



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA ANIMAL E RECURSOS
PESQUEIROS – PPGCARP

WALLACY ADRIANO CAVALCANTE CAMPOS

INVESTIGAÇÃO DA INGESTÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS POR PEIXES EM
AMBIENTE DE PRAIA DA RESERVA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL TUPÉ, MANAUS, AMAZONAS

MANAUS – AMAZONAS

2023

WALLACY ADRIANO CAVALCANTE CAMPOS

**INVESTIGAÇÃO DA INGESTÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS POR PEIXES EM
AMBIENTE DE PRAIA DA RESERVA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL TUPÉ, MANAUS, AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros – PPGCARP da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros na Linha de Pesquisa de Ecologia de Recursos Pesqueiros.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Kelly Siqueira de Souza

Coorientadora: Profa. Dra. Kedma Cristine Yamamoto

MANAUS – AMAZONAS

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C198i Campos, Wallacy Adriano Cavalcante
Investigação da ingestão de resíduos plásticos por peixes em ambiente de praia da Reserva Municipal de Desenvolvimento Sustentável Tupé, Manaus, Amazonas / Wallacy Adriano Cavalcante Campos . 2023
51 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Flávia Kelly Siqueira de Souza
Coorientadora: Kedma Cristine Yamamoto
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Comportamento alimentar de peixes. 2. Microplásticos em peixes. 3. Interferência antrópica. 4. Polietileno de tereftalato. I. Souza, Flávia Kelly Siqueira de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**WALLACY ADRIANO CAVALCANTE
CAMPOS**

**INGESTÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS POR PEIXES EM AMBIENTE DE PRAIA
DA RESERVA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL TUPÉ,
MANAUS,AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, área de concentração em Uso sustentável dos recursos pesqueiros.

Aprovado em 8 de maio de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 FLAVIA KELLY SIQUEIRA DE SOUZA
Data: 08/05/2023 14:09:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Dra. Flávia Kelly Siqueira de Souza - Presidente
Universidade Federal do Amazonas**

Documento assinado digitalmente
 DANIELLE REGINA GOMES RIBEIRO BRASIL
Data: 08/05/2023 14:44:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Dra. Danielle Regina Gomes Ribeiro-Brasil -
Membro Universidade Federal do Mato Grosso**

Documento assinado digitalmente
 MAURICIO WILLIANS DE LIMA
Data: 08/05/2023 17:41:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Dr. Maurício Willians de Lima - Membro
Universidade Federal Rural da Amazônia**

*Dedico este trabalho a minha família, amigos e a todos que contribuíram comigo
direta ou indiretamente.*

*Em especial aos meus pais, Denycelly Cavalcante e Mário Campos, pelo amor,
paciência, dedicação e educação ao longo de minha jornada.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram no decorrer desta jornada, especialmente:

Primeiramente a Deus, por ter me dado a oportunidade, força e destreza para conseguir trilhar meu destino, mesmo com as dificuldades.

À minha mãe Denycelly Cavalcante, que é meu maior alicerce e inspiração, por sempre me apoiar e torcer pela minha felicidade.

À minha tia Fabiana Araújo pelas inúmeras ajudas, sempre que estendia a mão era com o coração cheio de amor.

À minha amiga Erika Romalho, por ser paciente comigo e poder estar me ensinando e ajudando. Muito obrigado por todo suporte.

À minha amiga Thaynara Sofia, por sempre ter um tempo para aconselhar e ajudar tanto nas questões profissionais quanto da vida.

Aos amigos Montgomery Garrido e Zilay Moura pela ajuda nos campos realizados e companhia nas tardes intensas de análises no laboratório.

À minha amiga Chiara Lubich que durante a minha estadia no Programa de Ciência Animal e Recursos Pesqueiros – PPGCARP me ensinou, incentivou e colaborou com o meu crescimento profissional e pessoal.

À minha irmã Mayra Cavalcante, pelo suporte, carinho e parceria de vida. Te amo.

Ao amigo Clóvis do Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Amazonas que teve ajuda essencial para a identificação do material de insetos encontrados nas análises.

Aos pescadores Sr, Pepe e Sr. Lazaro da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé, pelo auxílio na captura das espécies do trabalho.

Aos alunos do LAQUA (Laboratório de Análises de Águas e Qualidade Ambiental – UFAM) que me ajudaram e ensinaram a manusear os equipamentos durante os processos laboratoriais na Central Analítica.

Aos colegas do PIATAM e Laboratório de Ictiologia, que sempre tiraram um pouco do seu tempo para prestigiar as prévias para qualificação e defesa da dissertação.

À prof^a. Dra. Tereza Cristina S. Oliveira da Central Analítica da Universidade Federal do Amazonas, que concedeu o laboratório e os equipamentos para a execução das etapas fundamentais de análises, e ao Dr. Walter Brito e Dra. Ariamna Gandarilla por me ajudarem com as análises no equipamento Infravermelho.

A querida amiga Eletuza Farias, pela ajuda e direcionamento nas etapas que eu deveria seguir para conseguir realizar a pesquisa proposta.

À Universidade Federal do Amazonas, através do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros - PPGCARP, pela oportunidade de estudo e desenvolvimento da dissertação de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pela concessão da bolsa durante o período de mestrado.

À professora Kedma Cristine Yamamoto, pelas orientações necessárias para execução do trabalho e por sempre estar com as portas do Laboratório de Ictiologia aberto.

À queridíssima professora Flávia Kelly Siqueira de Souza, pela oportunidade de trabalhar no Laboratório de Ecologia Pesqueira, e por aceitar ser minha orientadora. Obrigado pelos ensinamentos, paciência, conselhos, orientação e confiança.

À todos que de alguma forma ajudaram direta e indiretamente nessa caminhada.

RESUMO

A identificação de itens alimentares e a contaminação por resíduos plásticos nas espécies *Lonchogenys ilisha* e *Plagioscion squamosissimus*, em ambiente de praia na área da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, foi o objetivo da presente pesquisa. O trabalho foi realizado na RDS Tupé, localizada na margem esquerda do Rio Negro. Foram coletados 80 espécimes de *L. ilisha* e 30 de *P. squamosissimus*, deste universo, 50 estômagos de *L. ilisha* e 15 de *P. squamosissimus* foram utilizados para análise de conteúdo estomacal. O comprimento padrão de *L. ilisha* variou de 3,5 a 5,8 cm de comprimento, e *P. squamosissimus* teve variação de 3,4 a 7,0 cm. Os itens alimentares mais recorrentes para *L. ilisha* foram insetos, seguido por material de origem vegetal. Para *P. squamosissimus*, o item alimentar mais encontrado foi insetos. As duas espécies foram classificadas como carnívoras com tendência a insetivoria. Após digestão química dos tratos gastrointestinais (estômagos e intestinos) de 30 *L. ilisha* e 15 *P. squamosissimus* foram identificadas duas partículas como microplásticos (< 5 mm), ambas encontradas no material de um indivíduo da espécie *L. ilisha*, classificadas como fragmento e filamento, respectivamente. A análise de composição dos polímeros demonstrou características de poliéster, sendo esse do tipo polietileno tereftalato (PET), material advindo da fabricação de garrafas plásticas. Esse é um dos primeiros estudos que caracterizam a contaminação de peixes por microplásticos na região amazônica, sobretudo em ambientes de praia de água doce dentro de uma Unidade de Conservação e certamente servirá como base para estudos futuros de caracterização quanto a contaminação de outros recursos pesqueiros por resíduos plásticos.

Palavras-chave: Comportamento alimentar de peixes; microplásticos em peixes; interferência antrópica; polietileno de tereftalato.

ABSTRACT

The aim of the present study was to identify food items and contamination by plastic waste in two amazonian fish species: *Lonchogenys ilisha* and *Plagioscion squamosissimus*, in a beach environment area in a Sustainable Development Reserve (SDR), the Tupé SDR. The work was carried out at Tupé SDR, localized on the left bank of the Negro River. Fish were collected with trawl net and transferred to the Laboratory of Fishery Ecology at the Federal University of Amazon (UFAM). In general, 80 specimens of *L. ilisha* and 30 of *P. squamosissimus* were collected at the sample area. From this, 50 stomachs units of *L. ilisha* and 15 of *P. squamosissimus* were selected to analysis of stomach contents. Standard length (SL) of *L. ilisha* ranged 3.5 to 5.8 centimeters (cm), and *P. squamosissimus* obtained a ranged 3.4 to 7.0 cm SL. Insects and Plant Material were the most recurrent food items for *L. ilisha*, while Insects were the most recurrent food item for *P. squamosissimus*, and both this two fish species were classified as carnivorous and insectivorous. After the gastrointestinal tracts chemical digestion procedure of 30 *L. ilisha* and 15 *P. squamosissimus* units, 2 particles were identified as microplastics (< 5 mm), both *L. ilisha* material, classified respectively as “fragment” and “filament”. Polymers Composition Analysis showed characteristics of polyester (Polyethylene Terephthalate type - PET), the plastic bottles material originated from factories. This is one of the first studies characterizing fish hydrocarbons by microplastics in the Amazon region, and it will serve as a basis for future characterization studies regarding the contamination of other fishing resources by plastic waste.

Keywords: Fish feeding behavior; microplastics in fish; anthropic interference; polyethylene of terephthalate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área de trabalho e pontos de coleta utilizados na praia da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé (RDS Tupé).

Figura 2 - Coleta de peixes utilizando redes de pesca de arrasto na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé (RDS Tupé).

Figura 3 - Retirada dos peixes das redes coletados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé (RDS Tupé).

Figura 4 - Peixes coletados armazenados em caixas isotérmicas.

Figura 5 - Exemplar da espécie *Lonchogenys ilisha*.

Figura 6 - Exemplar da espécie *Plagioscion squamosissimus*.

Figura 7 - (A) Filtragem das amostradas utilizando água destilada. (B) Frasco de vidro contendo a água destilada filtrada. (C) Conteúdo de placas petri representada pelo branco.

Figura 8 - (A) Frasco contendo solução KOH a 10% e material a ser digerido. (B) Filtragem dos resíduos contido após digestão. (C) Filtro separado e identificado. (D) Placa petri isolada em papel alumínio.

Figura 9 - (A) Equipamento de leitura de FT-IR. (B) Amostras a serem analisadas. (C) Exemplo de um filamento a ser analisado (evidenciado através da seta vermelha) no equipamento de FT-IR.

Figura 10 - Apresentação das categorias de itens encontrados no estômago de *Lonchogenys ilisha* na RDS Tupé.

Figura 11 - Apresentação das categorias de itens encontrados no estômago de *Plagioscion squamosissimus* na RDS Tupé. Figura 12 - Filtro separado e identificado.

