $6,12 \pm 5,12$  mm para fragmentos (média  $\pm$  desvio padrão) (Fig. 8 A e B).



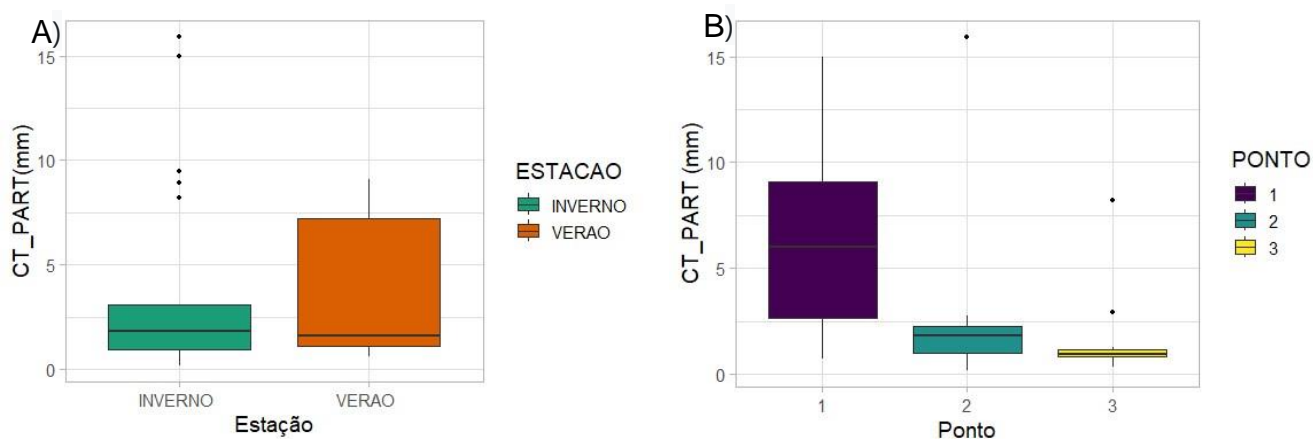
**Figura 8.** Comprimento (mm) dos tipos de partículas, fibras e fragmentos registrados nos conteúdos gastrointestinais de *Astyanax* na Lagoa do Peri. A) por estação do ano e B) por ponto de coleta.

De forma geral, o tamanho das partículas observadas nos tratos gastrointestinais de *Astyanax*. foi classificado em micro (1 $\mu$ m-5mm) e meso (5mm-25mm), apresentando médias de 3,5mm. no inverno, e 3,8 mm no verão. A variação do comprimento total das partículas por ponto de coleta pode ser observada na tabela 5.

**Tabela 4.** Comprimento total das partículas plásticas (média  $\pm$  desvio padrão, mínima e máxima) encontradas no trato gastrointestinal dos indivíduos coletados nos três pontos amostrais da Lagoa do Peri.

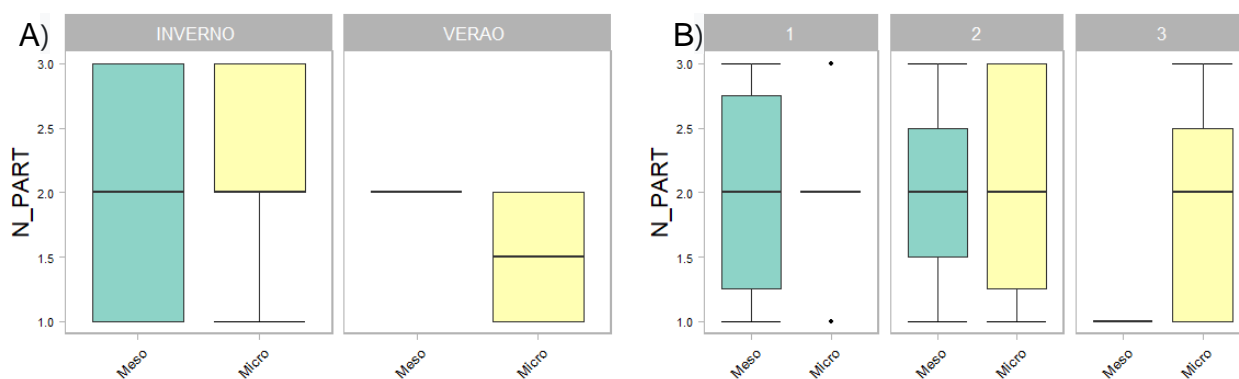
Ponto	CT (mm)		
	P1	P2	P3
Média- sd	6.04-4.59	3.08-4.44	1.68-2.27
min-max	0.74-15.0	0.18-15.9	0.32-8.20

