

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

LETÍCIA VERSIANI GOMES DA SILVA

MICROPLÁSTICOS NO TRATO INTESTINAL DE *Sotalia guianensis* (VAN  
BENÈDÈN, 1864)

CAMPOS DOS GOYTACAZES

AGOSTO, 2022

LETÍCIA VERSIANI GOMES DA SILVA

MICROPLÁSTICOS NO TRATO INTESTINAL DE *Sotalia guianensis* (VAN  
BENÈDÈN, 1864)

Tese apresentada ao Centro de  
Ciências e Tecnologias  
Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense  
Darcy Ribeiro, como requisito  
parcial para obtenção do grau  
de Doutor em Ciência Animal.

ORIENTADOR: Professor Leonardo Serafim da Silveira

CAMPOS DOS GOYTACAZES

AGOSTO, 2022

LETÍCIA VERSIANI GOMES DA SILVA

MICROPLÁSTICOS NO TRATO INTESTINAL DE *Sotalia guianensis* (VAN  
BENÈDÈN, 1864)

Tese apresentada ao Centro de  
Ciências e Tecnologias  
Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense  
Darcy Ribeiro, como requisito  
parcial para obtenção do grau  
de Doutor em Ciência Animal.

Aprovada em 25 de agosto de 2022

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Ana Bárbara Freitas Rodrigues Godinho - UENF

---

Prof. Dr. Hassan Jerdy Leandro – UNIFESSPA

---

Prof. Dr. Vanner Boere Souza - UFSB

---

Prof. Dr. Leonardo Serafim da Silveira – UENF  
(Orientador)

À minha avó, Gilda Versiani (*in memoriam*),  
sempre incentivadora e orgulhosa com o que eu faço,  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por olhar por mim, pela família que me deu, por ser sempre um centro de conforto quando tudo estava bastante bagunçado. À Nossa Senhora da Penha, que sempre emanou boas energias e força de Atafona.

Agradeço aos meus pais, Fabiana Versiani e Valcir Azeredo, chegar até aqui não teria sido possível sem a força, incentivo e amor de vocês. Obrigada por sempre acreditarem em mim e me acolherem. Desenvolver um trabalho de doutorado em plena pandemia de COVID-19 não foi nada fácil e ter vocês ao meu lado foi essencial. Mãe, obrigada por me deixar ser. Pai, obrigada pelos puxões de orelha e pé no chão.

Ao meu irmão, Arthur Versiani, por ser meu porto seguro e meu maior companheiro e amor. Obrigada pelos dias divertidos e por, principalmente, compartilhar os dias mais difíceis da minha e das nossas vidas comigo. Obrigada pela força mesmo quando até você não tinha.

Ao meu amigo Lucas Paravidino, companheiro de uma vida inteira, quem me tira da zona de conforto, me faz pensar e me faz viver um pouco longe da academia. Obrigada por ser também meu irmão, crescer com você tem sido incrível!

Às minhas amigas Isis Demarque e Eloá Lessa, este trabalho não teria sido desenvolvido sem vocês, ele é nosso. Obrigada por serem companheiras de jornada científica e também companheiras de vida. Eloá sempre acreditando em mim, me dando forças, soltando uns palavrões para melhorar minha autoestima e ajustando a metodologia deste trabalho desde quando eu ainda estava no mestrado. Isis me passando segurança sempre, me ajudando a organizar as ideias na cabeça, sendo uma incrível colaboradora-amiga e companheira de viagens-encontros.

À Hope e Coração, meus amores de quatro patas, por cada cheiradinha no computador enquanto eu estava trabalhando, cada abraço, cada afago. Muitos momentos foram contornados com um “ronron” e um carinho na barriga.

Aos amigos Carlos Henrique Marinho e Diego Moura que auxiliaram com algumas análises e fotos. Ter pedido ajuda de vocês foi muito importante para o desenvolvimento do trabalho e também para que eu pudesse me sentir mais tranquila.

Obrigada também por alguns dias leves e conversas descontraídas durante os últimos meses.

Às minhas melhores formas de entretenimento e distração. Aos programas de podcasts que foram meu acalanto e muitas vezes até companhia durante os últimos anos, me trazendo risos e conhecimentos. Em especial ao “História Preta” que me despertou para uma jornada de autoconhecimento. À Melina Canela, que me apresentou ao mundo dos wods e dos burpees, me proporcionando uma hora de felicidade todos os dias durante as atividades físicas. Entender como ajuda movimentar meu corpo, foi também muito importante para desenvolver essa tese sem ansiedade.

Agradeço ao meu orientador, Leonardo Serafim, por ter acreditado neste trabalho quando ainda era quase uma utopia encontrar microplásticos em cetáceos. Obrigada pela confiança e parceria de mais de dez anos.

Ao Instituto Organização Consciência Ambiental (ORCA) e ao Lupércio Barbosa, pelas amostras cedidas.

Ao professor Carlos Eduardo Veiga, que cedeu espaço e equipamentos em seu laboratório para a realização da pesquisa.

Agradeço à UENF por toda estrutura, por cada programa de bolsa em que passei ao longo desses anos e por ser também meu lugar de refúgio para lazer. É uma honra sermos as duas campistas.

Aos funcionários e professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.

À CAPES pelo fomento da bolsa de doutorado.

“meu recado às mulheres

contem  
suas histórias

descubram o poder  
de milhões de vozes  
que foram caladas  
por séculos.”

**Ryane Leão**

## RESUMO

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é um cetáceo odontoceto que habita águas costeiras do Brasil e está associado às regiões de estuários e baías. Devido aos seus hábitos a espécie sofre com pressões antrópicas relacionadas à pesca, tráfego de embarcações e poluição química e sólida, como os plásticos. Os microplásticos (< 5 mm) estão onipresentes nos oceanos, oriundos de produção de matéria-prima ou de fragmentação de macropelásticos. Identificar possíveis partículas plásticas ingeridas pela fauna e classifica-las quanto ao tamanho, tipo e cor é importante para entender a origem delas, como elas afetam a saúde dos animais e conseqüentemente do ecossistema. O objetivo do presente estudo foi identificar e classificar possíveis partículas plásticas no intestino de 10 espécimes de *Sotalia guianensis* encontrados encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil. Durante exames necroscópicos, fragmentos de órgãos foram retirados e acondicionados em solução formalina tamponada 10% para análise histopatológica e o intestino foi dissecado do trato gastrointestinal e armazenado para posterior análise. Os intestinos foram lavados com água deionizada e o conteúdo acondicionado em frascos de vidro até a digestão da matéria orgânica em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> P.A. (30%) a 60°C em estufa por aproximadamente seis dias. Após digestão as amostras foram filtradas em membranas de celulose com auxílio de um filtro à vácuo. Os filtros foram visualizados em estereomicroscópio e quando encontradas, as possíveis partículas plásticas foram fotografadas e posteriormente mensuradas no editor de imagem ImageJ. As partículas foram classificadas quanto ao tipo, classe de tamanho e cor. A análise dos dados foi realizada no Excel e no RStudio. Foram encontradas 2776 possíveis partículas plásticas (277,6 ±241,08), com predominância de fibras (56%). Além de possíveis microplásticos (33,20%) foram encontrados nanopelásticos (<1) (63,04%) e mesopelásticos (>5mm) (1,76%). A média de tamanho das partículas foi de 2,49 mm (±2,2578). A cor mais abundante foi o azul (n=1742, 62,86%), principalmente entre as fibras (n=1051). O presente estudo é o primeiro a avaliar a presença de microplásticos ou possíveis partículas plásticas ingeridas por *S. guianensis* no sudeste do Brasil e revela que a espécie no litoral do Espírito Santo já é bastante afetada por este poluente. São necessários estudos identificando os polímeros e os impactos que os microplásticos geram à saúde não só de *S. guianensis* quanto de outras espécies de cetáceos no Brasil.