Figura 12 - Imagem de material identificado durante a análise estomacal de *Plagioscion squamosissimus*. A) Fibra encontrada no exemplar analisado; B) Fibra encontrada no branco disposto sobre a mesa de trabalho.

Figura 13 - Filtros analisados com os resíduos obtidos das espécies *L. ilisha* e *P. squamosissimus* da RDS Tupé. (A) Filamento de cor azul encontrada nos filtros do

material digerido; (B) Filamento de cor azul encontrada nos filtros controle; (C) Filamento de cor rosa encontrada nos filtros do material digerido; (D) Filamento de cor rosa encontrada nos filtros controle; (E) Filamento de aspecto transparente encontrada nos filtros do material digerido; (F) Filamento de aspecto transparente encontrada nos filtros controle.

Figura 14 - Resíduos plásticos encontrados em filtro de material digerido no estômago de *Lonchogenys ilisha*. (A) Fragmento vermelho; (B) Filamento prata.

Figura 15 - Bandas da amostra prata obtidas durante as análises em laboratório.

Figura 16 – Bandas da amostra vermelha obtidas durante as análises em laboratório.

Figura 17 – Bandas das amostras azuis combinadas obtidas durante as análises em laboratório.

Figura 18 – Bandas das amostras rosas combinadas obtidas durante as análises em laboratório.

Figura 19 – Bandas das amostras transparentes combinadas obtidas durante as análises em laboratório.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de comprimento padrão mínimos e máximos, com suas respectivas médias e desvios padrões, relativos às espécies avaliadas

Tabela 2 - Grau de Repleção (GR) encontrado para os estômagos das espécies utilizadas no estudo.

Tabela 3 - Valores de comprimento padrão mínimos e máximos, com suas respectivas médias e desvios padrões, relativos às espécies avaliadas.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RDS	Tupé Reserva Municipal de Desenvolvimento Sustentável Tupé
F.O.	Frequência de Ocorrência
V	Volume Relativo
Iai	Índice de Importância Alimentar
Cm	Centímetros
GR	Grau de repleção
FTIR	Espectroscopia de Infravermelho Transformada de Fourier
ATR	Refletância Total Atenuada
KOH 10%	Solução de Hidróxido de Potássio
UCS	Unidades de Conservação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	21
3.2	ESCOLHA DAS ESPÉCIES DE PEIXES DO PRESENTE TRABALHO..	22
3.3	COLETA DE PEIXES E ANÁLISE DE LABORATÓRIO	22
3.4	ANÁLISE DE CONTEÚDO ESTOMACAL	24
3.4.1	IDENTIFICAÇÃO DE ITENS ALIMENTARES E GRAU DE REPLEÇÃO	24
3.4.2	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE ITENS ALIMENTARES	25
3.4.3	VOLUME RELATIVO	25
3.4.4	ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA ALIMENTAR.....	25
3.4.5	CLASSIFICAÇÃO DE GUILDAS TRÓFICAS	26
3.5	CONTROLE DE CONTAMINAÇÃO	27
3.6	DIGESTÃO DAS AMOSTRAS E FILTRAGEM	28
3.7	VISUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS PLÁSTICOS	29
3.8	IDENTIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO POLIMÉRICA	29
3.9	ANÁLISE DE DADOS	30
4	RESULTADOS	31
5	DISCUSSÃO	37
6	CONCLUSÃO.....	41
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE.....	51

1 INTRODUÇÃO

A alta da demanda de plástico no uso comercial mundial é uma prática estabelecida, devido as suas diversas características, sendo um material resistente, leve, potencialmente transparente, com baixo custo de produção e tem ampla variedade no uso e aplicação. Esses fatores tornam o plástico um produto muito atrativo do ponto de vista econômico (ANDRADY, 2011; ELIAS, 2015), resultando no aumento da produção nos últimos 60 anos (BOUWMEESTER et al., 2015; LI et al., 2018), com aumento da produção de 1,5 milhões de toneladas em 1950, para 367 milhões de toneladas em 2020 (PLASTICS EUROPE, 2021).

Em 2020, a produção de plásticos foi direcionada a diferentes mercados produtores, e o principal mercado de destinação foi de embalagens, representando 40,5%, seguido da destinação à construção civil, com 20,4% e por último, o mercado relacionado a produtos automotivos, com 8,8% da produção total (PLASTICS EUROPE, 2021). Dos materiais produzidos a partir do plástico, o setor de produção de embalagens é um dos mais alarmantes, no ponto de vista ecológico, devido a ao curto uso de vida, e também por serem descartados de forma inadequada (GEYER et al., 2017). Na estimativa de plásticos produzidos mundialmente, entre os anos de 1950 e 2015, os tipos resinas poliméricas, fibras sintéticas e aditivos, somente 6% foram reciclados e 9% incinerados (GEYER et al., 2017). Ainda do total produzido nesses anos até 30% ainda estão em uso e 55% foram descartados. Isso indica uma preocupação, no ponto de vista biológico e ecológico ambiental, pois o plástico e seus derivados, quando são descartados de forma inadequada nos centros urbanos, podem ser inseridos nos ecossistemas aquáticos através do escoamento de rios, pelos ventos e pelo despejo inadequado nas praias por balneabilidade turística (RYAN et al., 2009), com destinação final aos ecossistemas oceânicos (LEBRETON et al., 2017).

A poluição por resíduos plásticos em ecossistemas aquáticos vem sendo documentada na literatura científica desde a década de 1970. Um dos primeiros registros de ocorrência se deu no oceano atlântico norte, onde Carpenter e Smith (1972) registraram a ingestão de *pellets* por peixes da mesma região de estudo de CARPENTER et al. (1972). Para o ambiente marinho, os resíduos plásticos são

amplamente conhecidos como um poluente importante (CARVALHO; NETO, 2016), ingeridos por vertebrados e invertebrados (IVAR DO SUL et al., 2014).

Por outro lado, o primeiro registro de microplásticos, que são os resíduos plásticos com tamanho menor que 5 milímetros, em ambiente de água doce ocorreu no ano de 2011, no rio Huron, localizado no Canadá (ZBYSZEWSKI; CORCORAN, 2011). Isso se deve pelo menor número de pesquisas realizadas nesses anos anteriores, em ambientes de água doce, relacionado ao conhecimento e problemática da ocorrência dos resíduos de plásticos nesses ambientes (LI et al., 2018).

A partir disso, diversos estudos foram realizados em ambientes de águas continentais, para verificar a presença de resíduos plásticos em rios, como em RECH et al. (2014), que verificaram fontes de contaminação de resíduos plásticos advindo do sudeste do oceano pacífico; EERKES-MEDRANO et al., (2015), que realizou uma revisão das ameaças emergentes de microplásticos em ambientes de água doce; RECH et al., (2015) estudando amostras de resíduos de rios; HORTON et al., (2017), estudando microplásticos em ambientes de água doce e terrestres; FORREST et al., (2019) verificando formas de eliminação dos plásticos nas águas, e ANDRADE et al., (2019) registrando a ingestão de plásticos por uma espécie de peixe. Em lagos, FISCHER et al., (2016) estudaram a poluição por microplásticos e a sua sedimentação nos litorais; BLETTER et al., (2017) procuraram verificar a dinâmica dos microplásticos na água doce, avaliando pequenos riachos, lagos, até o rio de grande porte; SIGHICELLI et al., 2018 estudaram a poluição de microplásticos na superfície de lagos. Nas cabeceiras de riachos, há o registro de estudo de RIBEIRO-BRASIL et al., (2020), onde verificaram a contaminação de riachos utilizados por peixes com resíduos plásticos.

Todos esses estudos descrevem também a ingestão dos resíduos plásticos pela fauna, servindo como uma ferramenta ecológica e catalizadora da entrada do resíduo plástico na cadeia trófica. O consumo de resíduos plásticos, dentre esses, os microplásticos, pode ocasionar exposição à poluentes, como ftalatos e bisfenol A (BPA) (BARBOZA et al., 2020b), que são componentes tóxicos de muitos tipos de plásticos, que conferem benefícios ao material, como a maleabilidade, transparência e durabilidade, estando assim, expostos aos organismos que estão aderidos e que ingerem estes materiais (JUNG et al., 2020). Quando o bisfenol A (BPA) está

disponível junto a superfície dos polímeros, e é ingerido por organismos, pode causar impactos biológicos negativos, devido ao efeito endócrino disruptor que é desencadeado, modificando os mecanismos reprodutivos e sistema nervoso dos organismos consumidores (SNIJDER et al., 2013).

A ingestão dos resíduos plásticos pode prejudicar os organismos fisicamente e fisiologicamente, comprometendo a alimentação, digestão e reprodução, podendo causar também morte por essas reações descritas, ou por outras causas, como o emaranhamento e sufocamento (VENDEL et al., 2017). Ainda no ambiente aquático, os resíduos plásticos podem absorver os poluentes hidrofóbicos disponíveis (COLE et al., 2011), que são bioacumuláveis e tóxicos, assim como os próprios resíduos aquáticos, sendo prejudiciais para a saúde humana, se forem ingeridos e assimilados (ENGLER, 2012).

Atualmente, existem três registros na literatura sobre a ingestão de resíduos plásticos por peixes em ambientes amazônicos, sendo um no estuário do rio Amazonas (PEGADO et al., 2018), no Rio Xingu (ANDRADE et al., 2019) e em cabeceiras de riachos no estado do Pará (RIBEIRO-BRASIL et al., 2020). Segundo Pegado et al. (2018), cerca de 30% dos peixes coletados através de arrasto no estuário amazônico fizeram a ingestão de microplásticos, onde mais de 97% destes resíduos eram de *pellets*. Os autores consideram que pode haver relação da ingestão entre densidade dos *pellets* e o comportamento dos peixes, já que foram verificados na porção do substrato onde ocorre a alimentação de peixes demersais (ANASTASOPOULOU et al., 2013). Analisando o conteúdo estomacal de peixes da família Serrasalmidae de diferentes guildas tróficas, Andrade et al. (2019) verificaram que em todas as guildas, houve ingestão de partículas plásticas em cerca de 80% dos indivíduos, e também observaram diferenças comportamentais, nos quais peixes de comportamento onívoro consumiram mais partículas mesoplásticas do que herbívoros e carnívoros, diferente das partículas menores que 5 milímetros (microplásticos), que apresentaram pouca diferença entre as guildas quanto à ingestão. Em cabeceiras de riacho, ambientes empiricamente conhecidos por serem mais preservados ecologicamente, com presença de nascentes de grandes rios, foi observado que a ingestão de resíduos plásticos é elevada. Foram encontrados resíduos plásticos em 68 espécimes analisados, pertencentes a 14

espécies de peixes. Neste caso, as fibras foram as formas comumente encontradas, representando 93,5% do total das amostras (RIBEIRO-BRASIL et al., 2020).