Ao longo do período estudado, não foram observadas diferenças significativas do comprimento total das partículas entre as estações do ano ( $W = 73$ ,  $p = 0.27$ ). Por outro lado, a análise do tamanho das partículas entre os pontos de coleta revelou diferença significativa (Qui-quadrado= 9.368,  $gl = 2$ ,  $p=0.01$ ), especialmente do ponto P1 em relação ao ponto 2 ( $p = 0,028$ ) e ponto 3 ( $p= 0.03$ ), conforme imagem Figura 9 (A e B).



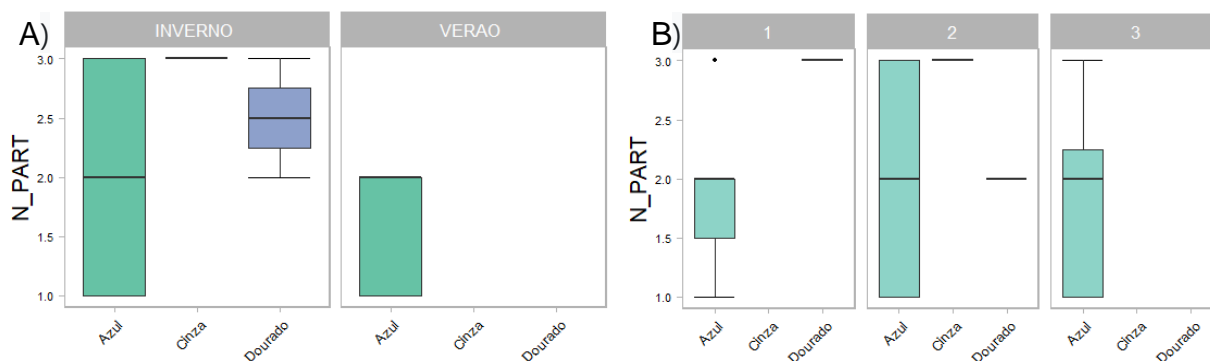
**Figura 9.** Variação do comprimento total (mm) das partículas registradas nos tratos gastrointestinais de *Astyanax* na Lagoa do Peri. A) por estação do ano e B) por ponto de coleta.

Considerando as estações do ano, verificou-se a presença de ambos os tipos (micro e meso) tanto no inverno quanto no verão, com predominância de partículas micro durante o verão. Já nos pontos amostrais foi observado a predominância de partículas maiores (meso) no ponto 1, enquanto, no ponto 3 houve a predominância de partículas menores (micro) (Fig.10A e B).



**Figura 10.** Variação do número de partículas classificadas por tamanho (micro e meso) registradas nos tratos gastrointestinais de *Astyanax* na Lagoa do Peri. A) por estação do ano e B) por ponto de coleta.

As partículas foram classificadas segundo sua cor ao longo das estações do ano. A maioria dos itens identificados apresentou coloração azul, predominando em todas as amostras. No inverno, além das partículas azuis, também foram encontradas partículas nas cores cinza e dourada (figura 11 A e B).



**Figura 11.** Variação da cor das partículas registradas nos tratos gastrointestinais de *Astyanax*. **A)** nas duas estações do ano; **B)** por ponto de amostragem na Lagoa do Peri-Florianópolis-SC.

A análise de regressão linear não apresentou significância estatística para a relação entre a quantidade de partículas de microplástico e o peso total gastrointestinal de *Astyanax*. ( $F=0.829$ ,  $p=0.37$ ). bem como também não houve relação linear entre o comprimento de partículas com o peso gastrointestinal ( $F=1.1$ ,  $p=0.3$ ).

## 5. DISCUSSÃO

No presente estudo, a hipótese inicial propunha que, no verão, os peixes coletados nas regiões de foz do rio Ribeirão Grande e região da prainha da Lagoa do Peri apresentariam maiores concentrações de microplásticos (MPs) no trato gastrointestinal. Contudo, os resultados obtidos refutaram essa expectativa, uma vez que a maior presença de partículas plásticas foi registrada no ponto 2 (P2), inicialmente considerado como ponto-controle. Esse achado revela que a distribuição espacial dos microplásticos na Lagoa do Peri não segue o padrão registrado em outra lagoa da região onde a maior concentração de partículas plásticas foi observada próximo aos afluentes (de-Castro *et al.*, 2024), indicando que outros fatores ambientais e hidrológicos podem estar atuando de forma mais intensa na dinâmica dessas partículas. De fato, estudos realizados na Lagoa do Peri indicaram que o vento apresenta forte influência na dispersão de nutrientes na lagoa, tornando-a homogênea (Fuentes, 2015).