Palavras-chave: Boto-cinza, Oceano Atlântico, Microplásticos.

## ABSTRACT

The Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) is an odontocete cetacean that inhabits coastal waters of Brazil and is associated with the regions of estuaries and bays. Due to its habits, the species suffers from human pressures related to fishing, boat traffic and chemical and solid pollution, such as plastics. Microplastics (< 5 mm) are ubiquitous in the oceans, originated from the production of raw materials or from the fragmentation of macroplastics. Identifying possible plastic particles ingested by fauna and classifying them according to size, type and color is important to understand their origin, how they affect the health of animals and consequently the ecosystem. The aim of this study was to identify and typify possible plastic particles in gut content of *S. guianensis* found stranded on the coast of Espírito Santo, Brazil. During necroscopic examinations the gut was dissected from the gastrointestinal tract and stored for further analysis. Organ fragments were removed and placed in 10% buffered formalin solution for histopathological analysis. The guts were washed with deionized water and the contents placed in glass flasks until the digestion of organic matter in H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> P.A. (30%) at 60°C in an oven for approximately six days. After digestion, the samples were filtered through cellulose membranes with a vacuum filter. The filters were visualized in a stereomicroscope and when found, the possible plastic particles were photographed and later measured in the ImageJ image editor. The particles were classified according to type, size class and color. Data analysis was performed in Excel and RStudio. A total of 2776 possible plastic particles were found (277.6 ±241.08), with a predominance of fibers (56%). In addition to possible microplastics (33.20%) were found nanoplastics (<1) (63.04%) and mesoplastics (>5mm) (1.76%). The mean particle size was 2.49 mm (±2.2578). The mean of particles size was 2.49 mm (±2.2578). The most abundant color was blue (n=1742, 62.86%), mainly among the fibers (n=1051). The present study is the first to assess the presence of microplastics or possible plastic particles ingested by *S. guianensis* in southeastern Brazil and reveals that the species of the Espírito Santo's coast is already greatly affected by this pollutant. Studies are needed to identify the polymers and the impacts that microplastics generate on the health not only of *S. guianensis* but also of other cetacean species in Brazil.

Key words: Guiana dolphins, Atlantic Ocean, Microplásticos

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Área de estudo no litoral do Espírito Santo, Brasil, onde espécimes de *Sotalia guianensis* foram encontrados encalhados no ano de 2020.....29
- Figura 2:** Espécime fêmea juvenil de *S. guianensis* encalhada no litoral do Espírito Santo, Brasil, cuja causa da morte foi associada à evidente ação antrópica de retirada de parte do corpo e asfixia causada pela captura acidental em artefato de pesca.....37
- Figura 3:** Relação entre a causa da morte e o número de possíveis partículas plásticas identificadas em intestinos de *Sotalia guianensis* encontrados encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....39
- Figura 4:** Tipos de partículas (fragmento, fibra e esfera) identificadas em intestino de *S. guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....40
- Figura 5:** Partículas de três diferentes tipos: a – fragmento, b – fibra e c – esfera; encontradas em intestino de *S. guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....41
- Figura 6:** Fragmentos cinzas de formato cilíndrico identificados em um espécime de *Sotalia guianensis* encontrado encalhado no litoral do Espírito Santo, Brasil.....42
- Figura 7:** Classes de tamanho (mm) de partículas identificadas em intestino de *S. guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....43
- Figura 8:** Número de esferas, fibras e fragmentos identificados para cada classe de tamanho (mm) de possíveis partículas plásticas encontradas em intestino de *S. guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....44
- Figura 9:** Média de tamanho encontrada em cada classe de tamanho de possíveis partículas plásticas encontradas em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....45
- Figura 10:** Número de possíveis partículas plásticas de diferentes cores encontradas em intestino de *S. guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....46

**Figura 11:** Fragmentos identificados como “multicoloridos” encontrados em intestinos de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil. Imagem de estereomicroscopia.....47

**Figura 12:** Partículas de diferentes cores e classes de tamanho apresentaram desgaste por descoloração em *Sotalia guianensis* encontrados encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....48

**Figura 13:** Partículas de diferentes cores (amarelo, dourado, laranja, prata, multicolorido, transparente, preto, verde água, azul, verde e vermelho) e classes de tamanho que apresentaram desgaste por descoloração identificadas em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Características de cada código de conservação da carcaça para mamíferos marinhos. Adaptado de IBAMA, 2015.....	31
<b>Tabela 2:</b> Dados gerais de <i>Sotalia guianensis</i> analisados no presente estudo, incluindo data de enalhe, código do estado de conservação da carcaça (COD), comprimento total (CT), peso, sexo, maturidade e o número total de possíveis partículas plásticas (NP) encontradas.....	38
<b>Tabela 3:</b> Número de partículas (NP) por tipo (fragmento, filamento e esfera) encontradas em <i>S. guianensis</i> enalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....	40
<b>Tabela 4:</b> Quantidade de partículas dos três diferentes tipos (FRA: fragmento; FIB: fibra; ESF: esfera) de cada classe de tamanho de possíveis plásticos identificados em intestino de <i>S. guianensis</i> enalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....	45
<b>Tabela 5:</b> Número de fragmentos (FRAG), fibras (FIB) e esferas (ESF) de cores diferentes encontrados para cada tipo de partícula identificada em intestino de <i>S. guianensis</i> enalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....	47
<b>Tabela 6:</b> Valores das análises de correlação (Kendall) entre o comprimento total (CT) e a quantidade de partículas encontradas para cada classe de tamanho identificada em <i>Sotalia guianensis</i> encontrados enalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil....	49
<b>Tabela 7:</b> Valores das análises de correlação (Kendall) entre o comprimento total (CT) e o tamanho médio de partículas encontradas para cada classe de tamanho identificada em <i>Sotalia guianensis</i> encontrados enalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.....	49