A principal semelhança entre os últimos estudos citados é a região de coleta e análise, a bacia Amazônica, onde é estimado que o Rio Amazonas descarregue cerca 38.900 toneladas ao ano de resíduos plásticos para o Oceano Atlântico (LEBRETON et al., 2017). Isso se apresenta evidente, pois os centros urbanos ficam concentrados nas margens dos rios, com pouco cuidado relacionado ao tratamento dos descartes sólidos plásticos. Neste cenário, emerge a necessidade de estudos relacionados à ingestão de resíduos plásticos em outros ambientes amazônicos, além disso, estudo em Unidades de Conservação em águas continentais são escassos, e analisar estas nos trará respostas se aquele ambiente está de fato tendo uma proteção efetiva.

Unidades de conservação (UCs) são espaços territoriais com limites definidos que tem como objetivo a conservação, manutenção e restauração das características naturais podendo ser integrais, onde a finalidade é a preservação da natureza sendo permitida apenas a utilização indireta dos recursos naturais ou de uso sustentável no qual há uma harmonização entre uso e conservação desses recursos (BRASIL, 2000). Estabelecida pelo Decreto Criação nº 8044 (MANAUS, 2005) a Reserva Municipal de Desenvolvimento Sustentável – Tupé, é uma Unidade de Conservação de uso sustentável que serve de área de balneabilidade, para banhistas locais e turistas, devido as praias que se formam no período de águas baixas (NASCIMENTO, 2005).

A presença de microplásticos na dieta de peixes em Unidades de Conservação já vem sendo reportada como no caso de RAMOS et al. (2022) onde observou-se a presença do material em três espécies de diferentes hábitos alimentares na UC de uso sustentável Refúgio Biológico de Santa Helena (RBSH) localizada no oeste do Paraná. Em um estudo realizado na área de proteção marinha da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (RDSEPT) detectou-se a presença de materiais derivados do plástico que podem, no processo de degradação, gerar microplásticos (DA SILVA, 2019).

Uma preocupação eminente para a localidade é a geração de descarte de resíduos sólidos plásticos que pode ocorrer neste período e acometer e comprometer a comunidade de peixes daquela região uma vez que a praia da Reserva Municipal de Desenvolvimento do Tupé apresenta a atividade de

balneabilidade e, apesar da importância nacional das Unidades de Conservação, poucos estudos são direcionados as UCs continentais ou de água doce reiterando assim a importância do presente trabalho. Portanto, o presente estudo pretende investigar a dieta de duas espécies de peixes quanto a ocorrência de resíduos plásticos, em um ambiente estabelecido como área de conservação no município de Manaus - Amazonas.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Investigar a ingestão de resíduos plásticos pelas espécies de peixes *Lonchogenys ilisha* e *Plagioscion squamosissimus* em ambiente de praia da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé.

Objetivos Específicos

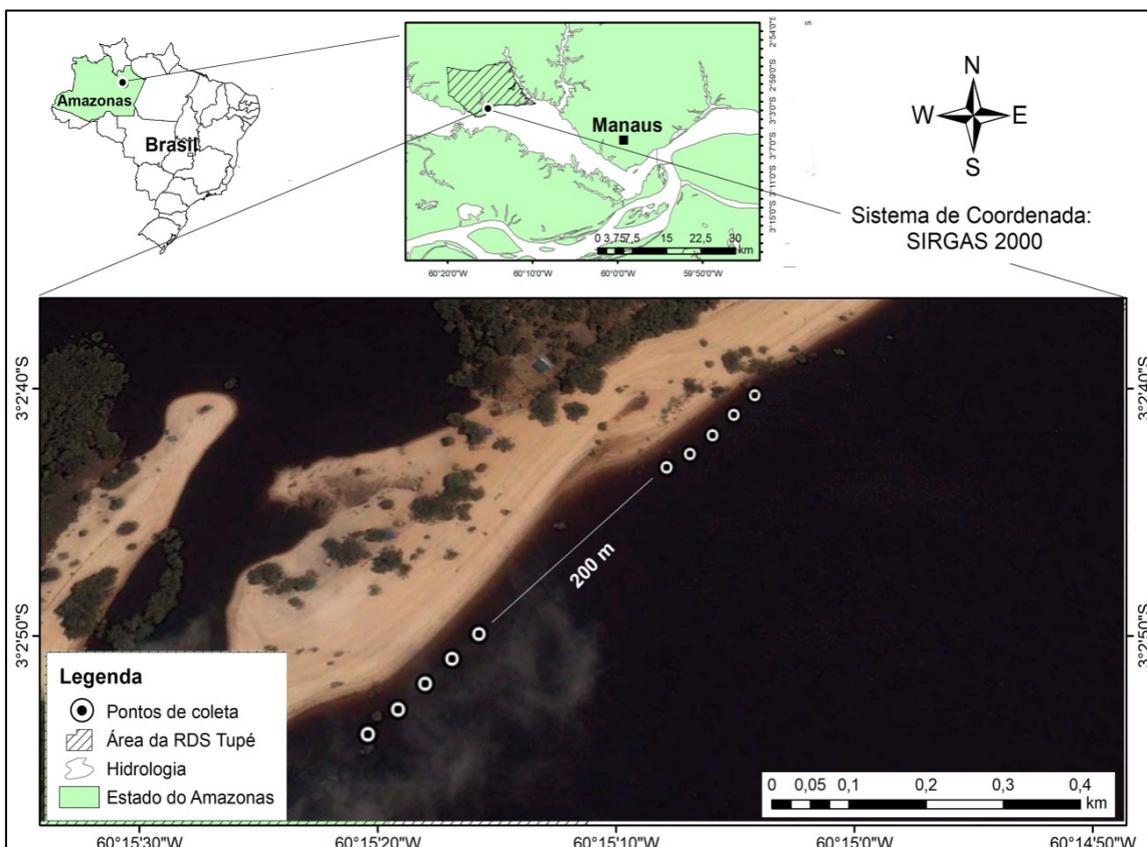
- Identificar os itens encontrados nos estômagos das espécies *Lonchogenys ilisha* e *Plagioscion squamosissimus*;
- Identificar a ocorrência de resíduos plásticos no trato gastrointestinal das espécies de *Lonchogenys ilisha* e *Plagioscion squamosissimus*;
- Classificar os resíduos plásticos encontrados quanto as suas tipologias;
- Identificar a composição polimérica dos resíduos plásticos encontrados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Para a realização do presente trabalho, foi escolhida a praia do Tupé, localizada na Reserva Municipal de Desenvolvimento Sustentável Tupé (RDS Tupé), na margem esquerda do Rio Negro, em uma distância de 25 quilômetros à montante da cidade de Manaus. A RDS Tupé possui uma área total de 1.973 hectares, e foi criada pelo Decreto n° 8044/2005, instituído pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente do Município de Manaus, estado do Amazonas (Figura 1). Para a execução do trabalho foram obtidas as autorizações de Termo de Compromisso e Autorização n° 03/2021/ SEMMAS, CEUA n° 008/2022 e SISBIO 76320.

Figura 1 – Área de trabalho e pontos de coleta utilizados na praia da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé (RDS Tupé).



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

3.2 ESCOLHA DAS ESPÉCIES DE PEIXES DO PRESENTE TRABALHO

Por serem espécies de peixes comuns e abundantes na área da RDS Tupé, *Lonchogenys ilisha* Myers, 1927 e *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840) foram escolhidas como objeto de análise na pesquisa. A espécie *L. ilisha* é considerada um peixe endêmico da bacia do Rio Negro com ampla distribuição (GOULDING et al., 1988; REIS et al., 2019b), e realiza movimentos não estruturados dentro da RDS Tupé, de acordo com a sazonalidade, onde desenvolvem todo o seu ciclo de vida (BELTRÃO; SOARES, 2018). Possui abundância nos ambientes de balneário, que apresentam diversas alterações antrópicas e perturbação ambiental (GALUCIO, 2016). Já *P. squamosissimus*, popularmente conhecida como pescada, (GALUCIO 2016; SILVA, 2017; REIS et., 2019b), tem como característica nos espécimes jovens, o consumo de crustáceos e insetos aquáticos, já nos espécimes adultos, possui o hábito alimentar piscívoro (CLARO- JUNIOR, 2003). A pescada tem importância comercial na pesca da região amazônica, sendo consumida pelos ribeirinhos e comercializada nas feiras e mercados da região de Manaus e zonas rurais do estado do Amazonas (RUFFINO et al., 2006).

3.3 COLETA DE PEIXES E ANÁLISE DE LABORATÓRIO

As coletas foram realizadas no regime hidrológico de seca, que representa os meses de outubro, novembro e dezembro de 2021 (SILVA et al., 1999). Os pontos de coleta foram escolhidos levando em consideração a realização de arrastos, técnica de pesca onde uma rede é utilizada, sendo levadas de um ponto pré-definido, até outro ponto final definido, livres da presença de substratos naturais (Figura 2). A rede utilizada para a técnica de arrasto no presente trabalho possui 20 metros de comprimento e 2 metros de altura, com malha entre nós opostos medindo 5 milímetros. Foram realizadas cinco pescas de arrastos consecutivos em duas áreas amostrais, com distância de 200 metros de separação entre essas duas áreas (Figura 1). As pescas de arrastos foram realizadas no período noturno, no horário de 19 às 23 horas. Os peixes coletados foram retirados das redes (Figura 3) e submetidos a solução contendo Eugenol previamente filtrada, após essa etapa foram envoltos por papel alumínio para evitar contaminação de partículas externas, e armazenados em caixa térmica (Figura 4). Todo material biológico coletado foi transportado para o Laboratório de Ecologia Pesqueira da Universidade Federal do

Amazonas, sendo os peixes submetidos à biometria de peso total (gramas) e comprimento padrão (centímetros) e armazenados em freezer para as análises posteriores.

Figura 2 - Coleta de peixes utilizando redes de pesca de arrasto na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé (RDS Tupé).



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

Figura 3 - Retirada dos peixes das redes coletados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé (RDS Tupé).



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

Figura 4 - Peixes coletados e armazenados em caixas térmicas.



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

3.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO ESTOMACAL

3.4.1 IDENTIFICAÇÃO DE ITENS ALIMENTARES E GRAU DE REPLEÇÃO

Todos os peixes coletados, das duas espécies selecionadas foram submetidos ao corte na porção inferior, para a retirada do estômago e análise visual. Esta análise foi realizada a partir de observação macroscópica dos itens presentes em cada estômago, por meio do Estereomicroscópio. Com base na quantidade de alimento presente em cada estômago, foi estabelecido o grau de repleção estomacal, que consiste classificar os estômagos de acordo com a quantidade de itens alimentares encontrados, que é estabelecida pelo Grau 0 (estômagos vazios); Grau I (estômagos preenchidos com itens alimentares até 25% de volume total do estômago); Grau II (para estômagos preenchidos com itens até 50% do volume total); Grau III (estômagos preenchidos com itens até 75% do volume total), e Grau IV (estômagos totalmente preenchidos com itens alimentares, 100%).