A compreensão dessa distribuição requer a análise das características físico-químicas da água, que variaram sazonalmente. A temperatura média foi maior no verão e menor no inverno, o que é coerente com o clima subtropical úmido (Cfa) da região (Peel; Finlayson; McMahon, 2007), marcada por chuvas bem distribuídas ao longo do ano, mas com maior intensidade na primavera e no verão (Hennemann; Petrucio, 2011; Lemes-Silva *et al.*, 2014). O oxigênio dissolvido (OD) também seguiu o padrão esperado, sendo maior no inverno devido à maior solubilidade do gás em temperaturas mais baixas e à maior circulação promovida pelos ventos nessa estação. Já os valores de pH confirmam o caráter oligotrófico da Lagoa do Peri (Hennemann; Petrucio, 2011; Hennemann, 2016), embora o pH em si não seja o principal indicador do estado trófico. Esses parâmetros, especialmente o pH e a baixa matéria orgânica dissolvida registrada em estudos pretéritos (Hennemann, 2016), podem influenciar a biodisponibilidade de recursos e o comportamento de forrageamento dos peixes, auxiliando na interpretação dos padrões observados.

Ao relacionar as condições limnológicas com a biologia dos peixes, observa-se que os exemplares de *Astyanax* coletados no verão apresentaram menores comprimentos e pesos, inclusive do trato gastrointestinal, em comparação aos coletados no inverno. Essa diferença sazonal pode ser atribuída ao aumento do metabolismo em temperaturas elevadas, o que intensifica o gasto energético e o consumo de (Pereira; Souza; Gomes, 2014). Além disso, períodos de maior demanda energética exigem maior disponibilidade de alimento, podendo limitar o crescimento corporal quando esse recurso é escasso (Santos *et al.*, 2022). No inverno, por outro lado, a redução da temperatura diminui o metabolismo, favorecendo o acúmulo de reservas e resultando em maior crescimento corpora (Silva, 2008).

As diferenças espaciais na biometria da espécie analisada podem estar associadas as características do ambiente, uma vez que P1 apresenta uma área mais aberta e com menor disponibilidade de locais para proteção dos indivíduos contra predadores em relação a P2 e P3 que contam com a presença de matas ciliares mais próximas das margens. Uma vez que, a utilização de abrigos estruturais, que funcionam como proteção contra predadores, também pode influenciar o comportamento de forrageamento (Borba *et al.*, 2008). Além disso, deve-se destacar também que as análises foram realizadas a nível de gênero, o que pode incluir diferentes espécies e explicar parte da variabilidade desses resultados.

Considerando o contexto fisiológico e biológico, torna-se possível compreender o fato de que, no presente estudo, a frequência de ocorrência de partículas plásticas nos tratos gastrointestinais da espécie *Astyanax* foi maior no inverno do que no verão. A literatura demonstra que, embora em ambientes de água doce o monitoramento de microplásticos tem

sido menos intensivo em relação a ambientes marinhos (Li; Liu; Paul Chen, 2018), a concentração dessas partículas pode variar conforme fatores hidrológicos sazonais. Durante o inverno, a baixa pluviosidade reduz o volume de água e aumenta a concentração de sedimentos e poluentes, tornando as partículas plásticas mais acessíveis à ingestão pelos peixes (Xia *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020). Esse padrão contrasta com estudos como o de Eo *et al.* (2019), que observaram maior concentração de partículas plásticas em períodos chuvosos, reforçando que a dinâmica dessas partículas depende das características específicas de cada ambiente.

Na Lagoa do Peri, mesmo inserida em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, a presença de partículas plásticas indica que fontes externas de contaminação provavelmente atingem o ecossistema. A variação sazonal observada pode ser explicada por fatores como precipitação, vazão e dinâmica hidrológica (Wagner; Lambert, 2018; Zhang *et al.*, 2020). Durante o verão, o aumento das chuvas eleva o nível da lagoa, facilita o escoamento de partículas pelo rio sangradouro e promove maior diluição dos contaminantes (Domingues *et al.*, 2024). Em contrapartida, o inverno, marcado pela estiagem, reduz a dispersão e contribui para o acúmulo de partículas plásticas, aumentando a probabilidade de ingestão pela ictiofauna (Lorenzi *et al.*, 2021).