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 – OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 – OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
<b>3 – JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>17</b>
<b>4 – REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
4.1 – <i>SOTALIA GUIANENSIS</i> .....	18
<b>4.1.1 – Dieta.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1.2 – Conservação.....</b>	<b>20</b>
4.2 – APARELHO DIGESTÓRIO DE ODONTOCETOS.....	21
4.3 – PLÁSTICOS.....	23
4.4 – MICROPLÁSTICOS.....	25
4.5 – PLÁSTICOS NOS OCEANOS E CETÁCEOS.....	26
<b>5 – METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
5.1 – ÁREA DE ESTUDO.....	29
5.2 – COLETA DE AMOSTRAS.....	30
<b>5.2.1 – Necropsia.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2.2 – Análise de intestinos.....</b>	<b>32</b>
5.3 – EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE MICROPLÁSTICOS.....	33
5.5 – ANÁLISE HISTOPATOLÓGICA.....	34
5.6 – ANÁLISE DE DADOS.....	34
<b>6 – RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
6.1 – ABUNDÂNCIA DE PARTÍCULAS.....	37
6.2 – TIPOS DE PARTÍCULAS.....	39
6.3 – CLASSES DE TAMANHO DE PARTÍCULAS.....	43

6.4 – CORES DE PARTÍCULAS.....	46
<b>6.4.1 – Descoloração de partículas.....</b>	<b>58</b>
6.5 – RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO TOTAL E PARTÍCULAS.....	49
<b>7 – DISCUSSÃO.....</b>	<b>50</b>
7.1 – DADOS GERAIS DOS ANIMAIS E CAUSA DA MORTE.....	50
7.2 – PRESENÇA DE POSSÍVEIS PARTÍCULAS PLÁSTICAS.....	51
<b>7.2.1 – Presença de microplásticos em presas de <i>Sotalia</i></b> <b><i>guianensis</i>.....</b>	<b>52</b>
7.3 – ABUNDÂNCIA E TIPOS DE PARTÍCULAS.....	53
7.4 – CLASSES DE TAMANHO DE PARTÍCULAS.....	55
7.5 – CORES DE PARTÍCULAS.....	56
7.6 – RELAÇÃO ENTRE ABUNDÂNCIA DE PARTÍCULAS E CT.....	57
<b>8 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>78</b>
APÊNDICE A – Resultados histopatológicos e causa morte de <i>Sotalia</i> <i>guianensis</i> do Espírito Santo, Brasil.....	78
APÊNDICE B – Dados brutos sobre medidas de partículas encontradas em cada <i>Sotalia guianensis</i> do Espírito Santo, Brasil, analisados.....	83

## 1 – INTRODUÇÃO

O boto-cinza é um cetáceo odontoceto abundante na costa brasileira, ocorrendo desde o Amapá até Santa Catarina, em águas rasas, principalmente associado à baías, desembocadura de rios, estuários e ambientes abertos próximos à praia (LODI e BOROBIÁ, 2013). Atualmente a espécie é categorizada como “vulnerável” (VU) na Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, devido aos impactos antrópicos como tráfego de embarcações, poluição sonora, química e sólida (ICMBIO, 2022).

A demanda por plásticos das indústrias causou um aumento na produção de 5 milhões de toneladas em 1960 para 359 milhões de toneladas em 2018 e, neste ano, os países da América do Sul foram os responsáveis pela produção de 4% de todo plástico (PlasticsEurope, 2019). Os microplásticos podem ser gerados diretamente através da produção de matéria-prima para outros plásticos ou indiretamente através da fragmentação de plásticos maiores (MEAZA et al., 2021).

A exposição ambiental aos microplásticos pode ocorrer por inalação, ingestão ou contato epidérmico, embora a maioria dos estudos sejam focados em inalação e ingestão (REVEL et al., 2018; PRATA et al., 2020). Mamíferos marinhos estão expostos as três rotas de exposição aos microplásticos, compartilham a mesma cadeia trófica e o mesmo hábitat com seres humanos, são comumente utilizados para monitorar a saúde dos oceanos (MEAZA et al., 2021). A ingestão de plástico já foi identificada em 57 espécies de cetáceos (EISFELD-PIERATONIO et al., 2022) e dentre os impactos causados estão implicações fisiológicas, mudanças na disponibilidade de presas e poluentes químicos adsorvidos (NELMS et al., 2018).

O objetivo do presente estudo foi identificar possíveis partículas plásticas presentes no trato intestinal de *Sotalia guianensis* encontrados encalhados em praias do Espírito Santo durante o ano de 2020.

## 2 - OBJETIVOS

### 2.1 - OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve o objetivo de identificar e caracterizar possíveis partículas plásticas presentes no trato intestinal de *Sotalia guianensis* encontrados encalhados no estado do Espírito Santo.

### 2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar necropsia em 10 espécimes de *Sotalia guianensis* do litoral do Espírito Santo;
- Realizar exame histopatológico em diferentes vísceras e órgãos de *S. guianensis*;
- Identificar a causa da morte de *S. guianensis*;
- Verificar a presença de possíveis partículas plásticas em trato intestinal de *S. guianensis*;
- Mensurar as possíveis partículas plásticas presentes no intestino de *S. guianensis*;
- Caracterizar as possíveis partículas plásticas presentes no intestino de *S. guianensis* quanto ao tipo, cor e classe de tamanho;
- Verificar a presença de lesões no trato intestinal de *S. guianensis*;
- Avaliar se há relação entre a presença de possíveis partículas plásticas e lesões na mucosa intestinal, o comprimento total e a causa da morte de *S. guianensis*;

### 3 - JUSTIFICATIVA

Os microplásticos são partículas que, em geral, não causam bloqueio no trato gastrointestinal da megafauna marinha, entretanto podem estar relacionados à contaminação por poluentes, como os orgânicos persistentes. Esses poluentes estão presentes na água e em contato com as micropartículas adsorvem à sua superfície e assim entram em contato com a fauna a partir de transferência trófica. Outro problema químico trazido pelos plásticos são os aditivos usados em sua produção. Tanto os poluentes orgânicos persistentes como os aditivos plásticos podem gerar problemas ainda pouco conhecidos à saúde dos cetáceos.

*Sotalia guianensis* é o cetáceo odontoceto com hábitos mais costeiros do Brasil e sua saúde reflete à saúde do ecossistema em que vive, sendo assim caracterizada como espécie sentinela. Estudar a presença de microplásticos no boto-cinza, assim como as patologias que a ela podem estar associadas, auxilia na identificação de problemas da saúde do ecossistema marinho costeiro em que a espécie vive. Além disso, como boa parte da megafauna marinha, *S. guianensis* é carismática e desperta sensibilidade em relação ao assunto, podendo auxiliar na divulgação de informações e conscientização da comunidade.

Entender quais partículas oriundas de resíduos sólidos afetam uma espécie como *S. guianensis* é importante para que seja possível associar a presença delas a efeitos na fisiologia e no comportamento da espécie que podem mudar o seu papel no ecossistema. Conhecer os níveis de poluição por microplásticos em populações silvestres é essencial para saber os níveis básicos e toleráveis de contaminação e estabelecer os riscos que esses poluentes trazem para o ambiente.