3.4.2 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE ITENS ALIMENTARES

Os itens encontrados nos espécimes avaliados, foram avaliados em relação a frequência de ocorrência (F.O.), que é a somatória dos estômagos que possuem o mesmo item alimentar, dividindo pelo número de estômagos analisados (HYSLOP, 1980):

$$F.O. = \frac{\sum i \times 100}{N},$$

onde: **F. O.** = Frequência de ocorrência;

i = Número de estômagos em que cada item alimentar foi identificado;

N = Número de estômagos analisados com alimento.

3.4.3 VOLUME RELATIVO

O volume relativo (V) também foi obtido, para a estimativa visual do volume de cada item alimentar em relação ao volume total de alimento em cada estômago, em porcentagem (HYSLOP, 1980):

$$v = \left(\frac{va}{Vt} \right) \times 100,$$

onde: **V** = porcentagem volumétrica do item amostrado;

va = volume do item amostrado;

Vt = volume total de itens amostrados.

3.4.4 ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA ALIMENTAR

Os resultados individuais dos métodos da frequência de ocorrência (F.O) e do volume relativos (V) foram combinados para estabelecer o Índice de Importância

Alimentar (IA_i) (KAWAKAMI et al., 1980), que avalia o grau de importância que cada alimento possui na dieta dos peixes. Este índice é expresso em porcentagem para cada item, conforme a fórmula:

$$IA_i = \frac{Fi \times V}{\sum (Fi \times V)}$$

onde, **i** = item alimentar;

F = frequência de ocorrência (%) de determinado item;

V = volume (%) de determinado item.

3.4.5 CLASSIFICAÇÃO DE GILDAS TRÓFICAS

A classificação das guildas tróficas das espécies foi realizada de acordo com os valores de cada categoria estabelecida no Índice de Importância Alimentar (IA_i%), em uma proporção correspondente a maior ou igual a 70% (MÉRONA et al., 2008). O item alimentar inseto foi identificado com auxílio de chaves de identificação e especialistas.

Foram coletados 80 espécimes de *L. ilisha* (Figura 5) e 30 de *P. squamosissimus* (Figura 6). Entretanto, para análise de conteúdo estomacal, foram utilizados 50 espécimes de *L. ilisha* e 15 espécimes de *P. squamosissimus*. Para a análise de digestão química do trato gastrointestinal em solução de hidróxido de potássio (KOH a 10%), foram utilizados 30 espécimes de *L. ilisha* e 15 espécimes de *P. squamosissimus*.

Figura 5 - Exemplar da espécie *Lonchogenys ilisha*



Figura 6 - Exemplar da espécie *Plagioscion squamosissimus*

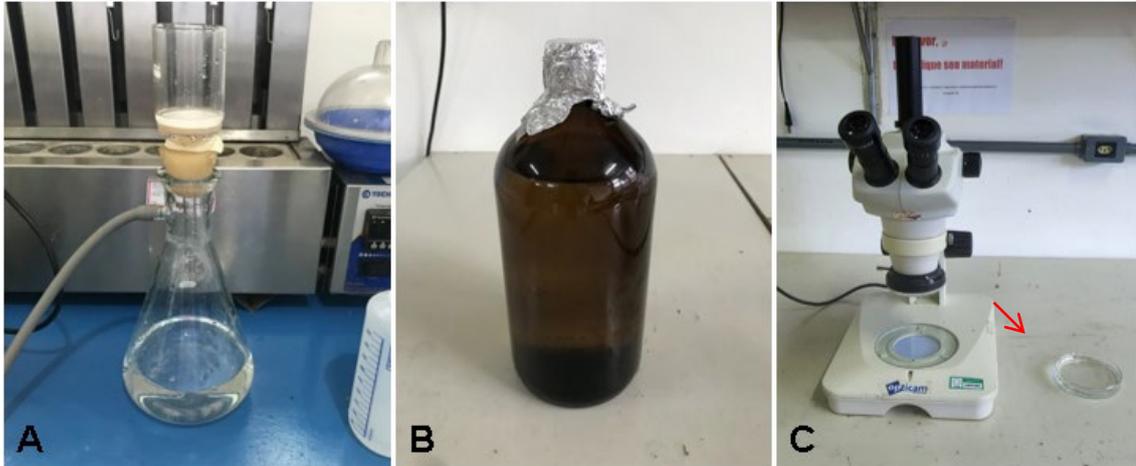


Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

3.5 CONTROLE DE CONTAMINAÇÃO

O controle das amostras é feito para evitar a contaminação e possíveis vies de resultado. Tendo em vista essa preocupação, os peixes foram envoltos por papel alumínio logo após a captura, evitando assim o contato com materiais de superfícies plásticas e partículas do próprio ambiente. Durante o processo de análise em laboratório foi priorizado a utilização de materiais de vidro e metal e o manuseio do material biológico com o uso de luvas. O material biológico foi lavado com água destilada filtrada em bomba a vácuo (Figura 7A), com microfiltro de retenção de partícula 0,5 micrômetros (μm), mantidos em frasco de vidro âmbar de 1 litro (Figura 7B). Durante a manipulação das amostras dos materiais biológicos, uma placa de petri contendo água destilada filtrada ficou disposta, para a filtragem do material e posterior observação no Estereomicroscópio, para verificação se as partículas encontradas através da análise visual eram provenientes de contaminação no próprio ambiente de trabalho no laboratório. Logo, o conteúdo contido nas placas de petri é chamado de branco (Figura 7C) (BESSA et al., 2018).

Figura 7. (A) Filtragem das amostras utilizando água destilada. (B) Frasco de vidro contendo a água destilada filtrada. (C) Conteúdo de placas petri representado pelo branco.



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

As amostras definidas como “brancos” (Figura 7C) foram filtradas e as partículas semelhantes visualmente às amostras da análise de digestão dos peixes foram analisadas pelo método de Espectroscopia de Infravermelho Transformada de Fourier (FTIR) a fim de compará-las e evitar resultados ambíguos.

3.6 DIGESTÃO DAS AMOSTRAS E FILTRAGEM

A digestão dos tratos gastrointestinais (estômagos e intestinos) foi analisada através da metodologia utilizada por DHIMMER (2017), LUZ (2018) e SILVA (2020), que consiste na imersão dos órgãos em solução de hidróxido de potássio (KOH 10%), preparada com água destilada, até que ocorra a digestão da amostra biológica. As amostras foram adicionadas em potes de vidro, a um volume de solução de pelo menos 3 vezes superior ao peso do material biológico (Figura 8A). O material foi colocado para degradação dos tecidos e material biológico no período de 12 dias (uma semana e meia), sendo realizadas agitações manuais uma vez ao dia. Após esse processo, as amostras foram filtradas com bomba a vácuo (Figura 8B) da marca Tecnal, modelo TE-0582, por meio de um microfiltro de vidro com retenção de partícula de 0,5 μm . Os filtros foram transferidos para placas de Petri (Figura 8C) e isoladas com papel alumínio (Figura 8D).

Figura 8. (A) Frasco contendo solução KOH a 10% e material a ser digerido. (B) Filtragem dos resíduos contido após digestão. (C) Filtro separado e identificado. (D) Placa petri isolada em papel alumínio.



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

3.7 VISUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS PLÁSTICOS

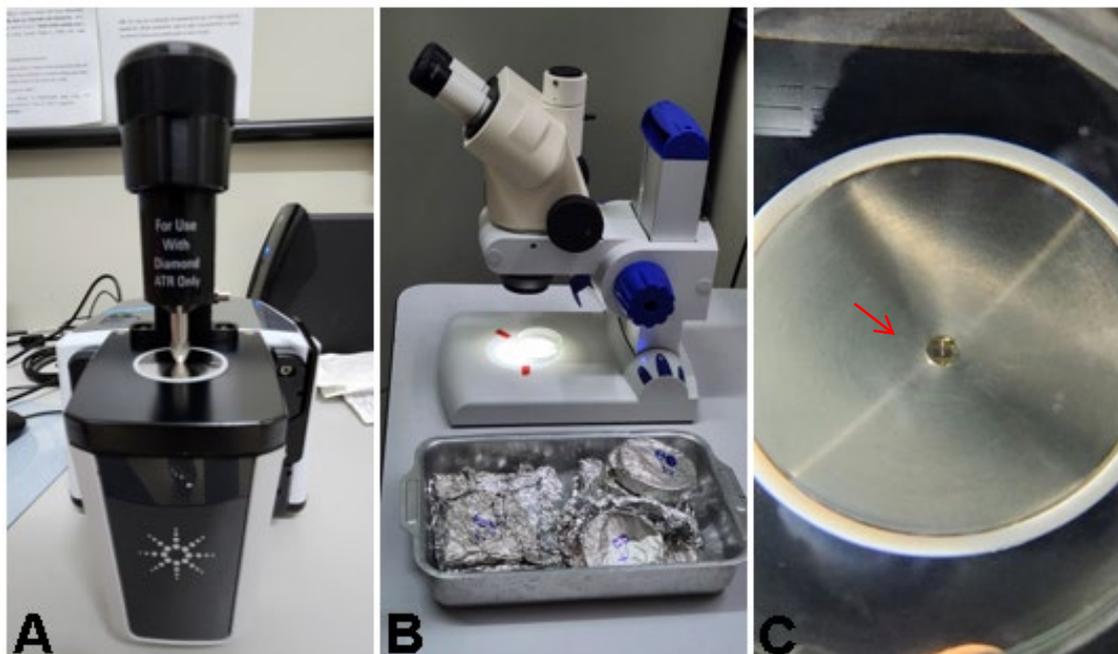
Os filtros foram observados através do Estereomicroscópio, e todo o resíduo encontrado e que se assemelhou ao registrado na literatura foi quantificado, (CINCINELLI et al., 2017; LUZ, 2018; DIHMMER et al., 2017; ANDRADE et al., 2019; RIBEIRO-BRASIL et al., 2020). Padrões de formato e coloração de cada partícula em questão foram analisados. Excluindo material biológico não digerido como partes de insetos, para não contabilizados como plásticos. Foi realizado o teste da agulha, que consiste na prensa do item identificado a fim de diferencia-los materiais vegetais como madeiras e folhas. Com isso, foram categorizadas como polímeros as fibras ou filamentos com formato circular de ponta a ponta ou quaisquer outras formas transversais que a partícula exiba, sem apresentar qualquer desgaste ou achatamento ao longo de sua estrutura. Ademais, cada partícula foi comparada a mais de um estudo, sempre que viável. Para uma determinação mais precisa dos tamanhos encontrados, as fotos dos resíduos foram analisadas no software ImageJ. Ao final desse processo os dados foram tabulados e planilha eletrônica (BESSA et al., 2018).