Além disso, aspectos relacionados à degradação de microplásticos em ambientes de água doce tende a ser significativamente mais rápida durante o verão do que no inverno, principalmente devido às temperaturas mais elevadas e à maior incidência de radiação ultravioleta nesse período. Esses fatores intensificam os processos de foto-oxidação e a fragmentação superficial das partículas plásticas, resultando em maior desagregação ao longo dos meses mais quentes (Silva, 2021). No inverno, por outro lado, as temperaturas mais baixas e a redução da luz solar diminuem a taxa de degradação, favorecendo a persistência dos microplásticos no ambiente aquático (Silva, 2021).

Outro aspecto relevante é a própria ecologia da espécie analisada, estudos anteriores registraram partículas plásticas no trato gastrointestinal de *Astyanax sp.* em outras regiões brasileiras, como no Médio Rio Uruguai (Santos *et al.*, 2020), sugerindo que a espécie pode ser considerada um bioindicador de presença de microplástico nestes ambientes.

Essas diferenças sazonais também se refletem nos números de partículas plásticas observadas, onde no inverno foram registradas 38 partículas, enquanto no verão apenas 7. As partículas registradas foram principalmente do tipo fragmentos, padrão semelhante ao encontrado por Sun *et al.* (2021) em peixes onívoros de água doce, como os *Astyanax sp.* objeto de pesquisa do presente estudo, que apresenta uma dieta ampla como insetos, frutos, sementes, detritos, entre outros. A alteração na alimentação da referida espécie pode estar associada a

disponibilidade de recurso alimentar (Vilella; Becker; Hartz, 2002), sendo esperado que a ingestão acidental de partículas plásticas varie conforme a oferta deste recurso.

Adicionalmente, a presença de sedimentos associados as partículas de microplástico observada no trato gastrointestinal em maior quantidade no inverno em relação ao verão pode estar relacionada à plasticidade trófica dos indivíduos, que ajustam sua dieta conforme as condições sazonais (Abelha; Agostinho; Goulart, 2001) Em períodos de seca, por exemplo, indivíduos de *Astyanax* tendem a forragear no substrato, aumentando a probabilidade de ingestão de partículas presentes no sedimento (Carvalho *et al.*, 2015).

O presente estudo identificou maior ocorrência de partículas plásticas na forma de fragmentos e com coloração azul, esse resultado pode estar associado à fragmentação de plásticos de maior tamanho, cuja coloração azul tende a apresentar baixa resistência à fotodegradação. Polímeros pigmentados em azul têm suas cadeias quebradas mais facilmente quando comparados a outras colorações, favorecendo a formação de maior número de fragmentos (Li *et al.*, 2024)

Quanto à morfologia, em ambientes aquáticos sob forte influência antrópica é comum a predominância de partículas plásticas do tipo fibras e fragmentos, sendo as fibras as mais frequentes. Essa predominância está particularmente relacionada a áreas com elevada carga de efluentes domésticos, que incluem grandes volumes de água provenientes de máquinas de lavar roupas, que durante o processo de lavagem de roupas pode contribuir significativamente para o aporte de microfibras no meio aquático (Vassilenko *et al.*, 2021)

A menor predominância de partículas do tipo fibra observada na Lagoa do Peri pode indicar um aporte reduzido de efluentes domésticos para esse ambiente, refletindo a efetividade das ações de proteção ambiental desse ecossistema aquático na Ilha de Santa Catarina. No entanto, considerando que a presença de partículas plásticas nos tratos gastrointestinais de *Astyanax* na lagoa possa estar associada a uma fonte externa de contaminação, é fundamental a realização de monitoramentos contínuos para avaliar possíveis alterações tróficas na biota aquática devido a presença de partículas plásticas na Lagoa do Peri, especialmente diante da crescente pressão antrópica registrada na região.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho de conclusão de curso alcançou seu objetivo principal ao confirmar a ocorrência de MPs no trato gastrointestinal de peixes do gênero *Astyanax* na Lagoa do Peri, evidenciando que esta espécie abundante, de ampla distribuição e de hábito alimentar onívoro está suscetível à ingestão desse contaminante emergente no principal manancial de água potável da Ilha de Santa Catarina. Apesar disso, os resultados obtidos refutaram a hipótese inicial de que a maior contaminação ocorreria durante o verão, período de maior pressão antrópica, e nos pontos de maior acesso humano, indicando que a presença de MPs é um fenômeno mais difuso e contínuo no ambiente.