## 4 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 - *SOTALIA GUIANENSIS*

O gênero *Sotalia* pertence à família Delphinidae e apenas a partir de análises morfológicas e genéticas, passou a abrigar duas espécies diferentes: *Sotalia fluviatilis*, exemplar de rio, e *Sotalia guianensis*, a espécie marinha costeira (FLORES et al., 2018). Apesar de as duas espécies habitarem ecossistemas diferentes, elas são bastante similares em coloração e diferem apenas em tamanho do corpo e formato do crânio (FLORES et al., 2018; MONTEIRO-FILHO et al., 2002). Eles possuem coloração de cinza claro a cinza escuro no dorso enquanto a região ventral varia de rosado a cinza e, dependendo da idade do animal, há ainda uma linha que se destaca desde a região de abertura da boca até o final das nadadeiras peitorais (FLORES et al., 2018). O comprimento total máximo já descrito para a espécie foi de 220 cm, com peso de 121 Kg (FLORES et al., 2018).

*Sotalia guianensis* é conhecida popularmente na costa brasileira por alguns nomes como boto, golfinho, boto comum, golfinho cinza e boto-cinza (FLORES et al., 2018). Há registro de espécime que atingiu 35 anos (AZEVEDO et al., 2015), embora em média a espécie chegue até 30 anos de idade (ROSAS et al., 2003). Análises osteológicas concluíram que a maturidade física da espécie é atingida entre os 185 (RAMOS et al., 2000a) e os 187 cm de comprimento total e aos sete anos de idade (DE CARVALHO et al., 2015). A maturidade sexual do boto-cinza ocorre entre os 170 cm e 175 cm de comprimento total nos machos, aproximadamente aos 7 anos, e entre 165 cm e 170 cm para fêmeas, com idade estimada de 6 anos (MONTEIRO-FILHO et al., 2002).

Os mergulhos do boto-cinza duram de 30 a 120 segundos com submersões menores (de 5 a 10 s) entre eles (FLORES et al., 2018). Na região Sudeste do Brasil, o cetáceo utiliza áreas de até 3 m de profundidade (WEDEKIN et al., 2007)

É comum serem avistados grupos de 50 a 60 botos-cinza, embora a média de indivíduos por grupo seja de dois a seis (FLORES et al., 2018). Grandes agregações

são vistas na Baía de Sepetiba e de Ilha Grande, no Rio de Janeiro, sendo mais comuns grupos maiores na região Sudeste do Brasil (FLORES et al., 2018).

Partos acontecem durante todo o ano, variando sazonalmente em diferentes localidades (RAMOS et al., 2000b), as gestações duram entre 11 e 12 meses e o intervalo entre elas é de 22 a 24 meses (FLORES et al., 2018). Os filhotes nascem com comprimento total entre 90 e 100 cm (FLORES et al., 2018). Rosas e Barreto (2002) sugeriram que o sistema de reprodução mais provável para o gênero *Sotalia* seja a promiscuidade, em que ambos os sexos copulam com mais de um indivíduo.

A espécie é encontrada na costa da América Central e do Sul, ocorrendo de Nicarágua até o Litoral Sul do Brasil, com possível ocorrência também em Honduras (FLORES et al., 2018). *S. guianensis* habita regiões de estuários, baías e áreas rasas na costa, embora também haja registro de botos-cinza no Arquipélago dos Abrolhos (ROSSI-SANTOS et al., 2007). Como possui extensa distribuição, o boto-cinza pode ser encontrado em águas com profundidade, temperatura, salinidade e turbidez diferentes (FLORES et al., 2018).

#### 4.1.1 - Dieta

*Sotalia guianensis* se alimenta principalmente de peixes teleósteos das famílias Clupeidae e Sciaenidae e ocasionalmente de cefalópodes, crustáceos (camarões e caranguejos), além de linguados (FLORES et al., 2018). Em estudo realizado em Santa Catarina, verificou-se tendência de consumo de peixes demersais como *Mugil curema* e *M. liza* (TEIXEIRA et al., 2019). Essas duas espécies do gênero *Mugil* ocupam nível trófico mais baixo, quando comparadas a peixes pelágicos, alimentando-se de macroalgas, microfitobentos e pequenos invertebrados bentônicos (CARDONA, 2001; GARCIA et al., 2018)

Uma das presas preferenciais de *S. guianensis* é o *Trichiurus lepturus* (DAURA-JORGE et al., 2011), que embora não seja uma espécie de interesse comercial de pesca, é afetada pela captura acidental nas redes de arrasto, o que afeta os estoques (HAIMOVICI e FISCHER, 2007; RODRIGUES et al., 2019) e, conseqüentemente, a dieta de *S. guianensis* (TEIXEIRA et al., 2019). No que diz respeito ao tamanho das presas *S. guianensis* apresenta alto grau de plasticidade da dieta (DAURA-JORGE et

al., 2011). É uma espécie predadora de topo, não há predadores identificados, apenas registros de mordidas de tubarões de espécies muitas vezes não identificadas (FLORES et al., 2018).

Rodrigues et al. (2019) estudaram a dieta, através de análise do conteúdo estomacal de *S. guianensis*, entre Ilheus (Bahia) e Regência (Espírito Santo) e encontraram peixes teleósteos em todos os órgãos analisados (n = 40), além de cefalópodes (n=21) e crustáceos (n=4). Os autores também verificaram que há variação no consumo de presas de acordo com as estações do ano. As presas mais frequentes são da família Sciaenidae e Loliginidae, sendo a primeira considerada o único táxon dominante para a espécie na região. Os hábitos alimentares e dieta da população de *S. guianensis* do litoral do Espírito Santos ainda são pouco conhecidos pela ciência.

#### **4.1.2- Conservação**

O boto-cinza é categorizado como “quase ameaçada” pela IUCN – União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2018), em consequência de seus hábitos costeiros, ele é muito ameaçado por redes de pesca e pela poluição oriunda de dejetos urbanos (LODI e BOROBIÁ, 2013). No Brasil a espécie é categorizada como “vulnerável” na lista de espécies ameaçadas de extinção do ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2014).

*Sotalia guianensis* não é explorada comercialmente, mas capturas acidentais em redes de pesca, espinheis e redes de arrasto são ameaças evidentes (FLORES et al., 2018). A diminuição da disponibilidade de presas, a destruição de habitat, tráfego de embarcações e a bioacumulação de poluentes são outros fatores que afetam as populações de boto-cinza (FLORES et al., 2018; LEGAT e LAILSON-BRITTO, 2010). A ingestão de macrolásticos por *S. guianensis* não parece ser tão nociva quanto outros impactos aos quais a espécie é exposta (DI BENEDETTO e RAMOS, 2014).