3.8 IDENTIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO POLIMÉRICA

A fim de determinar a constituição molecular dos polímeros, empregou-se a técnica de Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR),

realizada no Laboratório de Bioeletrônica, da Universidade Federal do Amazonas, cujo propósito é oferecer uma impressão digital capaz de caracterizar a estrutura molecular dos materiais em análise, permitindo sua identificação e distinção por meio da análise dos seus espectros de absorção (Hummel, 2002). A FTIR foi realizada utilizando um espectômetro Agilent Cary 630 Diamond ATR Sampling Module. A coleta dos espectros ocorreu por meio de Refletância Total Atenuada (ATR), com 128 varreduras para cada espectro e resolução espectral de 4cm^{-1} . As diferentes composições de ligação produzem espectros únicos que discriminam os plásticos de outras partículas orgânicas e inorgânicas (LÖDER; GERDTS, 2015). Os espectros foram comparados com valores de referência da literatura que utilizaram o mesmo método ATR-FTIR (PASZKIEWICZ et al., 2017; PEREIRA et al., 2017; CHE et al., 2013; IOAKEIMIDIS et al., 2016).

Figura 9. (A) Equipamento de leitura de FT-IR. (B) Amostras a serem analisadas. (C) Exemplo de um filamento a ser analisado (evidenciado através da seta vermelha) no equipamento de FT-IR.



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

3.9 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram tabulados em planilha eletrônicas e depois analisados em estatística descritiva no Programa R Statistical.

4 RESULTADOS

Foram analisados 50 estômagos de *Lonchogenys ilisha* e 15 de *Plagioscion squamosissimus*. Os espécimes de *L. ilisha* utilizados na análise de conteúdo estomacal tiveram amplitude do comprimento padrão variando de 3,5 cm a 5,1 cm, e *P. squamosissimus*, o comprimento padrão variou de 3,4 cm a 7,0 cm (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores de comprimento padrão das espécies avaliadas no estudo.

Análise Estomacal	Comprimento Padrão (cm)				
	Espécies	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
	<i>Lonchogenys ilisha</i>	4,6	0,45	3,5	5,8
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	4,51	1,11	3,4	7,0

Dentre os 50 estômagos analisados de *L. ilisha*, 40 destes apresentaram algum tipo de item alimentar, enquanto 10 estômagos estavam vazios. A maioria pertenceu a escala de 25% e 75% de grau de repleção. Somente dois espécimes estavam com o estômago completamente preenchido (100%) (Tabela 2). Para *P. squamosissimus*, foram identificados 13 estômagos com presença de itens ingeridos, sendo a maioria nos graus de repleção intermediários, enquanto dois estômagos estavam vazios (Tabela 2).

Tabela 2 - Grau de Repleção (GR) encontrado para os estômagos das espécies utilizadas no estudo.

	<i>Lonchogenys ilisha</i>	<i>Plagioscion squamosissimus</i>
GR (%)	(%)	(%)
0	20	13,3
25	42	66,7

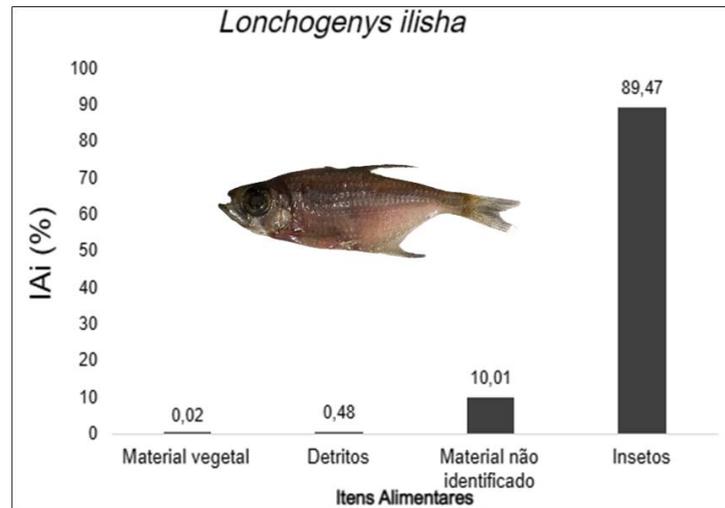
50	6	-
75	24	20
100	8	-
TOTAL	100	100

Dentre as duas espécies, *L. ilisha* obteve maior Frequência de ocorrência para o item alimentar “insetos”, com 72%, detritos com 10% e “material vegetal” com 2%. *P. squamosissimus* também apresentou o item alimentar “insetos” com F.O. de 73,33% e detritos com 13,33%. Como é habitual em estudos de dieta de peixes, foi observado uma proporção de material aquoso nos estômagos, que não permitiu a identificação do item consumido. Contudo, esse material foi mencionado, refletindo a atividade digestiva dos espécimes para o momento da análise.

O táxon dos insetos encontrados nos estômagos de *L. ilisha* nas análises pertencem principalmente as ordens Coleóptera e Hymenoptera, ambas com três espécimes, seguidas por Ortóptera, Díptera, Lepidóptera, Hemíptera e Odonata com um espécime cada passível de identificação. Em *P. squamosissimus* foram identificados insetos das ordens Coleoptera, Diptera e Cladocera, com um espécime cada. Muitos dos insetos encontrados eram compostos de fragmentos, com estruturas bastante danificadas que não auxiliaram a identificação em nível taxonômico.

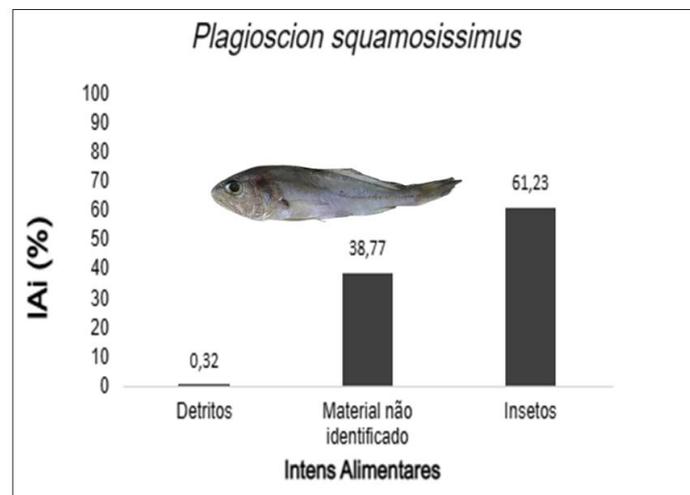
Considerando a proporção dos itens ingeridos, tanto *L. ilisha* quanto *P. squamosissimus* foram classificadas como espécies carnívoras com tendência a insetivoria (Figuras 10 e 11).

Figura 10 – Apresentação das categorias de itens encontrados no estômago de *Lonchogenys ilisha* na RDS Tupé.



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

Figura 11 – Apresentação das categorias de itens encontrados no estômago de *Plagioscion squamosissimus* na RDS Tupé.



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

Acerca da identificação dos resíduos plásticos 30 espécimes de *L. ilisha* e 15 de *P. squamosissimus* foram utilizados para a análise de digestão química do trato gastrointestinal (estômagos e intestinos), com uso de solução de hidróxido de potássio (KOH a 10%). Nesta análise, o comprimento padrão mínimo encontrado de *L. ilisha* foi de 3,8 cm, e o máximo foi de 5,7 cm. Para *P. squamosissimus*, o

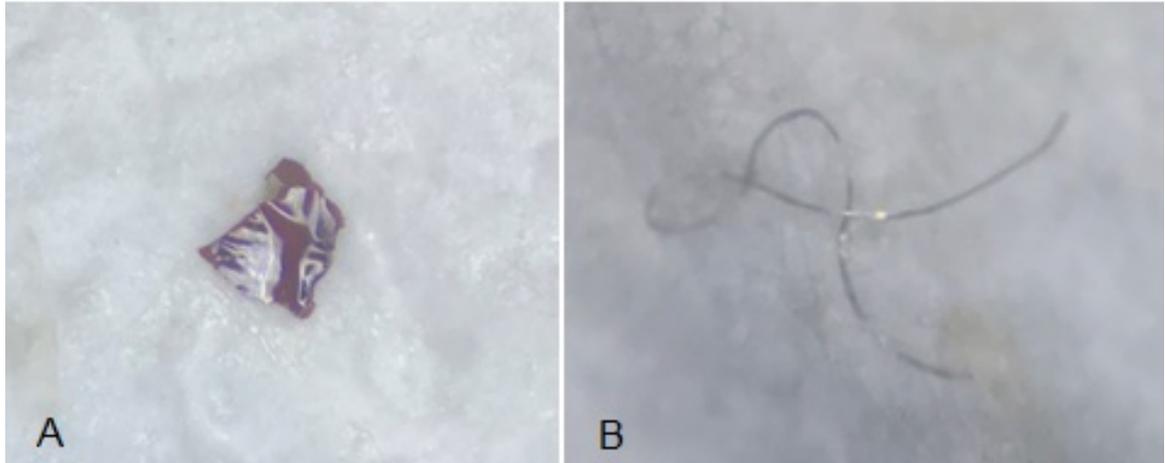
comprimento padrão mínimo foi de 2,9 cm e o maior comprimento padrão encontrado foi de 5,0 cm (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de comprimento padrão dos indivíduos analisados no processo de digestão química.

Digestão em KOH a 10%		Comprimento Padrão (cm)		
Espécies	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Lonchogenys ilisha</i>	4,77	0,43	3,8	5,7
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	3,80	0,58	2,9	5,0

Foram encontradas duas partículas, sendo um fragmento vermelho (0,7 mm) e um filamento prata (1,6 mm), (Figura 14), após teste com uma agulha quente, percebeu-se que se tratava de material sintético, assim foram considerados flexíveis e não quebradiços. As duas amostras foram encontrados no trato gastrointestinal digerido de um exemplar de *Lonchogenys ilisha*, que apresentou peso de 2,57 g e 4,9 cm de comprimento. Este resultado é um apontamento do primeiro registro da ingestão de resíduos plásticos por peixe de praia da RDS do Tupé.

Figura 14 - Resíduos plásticos encontrados em filtro de material digerido no estômago de *Lonchogenys ilisha*. (A) Fragmento vermelho; (B) Filamento prata.