A relevância desta pesquisa reside justamente em demonstrar que os MPs já fazem parte da dinâmica ecológica da Lagoa do Peri, alcançando níveis tróficos inferiores e, potencialmente, irradiando seus efeitos para toda a cadeia alimentar. A ingestão desses contaminantes por *Astyanax sp.* pode acarretar alterações fisiológicas, comportamentais e nutricionais que, por sua vez, influenciam a disponibilidade de presas, o desempenho reprodutivo e a estabilidade populacional da ictiofauna. Assim, os achados deste estudo contribuem para ampliar a compreensão sobre como os MPs podem afetar o equilíbrio ecológico da lagoa e o funcionamento do ecossistema como um todo.

Os resultados também reforçam a necessidade de estabelecer estratégias contínuas de monitoramento ambiental que permitam acompanhar a evolução da contaminação por microplásticos e identificar, com maior precisão, suas rotas e fontes potenciais de entrada na Lagoa do Peri. Além disso, torna-se fundamental adotar medidas de gestão ambiental mais eficazes, como o fortalecimento das ações de fiscalização na área de proteção permanente, a implementação de programas de redução de resíduos plásticos na comunidade do entorno e o incentivo a práticas sustentáveis por parte dos visitantes do parque.

Portanto, este estudo ao evidenciar a presença de MPs em um ambiente de elevada relevância ecológica e socioambiental, destaca a importância de pesquisas contínuas que aprofundem os impactos desses contaminantes na fauna local e no funcionamento do ecossistema da Lagoa do Peri.

## REFERÊNCIAS

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

AL, A. M.; ALI, M. et al. The effect of different stocking densities of marine shrimp larvae *Litopenaeus vannamei* on growth performance and survival rate using biofloc technology. **Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries**, v. 25, n. 3, p. 551-569, 2021.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S. Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 10, n. 5, p. 74-81, 2016.

BEXEITOVA, K. et al. Microplastics in freshwater systems: A review of classification, sources, and environmental impacts. **Chemical Engineering Journal Advances**, v. 20, p. 100649, 2024.

BORBA, C. S. et al. Dieta de *Astyanax asuncionensis* (Characiformes, Characidae) em riachos da bacia do rio Cuiabá, Estado do Mato Grosso. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 1, p. 39-45, 2008.

CARBERY, W.; O'CONNOR, O.; PALANISAMI, T. Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. **Environment International**, v. 115, p. 400-409, 2018.

CHEN, J. et al. How to build a microplastics-free environment: strategies for microplastics degradation and plastics recycling. **Advanced Science**, v. 9, n. 6, p. 1-36, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/advs.202103764>. Acesso em: 30 jun. 2025.

CHEN, X. et al. Adverse health effects of emerging contaminants on inflammatory bowel disease. **Frontiers in Public Health**, v. 11, p. 1140786, 2023.

DADA, O. A.; BELLO, J. O. Microplastics in carnivorous fish species, water and sediments of a coastal urban lagoon in Nigeria. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 19, p. 55948-55957, 2023.

DAMAYANTI, D. et al. Current prospects for plastic waste treatment. **Polymers**, v. 14, n. 15, p. 1-29, 2022.

DE CASTRO, D. G. et al. Effect of urbanization and water quality on microplastic distribution in Conceição Lagoon watershed, Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 31, n. 20, p. 28870-28889, 2024.

ELIZALDE-VELÁZQUEZ, G. A.; GÓMEZ-OLIVÁN, L. M. Microplastics in aquatic environments: a review on occurrence, distribution, toxic effects, and implications for human health. **Science of The Total Environment**, v. 780, p. 146551, 2021.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. *Plano de Manejo do Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri*. Florianópolis: Floram, 2024.

FOEKEMA, E. M. et al. Plastic in North Sea fish. **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 15, p. 8818-8824, 2013.

FREITAS, C. E. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K. O uso de peixes como bioindicador ambiental em áreas de várzea da bacia amazônica. **Revista Agrogeoambiental**, 2009.