## 4.2 – APARELHO DIGESTÓRIO DE ODONTOCETOS

A maioria das espécies de odontocetos apresenta dentição homodonte e, devido a sua alimentação restrita apenas à proteína animal, não há glândulas salivares organizadas e movimento de mastigação (COZZI et al., 2017). Entretanto, no boto-cinza há glândulas salivares na língua, com função de auxiliar na deglutição e não na digestão do alimento (GUIMARÃES et al., 2011). Assim, os movimentos da língua, órgão largo e sem papilas na vida adulta, são limitados (KASTELEIN e DUBBELDAN, 1990; COZZI et al., 2017).

O istmo das faucias, região na porção posterior da boca, permite que o alimento chegue até a faringe e ao mesmo tempo limita a quantidade de água que chega até o esôfago. A faringe transporta o alimento até o esôfago através do movimento combinado de três músculos (COZZI et al., 2017).

De acordo com as grandes demandas alimentares e metabólicas, os cetáceos possuem aparelho digestório grande e extenso (COZZI et al., 2017). O esôfago dos cetáceos é similar ao encontrado em outros mamíferos, formado por musculatura lisa e esquelética, com mucosa delgada e sem glândulas (COZZI et al., 2017).

Como não há mastigação e a digestão tem início apenas no estômago, os cetáceos são poligástricos e o órgão possui três câmaras: retrocâmara, estômago principal e estômago pilórico. Entre o estômago principal e o pilórico há ainda câmaras de conexão cuja quantidade varia de acordo com a espécie estudada (COZZI et al., 2017).

A primeira câmara onde o alimento chega vindo do esôfago é a retrocâmara, aglândular com túnica muscular bastante desenvolvida em camadas transversais e longitudinais, aumentando a motilidade do órgão. Na mucosa formada por epitélio estratificado pavimentoso há pregas longitudinais. Não há esfíncter entre essa câmara e a próxima, o estômago principal, então estima-se que haja extravasamento de suco gástrico até ela, o que auxilia na digestão mecânica (COZZI et al., 2017).

O estômago principal está conectado cranialmente à retrocâmara que é a câmara glandular, produtora de suco gástrico. A mucosa possui dobras mais delgadas

com glândulas secretoras de muco, células parietais produtoras de HCl e as células principais, produtoras de pepsinogênio. Essas três estruturas são essenciais para a composição do suco gástrico e, portanto, é nessa câmara onde ocorre digestão química mais acentuada (COZZI et al., 2017).

As câmaras conectoras ligam o estômago principal ao pilórico e auxiliam numa melhor digestão do bolo alimentar, são formadas por estruturas similares a válvulas e por epitélio é mucossecretor, para auxiliar na motilidade (COZZI et al., 2017). O tamanho e a quantidade das câmaras varia de espécie para espécie e também de faixa etária (HARRISON et al., 1970; BERTA et al., 2005).

A última câmara do estômago poligástrico dos cetáceos é o estômago pilórico, tubo longo e transversal em relação à retrocâmara. É menos muscular e sua mucosa é formada por epitélio colunar com células produtoras de muco, fossas gástricas com glândulas tubulares e, frequentemente, células argentafins (HARRISON et al., 1970; JOHNSON e HARRISON, 1969; COZZI et al., 2017). A digestão gástrica continua até o estômago pilórico, onde mais material sólido é digerido. O final dessa câmara é estreito e possui um esfíncter que conduz o bolo alimentar até a ampola duodenal (COZZI et al., 2017; BERTA et al., 2005).

A ampola duodenal é basicamente um alargamento do duodeno, com estruturas similares e separada por ele pelo *septum duodeni*, que possui válvula com esfíncter. Em algumas espécies é na ampola que estão as junções terminais dos ductos pancreático e hepático, enquanto em outras os ductos chegam em outra região, como após o *septum duodeni* (CAVE, 1982; COZZI et al., 2017).

O intestino dos cetáceos aparece como um tubo contínuo, sem divisões externas ou diferenciações macroscópicas, a estrutura do órgão varia ligeiramente entre o duodeno e o reto. Assim, não há as nomenclaturas de intestino grosso e delgado. Alguns autores consideram todo o tubo como intestino delgado, outros consideram o intestino dos golfinhos similares ao intestino delgado de humanos. Sabe-se que a distinção macroscópica entre as regiões do intestino é quase impossível uma vez que o órgão é retirado após necropsia, por exemplo (HARRISON et al., 1969; SIMPSON e GARDNER, 1972; COZZI et al., 2017). Exceto para o gênero *Platanista*, grupo mais antigo na escala evolutiva dos odontocetos, o intestino não possui ceco e apêndice vermiforme (COZZI et al., 2017).

Há controversas sobre a presença de vilosidades no intestino dos cetáceos, entretanto, pode-se considerar que há vilosidades curtas e delgadas ou vilosidades que foram perdidas durante a amostragem dos estudos, uma vez que a mucosa intestinal degenera facilmente após morte (COZZI et al., 2017). A mucosa apresenta estruturas similares àquelas encontradas em mamíferos terrestres, com células absorptivas e microvilosidades (COZZI et al., 2017).

A porção final do intestino, chamada de cólon, é caracterizada pela ausência de vilosidades, epitélio mais espesso, pela presença de células caliciformes e de estruturas linfáticas associadas (SIMPSON e GARDNER, 1972; COZZI et al., 2017).

#### 4.3 - PLÁSTICOS

A palavra “plástico” é originária do grego “plastiko” que significa “apto para moldagem”, o primeiro plástico foi feito em 1907 a partir dos compostos fenol e formoldeído (BANERJEE et al., 2017). Plásticos são polímeros sintéticos feitos a partir de compostos orgânicos ou semi-orgânicos, produzidos por conversão de compostos naturais, como o petróleo ou síntese de químicos primários (DERRAIK, 2002; THOMPSON et al., 2009).

Os plásticos são considerados um bom material devido à propriedades específicas que possui, como uso em diferentes temperaturas, resistência a químicos e à luz, rigidez, capacidade de isolamento térmico e maleabilidade nas altas temperaturas facilitando o manejo, além de possuir baixo custo (THOMPSON et al., 2009; ANDRADY e NEAL, 2009). Atualmente o plástico é essencial para a sociedade, seja no comércio, na indústria, para uso medicinal e aplicações municipais (WRIGHT et al., 2013) uma vez que é um material versátil e pode apresentar diversas formas (ANDRADY e NEAL, 2009).

Em 1983, a Goodyear inventou a borracha vulcanizada e Eduard Simon descobriu o poliestireno, já durante o século XIX surgiram outros materiais como o polivinil clorado e a viscosa (ANDRADY e NEAL, 2009). Entretanto, a expansão do

uso do plástico ocorreu de fato nos primeiros 50 anos do século XX a partir da síntese de cerca de 15 novas classes de polímeros (ANDRADY e NEAL, 2009).

Os plásticos de maior consumo global como matéria-prima são os polietilenos de baixa (LDPE) e de alta densidade (HDPE), o polipropileno (PP), o polivinil clorado (PVC), o poliestireno (PS) e o polietileno tereftalato (PET) (ANDRADY e NEAL, 2009).