Fonte: Wallacy Adriano Cavalcante Campos (2023)

Essas duas amostras foram submetidas a Espectroscopia de infravermelho transformada de Fourier (FT-IR), realizada no Laboratório da Central Analítica da Universidade Federal do Amazonas, e nos apresentou a composição dos grupos funcionais de polímeros dos encontrados.

Bandas características de um poliéster, especificamente do Polietileno Tereftalato (PET) foram encontradas com a análise.

O espectro ATR-FTIR da amostra do filamento prata mostrou uma banda larga em 3256 cm^{-1} , a qual pode ser atribuída as vibrações de estiramento da ligação O-H (Figura 15). O sinal registrado perto de 2926 cm^{-1} está relacionado as vibrações de estiramento simétrico de C-H₂ presentes na cadeia polimérica. O sinal que aparece em 1645 cm^{-1} é característico da ligação C=O. O pico em 1541 cm^{-1} indica as vibrações de estiramento C=C do esqueleto aromático. O pico em 1344 cm^{-1} indica vibrações do segmento etileno glicol. Os picos em 1124 e 1050 cm^{-1} estão relacionados com vibrações do grupo tereftalato (OOC-C₆H₄-COO) e do grupo éster, respectivamente. O sinal em 870 cm^{-1} é característico da ligação C-H do anel aromático.

Na amostra do fragmento vermelho, foram identificados picos em número de onda similares a amostra do filamento prata (Figura 16). Os sinais em 3264 , 2925 , 1623 , 1539 , 1394 , 1026 e 860 cm^{-1} são característicos de O-H, C-H₂, C=O, C=C, grupo etileno glicol, grupo éster, C-H aromático, respectivamente.

Figura 15 – Bandas da amostra prata obtidas durante as análises em laboratório.

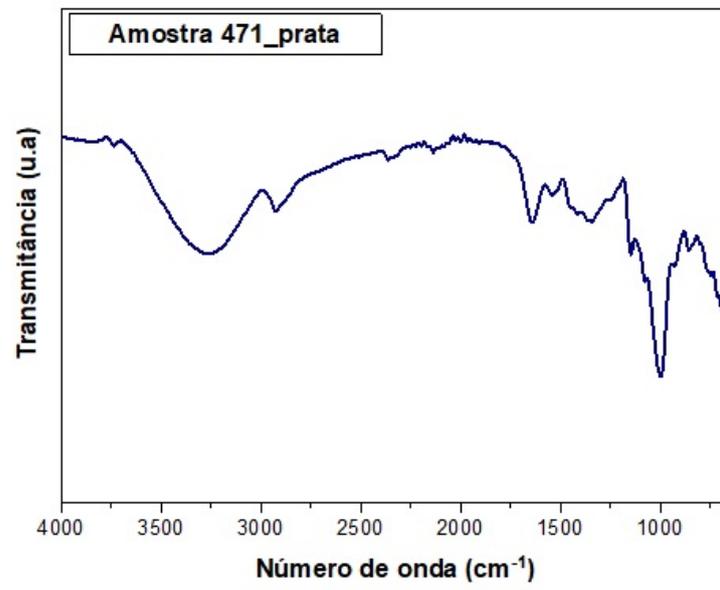
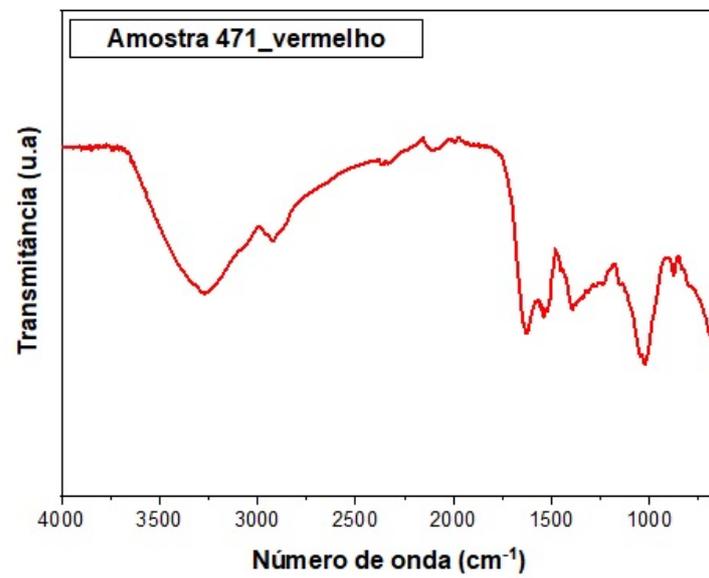


Figura 16 - Bandas da amostra vermelha obtidas durante as análises em laboratório.



5 DISCUSSÃO

Estas são as primeiras informações descritas sobre o comportamento alimentar de *L. ilisha*, sobretudo para ambiente de praia, as quais apontam uma dieta com predileção à Insetos. Os peixes coletados apresentaram tamanhos médio de 3,5 cm a 5,8 cm, sendo considerados espécimes adultos (REIS et al., 2003a). De acordo com GOULDING et al. (1988) a espécie possui hábito alimentar invertívoro, sendo abundante em ambientes de praia do baixo rio Negro (SILVA, 2017; GALUCIO, 2016; REIS et al., 2019b), residente a áreas de bancos de areia (ARRIGTON e WINEMILLER, 2003; REIS et al., 2003a) e apresenta características de hábito noturno (ARRIGTON e WINEMILLER, 2003; SILVA 2017). COPP e JURAJDA (1993), relatam que peixes que ocupam bancos de areia durante o período noturno podem estar explorando o ambiente na forma de forrageamento ou como refúgio contra predadores. Estes dados ecológicos, até o momento, referem-se apenas a estudos de história natural.

Para *P. squamosissimus* os itens alimentares encontrados também indicaram uma dieta a base de insetos. Os peixes coletados variaram de 3,4 cm a 7,0 cm, sendo considerados indivíduos juvenis (HAHN et al., 1997; NEVES et al., 2015b). Indivíduos adultos dessa espécie são amplamente conhecidos na literatura como carnívoros com tendência a piscivoria (DUTRA, 2020; MESQUITA 2011; MACHADO, 2021; NEVES et al., 2015b). Porém, apresentam diferenças de hábitos alimentares de acordo com sua ontogenia. NEVES et al. (2015b), por exemplo, mostrou que *P. squamosissimus* na fase juvenil se alimenta de camarão (*Macrobrachium amazonicum*), mas também pode cometer canibalismo se alimentado de peixes menores da mesma espécie. Isso pode se dar pela alta disponibilidade dos itens que estão disponíveis no ambiente onde a espécie se encontra.

Considerando os estudos voltados ao conhecimento a cerca do tipo de itens consumidos pelas espécies de peixes amazônico e o tipo de categoria trófica a quem pertencem, para as duas espécies em questão *L. ilisha* e *P. squamosissimus*, a presente pesquisa também investigou a cerca da ingestão de resíduos plásticos, uma vez que até o início da década passada, a preocupação com a distribuição e ocorrência desse material em regiões de água doce era inexistente.

A descoberta gerada foi de ingestão de microplásticos (< 5 mm) por *L. ilisha*, em ambiente de praia de uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável, localizada na porção do baixo rio Negro, mesmo que em pequena escala, pois foi encontrado dois polímeros em um indivíduo da espécie, sendo um de fragmento e outro de filamento. Esta evidência ressalta um alerta sobre a contaminação dos ambientes de água doce da Amazônia, assim como relatado por ANDRADE et al. (2019), RIBEIRO-BRASIL et al. (2020), SOUZA (2022) e FARIAS (2022). Fragmento de microplásticos ingeridos por peixes também foram relatados por NEVES et al. (2015a), DIHMMER et al. (2017) e PEGADO et al. (2018). Além da característica da forma ANDRADE et al., (2019), reportou a presença de fragmento da mesma coloração (vermelha). O tipo de plástico designado como filamentos também tem sido encontrados nos trabalhos citados.

A análise através de ATR-FTIR indicou que as partículas encontradas eram de poliéster, do tipo Polietileno Tereftalato (PET). Atualmente, o poliéster é utilizado para a fabricação de tecidos e na forma de PET, para maioria das garrafas plásticas que são utilizadas para armazenamento de líquidos, constituindo um dos principais contaminantes dos ecossistemas aquáticos, sendo ingerido por animais que vivem nestas águas. Esse tipo de plástico pode ser encontrado nas formas nano (<1 µm) micro (< 5 mm), meso (5 – 25 mm) e macro (25 – 1000 mm), em ambientes de água doce da América do Sul (AZEVEDO-SANTOS, 2021). No rio Negro, especificamente no Arquipélago de Anavilhanas, localizado acima da RDS Tupé, peixes como *Heros acaroides*, *Pygocentrus nattereri* e *Psectrogaster amazonica* já apresentaram ingestão de microplásticos, dentre eles fibras ou filamento de poliéster e PET (SOUZA, 2022), similar ao registrado no presente estudo.

Há evidências que indicam que o volume das partículas microplásticas podem divergir de acordo com a sua posição geográfica, incluindo a sua deposição em sedimentos, presença na superfície aquática, ocorrência em águas de pouca profundidade e nas imediações de áreas urbanas (LI et al., 2018). A dispersão dessas partículas no ambiente amazônico pode ser influenciada pela inadequação do serviço de saneamento básico por residências flutuantes ou localizadas nas imediações dos centros urbanos, tornando o meio aquático o destino principal de águas residuais não tratadas. Esse cenário é muito comum na região amazônica, onde a grande maioria das residências ribeirinhas não tem acesso a sistemas de

tratamento de efluentes ou coleta seletiva de resíduos. De outra forma, barcos regionais são comumente utilizados como meio de transporte de pessoas e produtos, o que contribui também para o lançamento de “lixo” no sistema aquáticos. O fato é que a ausência de políticas públicas voltadas ao saneamento e destinação de resíduos sólidos nos cursos hídricos da região contribui para a liberação de uma quantidade significativa de substâncias poluentes, incluindo microplásticos (FABREGAT-SAFONT et al., 2021).

Microplásticos estão sendo encontrados nos sedimentos de áreas de balneários na região do médio Amazonas, em maior quantidade quando comparado a áreas adjacentes a estes, indicando que essa atividade recreativa potencializa a contaminação dessas áreas e que uma possível explicação para a não detecção de números mais expressivos é a peculiaridade da região, a qual apresenta inundações sazonais, que ocorrem anualmente e resultam no transporte de partículas. SANT'ANNA et al. (2022). A praia do Tupé, mesmo que localizada nos limites de uma RDS, está inserida em região metropolitana da capital do Amazonas, sendo visitada principalmente nos finais de semanas por turistas com a finalidade de balneabilidade. Essa atividade acaba desencadeando impactos negativos pela poluição de resíduos sólidos, como as garrafas plásticas (PEIXOTO, 2013), podendo ter relação com a presença do tipo de material e a ingestão por peixes como verificada no presente estudo.