FUENTES, E. V. Ecologia do fitoplâncton na Lagoa do Peri: influência da variabilidade climática interanual sobre a limnologia e a dinâmica da comunidade de cianobactérias. 2015. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, p. 25-29, 2017.

HENNEMANN, M. C. *Variação espacial e temporal da qualidade da água e do sedimento em uma lagoa costeira dominada por cianobactérias – Lagoa do Peri – Florianópolis/SC*. 2016.

HENNEMANN, M. C.; PETRUCIO, M. M. Spatial and temporal dynamic of trophic relevant parameters in a subtropical coastal lagoon in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 181, n. 1, p. 347-361, 2011.

KHAN, M. L. et al. Effects of microplastics in freshwater fishes' health and the implications for human health. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. e272524, 2024.

KUBOWICZ, S. et al. Biodegradability of plastics: challenges and misconceptions. **Environmental Science & Technology**, v. 51, n. 21, p. 12058-12060, 2017.

LI, J.; LIU, H.; CHEN, J. P. Microplastics in freshwater systems: a review on occurrence, environmental effects, and detection methods. **Water Research**, v. 137, p. 362-374, 2018.

LI, X. et al. Differential photoaging behaviors of different colored commercial polyethylene microplastics in water. **Science of The Total Environment**, v. 956, p. 177361, 2024.

LIMA, V. J. A.; MARTINS, L. O. S.; ESCOBAR, C. F. Análise do potencial regional de geração de energia elétrica [...] **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 11, n. 1, p. 54-62, 2025.

LOPES, M. N. et al. Trends in aquatic ecology research associated with urbanization evolution during three decades in Santa Catarina Island/SC. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 32, e205, 2020b.

LOPES, M. N. et al. Anthropogenic effects on the pollutant load of forested watersheds in Southern Brazil. **Fundamental and Applied Limnology**, v. 195, n. 1, p. 9-19, 2021.

MONTAGNER, C.; DIAS, M.; PAIVA, E.; VIDAL, C. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química Nova**, v. 44, n. 10, p. 1-25, 2021.

MONTENEGRO, A. K. A. et al. Piscivory by *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794): a question of prey availability? **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 25, p. 68-78, 2013.

OLIVEIRA, J. F. et al. Estrutura trófica da ictiofauna em um reservatório do semiárido brasileiro. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 106, 2016.

PANTOJA, F. M.; BARROSO, M. F.; VIANA, N. B. *Tutorial ImageJ – Análise Automatizada*. 2014.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, n. 5, p. 1633-1644, 2007.

PEREIRA, J. A.; SOUZA, T. B.; GOMES, L. C. Consumo de oxigênio de *Astyanax* sp. em função da temperatura e condições de oxigenação. **Natureza Online**, v. 12, n. 5, p. 216-219, 2014.

PILAPITIYA, P. G. C. N. T.; RATNAYAKE, A. S. The world of plastic waste: a review. **Cleaner Materials**, v. 11, p. 100220, 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS; FLORAM; GEO BRASILIS. *Plano de Manejo do Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri*. Florianópolis, 2024.

QUARINIRI, S. S. Mais de 2 milhões de pessoas são esperadas em Florianópolis durante a temporada de verão. **NSC Total**, 2024. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/mais-de-2-milhoes-de-pessoas-sao-esperadas-em-florianopolis-durante-a-temporada-de-verao>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SACCOL, A. Z.; REINHARD, N. Tecnologias de informação móveis, sem fio e ubíquas. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 11, n. 4, 2007.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. *Indicadores de Educação: número de escolas da rede estadual*. 2015.

SANTOS, R. P. et al. Efeito da frequência alimentar sobre o crescimento do lambari *Astyanax bimaculatus*. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, 2022.

THACHARODI, A. et al. Microplastics in the environment: a critical overview on its fate, toxicity, implications, management and bioremediation strategies. **Journal of Environmental Management**, v. 349, p. 119433, 2024.

VASSILENKO, E. et al. Domestic laundry and microfiber pollution. **PLOS ONE**, v. 16, n. 7, e0250346, 2021.

VILELLA, F. S.; BECKER, F. G.; HARTZ, S. M. Diet of *Astyanax* species in an Atlantic Forest river. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, p. 223-232, 2002.

WATANABE, B. N.; HISANO, H.; ROCHA, J. G. P. Bioacumulação de microplásticos em peixes e implicações para a saúde humana. 2025.