Cada tipo de plástico existente tem uma aplicação, por exemplo: PET compõem garrafas de água e líquidos efervescentes; HDPE é utilizado em embalagens de xampus; o PVC é utilizado em materiais como tubos de PVC rígido ou PVC em espuma e em peças automotivas; os LDPE são utilizados em filmes plásticos, em sacolas plásticas e sacos de lixo; o PP é usado em embalagens que vão ao micro-ondas, fibras de carpetes e revestimentos de parede; o PE em embalagens de iogurtes, cartelas de ovos e na construção industrial (ISANGEDIGHI et al., 2018).

Os plásticos são raramente utilizados sozinhos, os polímeros aparecem misturados a outros materiais, chamados de aditivos. Os aditivos plásticos podem ser enchimentos inorgânicos, estabilizantes térmicos, plastificantes, retardantes de chama, estabilizantes ultravioleta e funcionar como agentes estéticos para melhorar cor e aparência (ANDRADY e NEAL, 2009).

Em 2003 a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu uma dose diária tolerável da ingestão, em relação ao peso corporal, de aditivos plásticos sem que ela apresente danos à saúde (OMS, 2003). As garrafas plásticas que utilizam PET como matéria-prima representam a principal fonte de exposição individual ao antimônio e ao bisfenol, dois aditivos plásticos (LE et al., 2008). Em alguns países o uso desses aditivos é estritamente controlado, principalmente quando utilizado em embalagem que tenha contato com alimento, embalagem de produtos farmacêuticos e brinquedos. O uso dos aditivos é independentemente controlado por cada governo para verificar se a saúde do consumidor está protegida (ANDRADY e NEAL, 2009). Devido à presença dessas e outras toxinas, no ambiente marinho os plásticos podem ser considerados uma forma de poluição persistente, com características similares às dos Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) (WORM et al., 2017).

No Brasil são estabelecidos alguns limites dentro da lista de aditivos e adjuvantes de polimerização autorizados na composição de materiais plásticos que

tenham contato com alimentos: o limite de composição determina a quantidade máxima permitida da substância ou de um grupo de substâncias em um material ou objeto; o limite de detecção do método de análise; o limite de migração específica da substância ou de um grupo de substâncias para alimentos e o limite total de migração (BRASIL, 2019). A lista do Brasil de permissão ou não desses compostos está de acordo com o Regulamento Técnico MERCOSUL, reestabelecido também em 2019.

#### 4.4 – MICROPLÁSTICOS

Por definição, microplásticos são partículas menores que 5 mm e podem ser classificados de acordo com o tamanho e a origem, em primários e secundários (GERMANOV et al., 2018). Os microplásticos de origem primária são microesferas usadas em cosméticos e péletes que servem como matéria-prima para produção dos plásticos, enquanto os de origem secundária são fibras sintéticas e macrolixos que passaram por fragmentação (GERMANOV et al., 2018; BARNES et al., 2009).

O formato do microplástico depende da sua degradação e do seu tempo de residência no ambiente, por exemplo, extremidades afiadas em uma partícula podem indicar que ela foi recentemente introduzida no ambiente ou que sofreu fragmentação recente, enquanto partículas mais velhas e que sofreram mais fragmentação são caracterizadas por possuir extremidades lisas (HIDALGO-RUZ et al., 2012).

Caracterizar o microplástico de acordo com tamanho, tipo e formato é importante porque estas são características relacionadas à quantidade de potenciais poluentes químicos que a partícula pode possuir adsorvidas à sua superfície (HIDALGO-RUZ et al., 2012). Identificar a cor do microplástico pode auxiliar na identificação da sua composição química, do grau de degradação sofrido, do tempo de residência no ambiente e ainda a entender a quantidade de organopoluente adsorvidos em sua superfície, uma vez que plásticos descoloridos tendem a sofrer mais oxidação e liberar os organoclorados, por exemplo (HIDALGO-RUZ et al., 2012).

Atualmente os microplásticos estão presentes em todo o ambiente marinho, podem entrar e permanecer nas cadeias tróficas (SETÄLÄ et al., 2014), incluindo

humana, e ainda podem ser vetor para toxinas (WORM et al., 2017). A biodisponibilidade dos microplásticos no ecossistema depende de diferentes fatores como densidade, tamanho e abundância (WRIGHT et al., 2013). A ingestão dos microplásticos pode levar à uma inadequada absorção de nutrientes causada pelo dano mecânico do trato digestório (GERMANOV et al., 2018), e as toxinas presentes nele podem bioacumular, principalmente em espécies de vida longa (GERMANOV et al., 2018), podendo levar à disrupção hormonal em algumas espécies (ROCHMAN et al., 2014), alterando também o sucesso reprodutivo (WORM et al., 2017).

#### 4.5 – PLÁSTICO NOS OCEANOS E CETÁCEOS

O lixo que encontra os oceanos como seu destino final tem origem de diversas atividades antrópicas como turismo, esgotos, construções próximas à costa, despejo ilegal, acidentes com rejeitos industriais e, outra grande fonte, a atividade pesqueira (ANDRADY e NEAL, 2009).

Cerca de 280 milhões de toneladas de material plástico são produzidas ao redor do mundo e a maior parte é descartada nos oceanos (ISANGEDIGHI et al., 2018). Em 2010, o país que mais despejou lixo plástico nos oceanos foi a China, responsável por 27,8%, enquanto países da América do Sul foram responsáveis por 4,4% do plástico no mar (WORM et al., 2017; JAMBECK et al., 2015). Tanto nos ecossistemas terrestres quanto nos oceanos, o plástico descartado sofre processos de degradação biológica ou por ações ambientais que dependerão da natureza química do material e das características do ambiente (ANDRADY e NEAL, 2009; ANDRADY, 2003). A degradação do plástico é uma das fontes de entrada dos microplásticos nos oceanos (GERMANOV et al., 2018).

Os impactos do lixo plástico na fauna marinha começaram a ser documentados na década de 60 (FOSSI et al., 2018) e até 2009, 23% de todas as espécies eram afetadas (STAMPER et al., 2009), com ênfase nas aves marinhas e peixes como mais acometidos, 914 espécies de acordo com Kühn e van Freneker (2020).

Os materiais que interagem com a fauna são variados, desde redes de pesca fantasma até o lixo flutuante (FOSSI et al., 2018). A fauna pode ser afetada pelos plásticos através de, basicamente, dois tipos de interação que podem ou não ser letais: enredamento ou emaranhamento e ingestão (LAIST, 1997). O enredamento ou emaranhamento causa injúrias como estrangulamento e afogamento que podem levar o animal ao óbito imediato, assim como a ingestão que pode causar bloqueio do trato gastrointestinal e morte por inanição (LAIST, 1997). Impactos subletais como lesões, comprometimento na alimentação, desnutrição, redução de crescimento, reprodução e longevidade e desenvolvimento de doenças também podem ser observados (MCCAULEY e BJOMDAL, 1999; KATSANEVAKIS, 2008; ALLEN et al., 2012; MOORE et al., 2013). A hipótese de que a fauna marinha ingere resíduos plásticos porque os confunde com uma presa é bastante difundida (PROCTER et al., 2019). Entretanto há evidências que sugerem que a formação de um complexo químico-sensorial na superfície atmosférica dos oceanos causada pela liberação de compostos voláteis, como o sulfureto de dimetilo, por algas que estariam associadas à superfície de plásticos e microplásticos, leve à ingestão deles por alguns organismos planctônicos (SAVOCA et al., 2017; PROCTER et al., 2019). Além dos cetáceos odontocetos não serem espécies que se alimentam de plâncton, eles também perderam o olfato ao longo do desenvolvimento evolutivo (COZZI et al., 2017), o que leva a pensar que o cheiro não é um atrativo para a ingestão de plástico por eles.