Ainda que não se tenham informações robustas a cerca dos atributos e quantidade de partículas de microplásticos, que possam desencadear grandes implicações à saúde dos peixes, alguns estudos realizados na última década, já trazem indícios de comprometimento relacionado à lesões e disfunções digestivas, redução do mecanismo predatório ou toxicidade, e estresse hepático (ALOMAR et al., 2017; BARBOZA et al., 2018a). Estas primeiras abordagens necessitam de continuas investigações, para a elucidação não só do comprometimento dos organismos aquáticos que ingerem microplásticos, mas também da consequência que está pode ocasionar ao ser humano, uma vez que os peixes constituem elemento importante de segurança alimentar, especialmente para populações ribeirinhas da Amazônia (ISAAC e ALMEIDA, 2011; ISAAC et al., 2015).

Diante do exposto, peixes em ambientes de praia onde exista atividade de balneabilidade estão passíveis à ingestão de resíduos plásticos, no caso particular ao observado para a região Amazônica. Como o trabalho foi realizado em uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável, ambiente com característica de proteção, o encontro de poucos indivíduos ingerindo microplásticos podem ser explicados, pois das duas espécies avaliadas, somente um indivíduo de *L. ilisha* continha evidências de resíduos. Isso equivale a considerar também que, estudos futuros realizados na localidade, haja a inclusão de outros componentes do ambiente, como sedimentos, água e outras espécies aquáticas para trazer mais robustez as evidências geradas, muito além de evidenciar o tipo de serviço ecossistêmico que ambientes protegidos oportunizam para os organismos presentes.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho contribui para o cenário de investigação e encontro de microplásticos ingeridos por peixes amazônicos, sendo o primeiro realizado em ambientes de praia na porção do baixo rio Negro, dentro de Unidade de Conservação do tipo Reserva de Desenvolvimento Sustentável. A espécie *Lonchogenys ilisha* foi a única que apresentou resultados comprobatórios de ingestão de microplásticos, podendo o resultado estar ligado ao fato da área de estudo se tratar de uma Unidade de Conservação.

Mesmo com esse resultado devemos atentar à atividade de balneabilidade que ocorre no local e a evidência do descarte de lixo sólido na praia em que ocorre a mesma.

As partículas de polímeros são equivalentes a plásticos do tipo PET de consumo doméstico, e que frequentemente são descartados em ambientes aquáticos.

REFERÊNCIAS

- Abbasi, S., Soltani, N., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A., Hassanaghaei, M. (2018). Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. *Chemosphere*, 205, 80-87.
- Alomar, C., Sureda, A., Capó, X., Guijarro, B., Tejada, S., Deudero, S. (2017). Microplastic ingestion by *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 fish and its potential for causing oxidative stress. *Environmental research*, 159, 135-142.
- Andrade, M. C., Winemiller, K. O., Barbosa, P. S., Fortunati, A., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Giarrizzo, T. (2019). First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: Ingestion of plastic debris by piranhas and other serrasalmids with diverse feeding habits. *Environmental Pollution*, 244, 766-773.
- Andrady, A. L., (2011). Microplastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 1596–1605.
- Arrington, D. A., Winemiller, K. O. (2003). Diel changeover in sandbank fish assemblages in a neotropical floodplain river. *Journal of Fish Biology*, 63(2), 442-459.
- Azevedo-Santos, V. M., Brito, M. F., Manoel, P. S., Perroca, J. F., Rodrigues-Filho, J. L., Paschoal, L. R., Gonçalves, L. R. G., Wolf, R. M., Blettler, M. C. M., Andrade, C. M., Nobile, B. A., Lima P. F., Ruocco, C. M. A., Silva, V. C, Perbiche-Neves, G., Portinho, L. J., Giarrizzo, T. Arcifa, S. M., Pelicice, F. M. (2021). Plastic pollution: A focus on freshwater biodiversity. *Ambio*, 50(7), 1313-1324.
- Fabregat-Safont, D.; Ibáñez, M.; Bijlsma, L.; Hernández, F.; Waichman, A. V.; de Oliveira, R., Rico, A.. (2021). Wide-scope screening of pharmaceuticals, illicit drugs and their metabolites in the Amazon River. *Water Research* 200: 117251.
- Barboza, L. G. A., Vieira, L. R., Guilhermino, L. (2018a). Single and combined effects of microplastics and mercury on juveniles of the European seabass (*Dicentrarchus labrax*): changes in behavioural responses and reduction of swimming velocity and resistance time. *Environmental pollution*, 236, 1014-1019.
- Barboza, L. G. A., Cunha, S. C., Monteiro, C., Fernandes, J. O., Guilhermino, L. (2020b). Bisphenol A and its analogs in muscle and liver of fish from the North East

Atlantic Ocean in relation to microplastic contamination. Exposure and risk to human consumers. *Journal of hazardous materials*, 393, 122419.

Bessa, F., Frias, J., Kögel, T., Lusher, A., Andrade, J. M., Antunes, J., Gerdt, G. (2019). Harmonized protocol for monitoring microplastics in biota. Deliverable 4.3. JPI-Oceans BASEMAN Project. 30pp.

Beltrão, H., Soares, M. G. M., (2018). Variação temporal na composição da icitiofauna do lago e igarapés da Reserva de Desenvolvimento Sustentável RDS-Tupé, Amazônia Central. *Biota Amazônia* 8, 34-42.

Blettler, M. C., Ulla, M. A., Rabuffetti, A. P., Garello, N. (2017). Plastic pollution in freshwater ecosystems: macro-, meso-, and microplastic debris in a floodplain lake. *Environmental monitoring and assessment*, 189, 1-13.

Bouwmeester, H., Hollman, P. C., Peters, R. J. (2015). Potential health impact of environmentally released micro-and nanoplastics in the human food production chain: experiences from nanotoxicology. *Environmental science & technology*, 49(15), 8932-8947.

Brasil - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso: Maio 16, 2023.

Carvalho, D. G., Neto, J. A. B. (2016). Microplastic pollution of the beaches of Guanabara Bay, Southeast Brazil. *Ocean & coastal management*, 128, 10-17.

Carpenter, E. J., Anderson, S. J., Harvey, G. R., Miklas, H. P., Peck, B. B. (1972). Polystyrene spherules in coastal waters. *Science*, 178(4062), 749-750.

Carpenter, E. J., Smith Jr, K. L. (1972). Plastics on the Sargasso Sea surface. *Science*, 175(4027), 1240-1241.

Cincinelli, A., Scopetani, C., Chelazzi, D., Lombardini, E., Martellini, T., Katsoyiannis, A., Fossi, C. M., Corsolini, S. (2017). Microplastic in the surface waters of the Ross Sea (Antarctica): occurrence, distribution and characterization by FTIR. *Chemosphere*, 175, 391-400.

Chen, Z., Hay, J. N., Jenkins, M. J. (2013). The thermal analysis of poly (ethylene terephthalate) by FTIR spectroscopy. *Thermochimica Acta*, 552, 123-130.

Claro-Junior, L. H., (2003). A influência da floresta alagada na estrutura trófica de comunidades de peixes em lagos de várzea da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 62(12), 2588-2597.

Copp, G. H., Jurajda, P. (1993). Do small riverine fish move inshore at night? *Journal of Fish Biology* 43, 229–241.

da Silva, E. J., da Silva, J. M. Q., & da Silva, M. J. S. (2019). Poluição Marinha Por Resíduos Sólidos Em Uma Unidade De Conservação No Rio Grande Do Norte. In Segundo Congresso Sul-Americano de Resíduos sólidos e Sustentabilidade.

Dhimmer, V. R. (2017). Microplastics in gastrointestinal tracts of *Trachurus trachurus* and *Scomber colias* from the Portuguese Coastal waters (Doctoral dissertation). Dissertação de mestrado em Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa (CT). Lisboa, Portugal.

Driedger, A.G., Dürr, H.H., Mitchell, K., Van Cappellen, P. 2015. Plastic debris in the Laurentian Great Lakes: a review. *J. Great Lakes Res.*, 41(1): 9-19.

Dris, R., Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., Galgani, F., Tassin, B., Laforsch, C. (2015). Beyond the ocean: contamination of freshwater ecosystems with (micro-) plastic particles. *Environmental chemistry*, 12(5), 539-550.

Dutra, M. C. F. (2020). Etnoecologia, pesca e ecologia trófica da pescada *Plagioscion squamosissimus* em dois rios de águas claras na Amazônia Brasileira. Trabalho de conclusão de curso, Instituto de Biociências, Curso de Ciências Biológicas: Bacharelado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Eerkes-Medrano, D., Thompson, R. C., Aldridge, D. C. (2015). Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *Water research*, 75, 63-82.

Elías, R. (2015). Mar del plástico: una revisión del plástico en el mar. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 27, 83-105.

Engler, R. E. (2012). The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. *Environmental science & technology*, 46(22), 12302-12315.

Farias, E. (2022). Ingestão de microplásticos por *Semaprochilodus insignis* e *Semaprochilodus taeniurus* na região central da bacia Amazônica. Dissertação de mestrado em biologia de Água Doce e Pesca de Interior, Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil.

Fischer, E. K., Paglialonga, L., Czech, E., Tamminga, M. (2016). Microplastic pollution in lakes and lake shoreline sediments—a case study on Lake Bolsena and Lake Chiusi (central Italy). *Environmental pollution*, 213, 648-657.

Forrest, S. A., Holman, L., Murphy, M., Vermaire, J. C. (2019). Citizen science sampling programs as a technique for monitoring microplastic pollution: results, lessons learned and recommendations for working with volunteers for monitoring plastic pollution in freshwater ecosystems. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 1-10.

Galúcio, K. S. (2016). Assembleia de peixes em áreas de balneários, rio Negro, Am. Dissertação de mestrado em Diversidade Biológica, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

Gerolin, C. R. (2020). Poluição por Microplásticos na Água e Sedimento do Reservatório Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo, Brasil. Dissertação de mestrado em Análise Ambiental Integrada, Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, São Paulo, Brasil.

Gesamp (2019) Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean (eds Kershaw P.J., Turra A. and Galgani F.), London, UK,

GESAMP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, 130pp. (GESAMP Reports and Studies, No. 99).

Geyer, R., Jambeck, J. R., Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever

Gouding, M., Carvalho, M. L., Ferreira, E. G. (1988). Rio Negro: Rich Life in a Poor Water—Amazonian Diversity and Foodchain Ecology as Seen Through Fish Communities. The Hague: SPB Academic Publishing, 200p.

Hahn, N. S., Agostinho, A. A., Goitein, R. (2018). Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Hechel, 1840)(Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu reservoir and Porto Rico floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 9, 11-22.

Horton, A. A., Svendsen, C., Williams, R. J., Spurgeon, D. J., Lahive, E. (2017). Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames, UK—Abundance, sources and methods for effective quantification. *Marine pollution bulletin*, 114(1), 218-226.

Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of fish biology*, 17(4), 411-429.

Ioakeimidis, C., Fotopoulou, K. N., Karapanagioti, H. K., Geraga, M., Zeri, C., Papathanassiou, E., Galgani, F., Papatheodorou, G. (2016). The degradation potential of PET bottles in the marine environment: An ATR-FTIR based approach. *Scientific reports*, 6(1), 23501.

Isaac, V.J.; Almeida, M.C. (2011). El Consumo de pescado en la Amazonía brasileña. 637 COPESCAALC Documento Ocasional, 13, FAO, Roma, 43.

Isaac, V.J.; Almeida, M.C.; Giarrizzo, T.; Deus, C.P.; Vale, R.; Klein, G.; Begossi, A. (2015). 639 Food consumption as an indicator of the conservation of natural resources in riverine 640 communities of the Brazilian Amazon. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 87: 2229- 641 2242.

Ivar do Sul, J. A., Costa, M. F., (2014). The presente and future of microplastic pollution in the marine. *Environmental Pollution* 185, 352-364.

Jung, J. W., Kang, J. S., Choi, J., Park, J. W. (2020). Chronic toxicity of endocrine disrupting chemicals used in plastic products in Korean resident species: Implications for aquatic ecological risk assessment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 192, 110309.

Kawakami, E.; Vazzoler, G. (1980). Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 29, 205-207.

Lebreton, L. C., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature communications*, 8(1), 15611.

Li, J., Liu, H., Chen, J. P. (2018). Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. *Water research*, 137, 362-374.

Luz, J. A. (2018). Caracterização de microplásticos em conteúdos de tratos gastrointestinais de peixes do estuário do Rio Tramandaí-Litoral, Norte do Rio Grande do Sul através de digestão de tecidos biológicos. Dissertação de mestrado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil.

Machado, A. F. V. N. (2021). Dinâmica alimentar da pescada branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) do lago da hidrelétrica de Tucuruí, Pará. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia de Pesca/ Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, Pará, Brasil.

Manaus. Decreto n°. 8044, de 25 de agosto de 2005. Cria a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. Diário Oficial de Manaus. Disponível em: <https://semmas.manaus.am.gov.br/wp-content/uploads/2010/10/Decreto-8.044-de-25-de-Agosto-de-2005.pdf>. Acesso em Maio 16, 2023.

Mérona, B., Hugueny, B., Tejerina-Garro, F. L., Gautheret, E. (2008). Diet-morphology relationship in a fish assemblage from a medium-sized river of French Guiana: the effect of species taxonomic proximity. *Aquatic Living Resources*, 21(2), 171-184.

Mesquita, E. C. (2011). Uso do ambiente e plasticidade alimentar da pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*, Heckel, 1840), capturada na porção interna do estuário amazônico. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Oceanografia /Universidade Federal do Pará, Brasil.

Nascimento, M. (2005). Turismo e Recreação nas Praias do Baixo Rio Negro – Uma Avaliação Retrospectiva de Impactos Ambientais. Dissertação de Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Instituto Nacional de Pesquisas/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Pereira, T. (2015a), Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marine pollution bulletin*, 101(1), 119-126.

Neves, M. P., Delariva, R. L., Guimarães, A. T. B., Sanches, P. V. (2015b). Carnivory during ontogeny of the *Plagioscion squamosissimus*: a successful non-native fish in a lentic environment of the Upper Paraná River basin. *PLoS One*, 10(11), e0141651.

Paszkiwicz, S., Szymczyk, A., Pawlikowska, D., Irska, I., Taraghi, I., Pilawka, R., Gu, J., Tu, Y., Piesowicz, E. (2017). Synthesis and characterization of poly (ethylene terephthalate-co-1, 4-cyclohexanedimethylene terephthalate)-block-poly (tetramethylene oxide) copolymers. *RSC advances*, 7(66), 41745-41754.

Plasticseurope. (2021). *Plastics - The Facts 2021: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data*. Plastics Europe, Brussels, Belgium, 1-34.

Pegado, T. S. S., Schmid, K., Winemiller, K. O., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Dei, L., Giarrizzo, T. (2018). First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 814-821.

Peixoto, S. C. P. S. Turismo e lazer em Unidade de Conservação: A experiência de São João do Tupé – REDES do Tupé/AM. (2013). Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil.

Pereira, A. P. D. S., Silva, M. H. P. D., Lima, É. P., Paula, A. D. S., Tommasini, F. J. (2017). Processing and characterization of PET composites reinforced with geopolymer concrete waste. *Materials Research*, 20, 411-420.

- Ramos, J. K. K., Silva, N. L. D., Bonfim, V. C. D., Fornari, B. Y., Kliemann, B. C. K., Pagliarini, C. D., Brandão, H., Ramos, I. P. (2022). Characterization of wild fish diet and trophic guild in a protected area. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 34.
- Rech, S.; Macaya-Caquilpán, V.; Pantoja, J. F.; Rivadeneira, M. M.; Madariaga, D. J.; Thiel, M. (2014). Rivers as a source of marine litter—A study from the SE Pacific. *Marine Pollution Bulletin*, 82(1-2), 66-75.
- Reis, R. E. (2003). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Edipucrs.
- Reis, N. M., Galúcio, K. S., Buhrnheim, C. M., (2019). Peixes dos balneários da Ponta Negra, Manaus e do Açutuba, Iranduba, baixo rio Negro, Amazonas. O aprendiz de cientista: a iniciação à pesquisa nos cursos de licenciatura da Amazônia 1, 113-121.
- Ribeiro-Brasil, D. R. G., Torres, N. R., Picanço, A. B., Sousa, D. S., Ribeiro, V. S., Brasil, L. S., de Assis Montag, L. F. (2020). Contamination of stream fish by plastic waste in the Brazilian Amazon. *Environmental Pollution*, 266, 115241.
- Ruffino, M. L.; Soares, E. C.; Silva, C. O.; Barthem, R. B.; V. Batista; Estupian, G.; Pinto, W. (2006). *Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará 2003*. Manaus: IBAMA; ProVárzea. 76.
- Ryan, P. G., Moore, C. J., Van Franeker, J. A., Moloney, C. L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1999-2012.
- Sant'Anna, B., Oliveira, L. G., Hattori, G. Y. (2022). Microplastic contamination in bathhouses in the middle Amazon region, Itacoatiara, Brazil. *Reserach Square*.
- Sighicelli, M., Pietrelli, L., Lecce, F., Iannilli, V., Falconieri, M., Coscia, L., Vito, D. S., Nuglio, S., Zampetti, G. (2018). Microplastic pollution in the surface waters of Italian Subalpine Lakes. *Environmental Pollution*, 236, 645-651.
- Silva, M. D. S. R. D., Pinto, A. G. N. (1999). Metais de transição nos sedimentos de igarapés de Manaus-AM. *Volume 11 (2)*, 89-100.

Silva, J. F. D. (2017). Composição específica e a abundância da ictiofauna em ambientes de praias no baixo rio Negro, Amazonas, Brasil. Dissertação de mestrado em Ciências Pesqueiras dos trópicos, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

Silva, A. C. A. (2020). Microplásticos em vários tecidos de espécies de peixes pelágicos com interesse comercial. Dissertação de mestrado em Ecologia Marinha, Universidade de Lisboa, Portugal.

Snijder, C. A., Heederik, D., Pierik, F. H., Hofman, A., Jaddoe, V. W., Koch, H. M., Longnecker, P. M., Burdorf, A. (2013). Fetal growth and prenatal exposure to bisphenol A: the generation R study. *Environmental health perspectives*, 121(3), 393-398.

Souza, M. T. V. (2022). Ingestão e efeitos morfofisiológicos dos microplásticos em espécies de peixes da Amazônia central. Dissertação de mestrado Biologia de Água doce e Pesca de Interior, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil.

Vendel, A. L., Bessa, F., Alves, V. E. N., Amorim, A. L. A., Patrício, J., Palma, A. R. T. (2017). Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. *Marine Pollution Bulletin*, 117(1-2), 448-455.

Wagner, M., Scherer, C., Alvarez-Muñoz, D., Brennholt, N., Bourrain, X., Buchinger, S., Fries, E., Grosbois, C. Klasmeier, J. Marti, T., Rodriguez-Mozaz, S. Urbatzka, R. Vethaak, D. A., Winther-Nielsen, M., Reifferscheid, G. (2014). Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe*, 26(1), 1-9.

Zbyszewski, M., Corcoran, P. L. (2011). Distribution and degradation of fresh water plastic particles along the beaches of Lake Huron, Canada. *Water, Air, & Soil Pollution*, 220, 365-372.

APÊNDICE



Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Comissão de Ética no Uso de Animais



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "INVESTIGAÇÃO SOBRE INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS POR PEIXES NA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL TUPÉ, MANAUS, AMAZONAS" sob a responsabilidade do pesquisador Wallace Adriano Cavalcante Campos (Mestrando/PPG EM CIÊNCIA ANIMAL E RECURSOS PESQUEIROS – PPG-CARP/UFAM), orientado pela professora Dra. Flávia Kelly Siqueira de Souza (docente/FCA/UFAM) – que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica – e por encontrar-se de acordo com os preceitos da Lei n. 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto n. 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), após análise pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, foi aprovada *ad hoc* sob o N. 008/2022.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	De 05/2022 a 01/2024
Espécie/linhagem/raça	peixes da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Tupé
N. de animais	1000
Peso/Idade	variada
Sexo	Machos e Fêmeas
Origem e detalhamento de manutenção	SISBIO N. 76320. Os peixes serão capturados em ambiente de praia e igarapé na região do baixo rio Negro, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável – Tupé, na localidade da Praia da Lua. Serão capturados com rede de arrasto, colocada na margem da praia amostrada no estudo e por malhadreira em igarapé. Os peixes capturados que estiverem vivos, serão submetidos a solução contendo Eugenol e conservados em caixa de isopor com gelo seco ou em solução de formaldeído (10% formol e 90% água), para posterior identificação dos itens ingeridos pelos peixes, no Laboratório de Ecologia Pesqueira da Universidade Federal do Amazonas.

Manaus, 11 de maio de 2022.

Profa. Dra. Cinthya Iamile Fritzb Brandão de Oliveira
Coordenadora da CEUA-UFAM