A forma como cada espécie pode interagir com o lixo depende de suas características comportamentais e morfológicas (RYAN, 2016). Há espécies que, em relação à ingestão de lixo, conseguem regurgitar, há espécies retentoras (conseguem eliminar pouco do que é ingerido através de regurgitação e das fezes) e aquelas que são consideradas excretoras e obtém maior sucesso ao expelir o lixo através das fezes (RYAN, 2016).

Nos cetáceos a ingestão de macroplástico é um pouco mais difícil de ocorrer, quando comparado à outras espécies da megafauna marinha, devido ao sistema de ecolocalização, entretanto a ingestão pode ocorrer quando o lixo acaba se misturando ao alimento, confundindo os animais (BANERJEE, 2017; SECCHI e ZARXUR, 1999). Atualmente não há dados suficientes para provar que a ingestão de plástico possa ser uma das principais causas que contribua para o declínio populacional dos cetáceos (BANERJEE, 2017; DE STEPHANIS et al., 2013, BAULCH e PERRY, 2014).

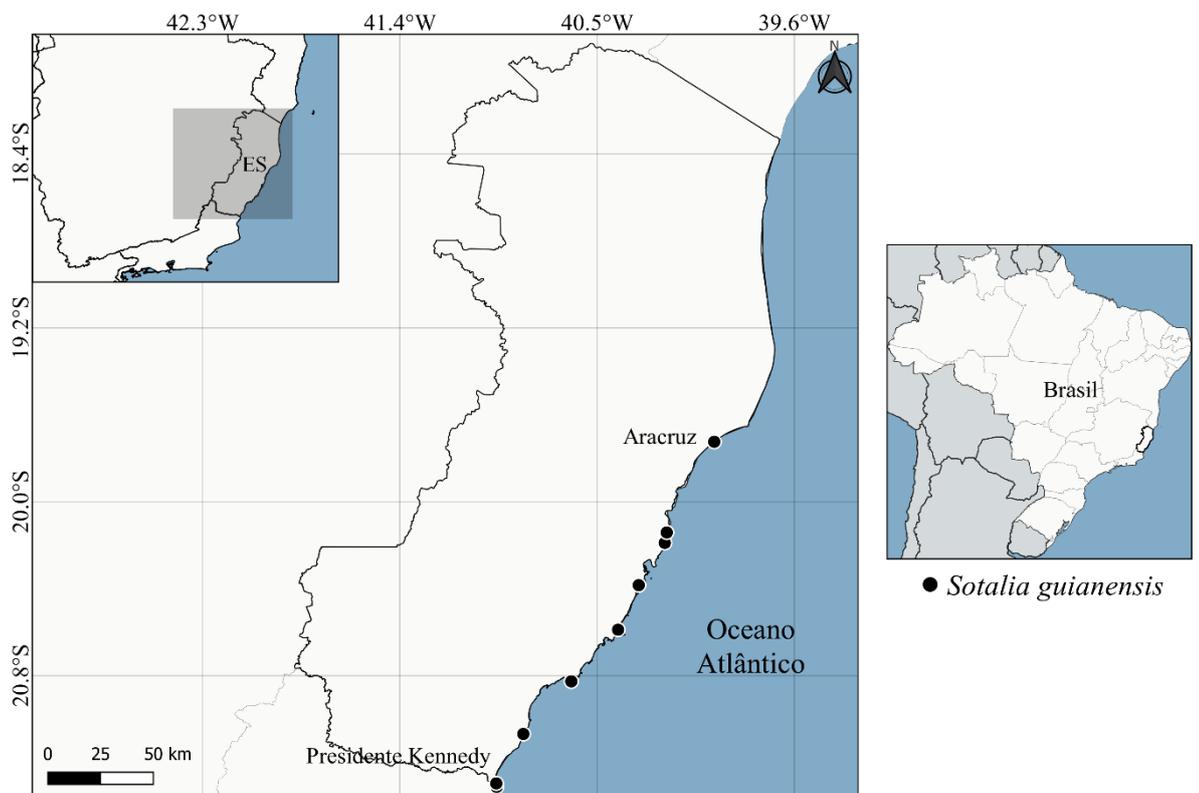
Alguns cetáceos encalhados podem apresentar itens plásticos, entretanto, em geral, sua condição de saúde já está afetada, o que pode ter levado à ingestão (GREGORY, 1996). É importante ressaltar que a detecção da interação entre cetáceos e o lixo marinho é oportunista e depende de eventos de morte e encalhe para ser realizada, ainda assim os dados disponíveis sobre os impactos que o lixo causa nesse grupo são importantes para avaliar as espécies mais afetadas (BAULCH e PERRY, 2014). Assim como outros animais marinhos, as características de cada grupo de cetáceo estudado influenciam na probabilidade de ingestão de plásticos. Cachalotes e baleias bicudas alimentam-se de organismos presentes na região bentônica, onde há acúmulo de lixo no sedimento, o que faz com que essas espécies estejam mais susceptíveis a eventos de ingestão de plástico, por exemplo (DE STEPHANIS et al., 2013).

A presença e o impacto de micropartículas plásticas em cetáceos é ainda pouco estudada, quando comparada com outros mamíferos marinhos, embora nos últimos anos tenha ocorrido um aumento no número de estudos (ZANTIS et al., 2021). Já foram encontradas partículas de microplástico no trato digestivo de *Ziphius cavirostris*, *Delphinus delphis* (na Galícia, Espanha, e na Irlanda), *Phocoena phocoena* (na Irlanda e na Holanda), *Orcinus orca*, *Tursiops truncatus*, *Stenella coeruleoalba* e *Mesoplodon mirus* (na Irlanda), *Neophocoena asiaeorientalis sunameri*, *Sousa chinensis* (na China), *Delphinapterus leucas* (no Canadá e no Alaska, Estados Unidos) (LUSHER et al., 2018; LUSHER et al., 2015; VAN FRANKEKER et al., 2018; XIONG, 2018; ZHU et al., 2019, MOORE et al., 2020). Zantis et al. (2021) reforçam a necessidade de investigações mais precisas e padronizadas sobre a ingestão de microplásticos pelos cetáceos para melhor entendimento não só sobre a presença, mas também sobre sua composição, origem e impactos que causam.

## 5 – MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 - ÁREA DE ESTUDO

Os espécimes de *Sotalia guianensis* utilizados no estudo foram encontrados mortos, decorrentes de encalhes ocorridos no litoral do estado do Espírito Santo, entre os municípios Aracruz e Presidente Kennedy (Figura 1).



**Figura 1:** Área de estudo no litoral do Espírito Santo, Brasil, onde espécimes de *Sotalia guianensis* foram encontrados encalhados no ano de 2020.

O Espírito Santo é um estado com 46.074,447 Km<sup>2</sup> de área e população estimada de 4.064.052 habitantes (IBGE, 2020), localizado na região Sudeste do Brasil, com aproximadamente 521 km de extensão de costa (NETTO e DI BENEDITTO, 2008). Em 2015 o estado tinha como principais indústrias as de extração de petróleo e gás natural, além dos minerais metálicos (CARVALHO e GALEANO,

2018). A agropecuária também ocupa papel importante na participação das atividades econômicas do estado (IBGE, 2015). Para escoar a produção, tanto do estado quanto de outras regiões do país, há o complexo portuário do Espírito Santo, com cinco portos: Tubarão, Praia Mole, Vitória, Barra do Riacho e Anchieta (DOTA e FERREIRA, 2020).

## 5.2 - COLETA DE AMOSTRAS

Foram utilizados 10 espécimes de *Sotalia guianensis* decorrentes de encalhe e morte devido às causas naturais ou ao emaranhamento em artefatos de pesca durante o ano de 2020. As carcaças foram recebidas, identificadas e armazenadas pelo Instituto Organização Consciência Ambiental (Instituto ORCA) localizado na cidade de Guarapari – ES, com autorização pelo SISBIO (número de identificação: N° 64724-2). O Instituto ORCA disponibilizou dados como local, data de encalhe, biometria, laudo necroscópico e fotos.

A equipe do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Animais Selvagens -NEPAS do Laboratório de Morfologia e Patologia Animal (LMPA - CCTA/HVET) da Universidade Estadual Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) foi ao Instituto ORCA para recolher as amostras para posterior análise.

### 5.2.1 - Necropsia

As carcaças recebidas pelo Instituto ORCA foram pesadas, avaliadas externamente, com a observação do código referente ao estado de conservação, podendo ser ele nos graus II, III, IV ou V (Tabela 1) (IBAMA, 2005). Foram tomadas medidas biométricas com auxílio de fita métrica comercial, incluindo o comprimento total (CT), que corresponde à extensão da extremidade do rostro até a comissura caudal (NORRIS, 1961). Os animais foram categorizados em maduros (aqueles com CT maior que 185 cm) e imaturos (CT<185 cm) (RAMOS et al., 2000a) e o sexo identificado através da morfologia corporal.

**Tabela 1:** Características de cada código de conservação da carcaça para mamíferos marinhos. Adaptado de IBAMA, 2015.

<b>Código de conservação da carcaça</b>	<b>Características</b>	<b>Amostras podem ser colhidas para</b>	<b>Uso limitado para</b>
COD I - Animais vivos	Animais vivos	Biometria, ectoparasitas, microbiologia, biópsias, hematologia.	Histórico do animal
COD II - Carcaça em boas condições (fresca)	Aparência normal, poucos danos causados por necrófagos, cheiro fresco, pouco enrugamento de pele, intestino contendo pouco ou nenhum gás.	Biometria, parasitologia, microbiologia, histopatologia, toxicologia, conteúdo gastrointestinal, histórico do animal.	Hematologia
COD III - Carcaça em estado razoável (decomposta, mas com órgãos ainda intactos)	Carcaça intacta, inchaço evidente (língua e pênis protundidos), danos por animais necrófagos, odor moderado característico, pele enrugada ou despregada, intestino dilatado pela presença de gás.	Biometria, parasitologia, conteúdo gastrointestinal, histopatologia.	Toxicologia e histórico do animal
COD IV - Carcaça decomposta (decomposição avançada)	Carcaça pode estar intacta mas colapsada, danos severos causados por necrófagos, odor forte, pele solta ou epiderme totalmente perdida, intestino preenchido por gás.	Biometria, parasitologia, conteúdo gastrointestinal e patologia macroscópica.	Análise de DNA, histórico do animal.

COD V - Carcaça mumificada ou restos de esqueleto	Pele pode estar cobrindo partes do esqueleto remanescente, qualquer tecido restante desidratado.	Análises osteológicas.	Análise de DNA.
---	--	------------------------	-----------------

Com o animal em decúbito látero-lateral, foi realizada incisão longitudinal com faca no sentido rostro-caudal com a exposição dos órgãos da cavidade abdominal. Houve a retirada do bloco de órgãos e posterior análise anatomopatológica.

Durante a necropsia o intestino foi dissecado e armazenado adequadamente para posterior extração das possíveis partículas plásticas (LUSHER et al., 2017) e análise histopatológica.

### 5.2.2 - Análise de intestino

Todos os processos de análise do intestino e extração de microplásticos foram realizados em sala sem ventilação e em fluxo laminar a fim de evitar contaminação das amostras, principalmente por filamentos. No NEPAS/UENF, a mucosa intestinal foi lavada em água deionizada e o líquido resultante armazenado em recipientes de vidro para posterior análise. Após incisões com tesoura cirúrgica e lavagem com água deionizada, os órgãos foram analisados à procura de lesões macroscópicas e retirados fragmentos de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup> de tecido, posteriormente armazenados em solução fomalina tamponada 10% por pelo menos 48 horas para o processamento histotécnico e análise histopatológica.

O líquido resultante das lavagens dos órgãos passou em tamis com malha de 25 µm. O conteúdo que ficou retido na malha foi acondicionado em garrafas de vidro com tampa de metal e posteriormente a extração das partículas foi realizada.

### 5.3 - EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE MICROPLÁSTICOS

No Laboratório de Ciências Ambientais (LCA/CBB/UENF) a amostra líquida foi separada em béqueres e então adicionado peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ , 30% P.A.) em uma proporção de 3:1 em relação à amostra para a digestão da matéria orgânica. Para acelerar o processo de solubilização da solução as amostras foram dispostas em estufa (Visome Plus) a  $60^\circ C$  entre 96 e 122 horas. A cada etapa de extração química, foram feitos brancos analíticos contendo apenas  $H_2O_2$  e água deionizada como forma de monitorar contaminações por fatores externos. Todos os materiais utilizados eram de vidro e alumínio e foram lavados com Extran P.A. (5%), água Milli-Q® e água deionizada antes e após os procedimentos.

Após digestão foi realizada a filtração das amostras em *kit* de filtração à vácuo Sartorius Stedim utilizando papel filtro quantitativo (Quanty poros:  $8\mu m$ ). Os filtros foram identificados e acondicionados em placas de metal e em geladeira até serem analisados.

Os filtros foram analisados em estereomicroscópio Leica S6D para identificação e classificação das partículas encontradas. Posteriormente, foram realizadas fotomicrografias das partículas presentes em cada filtro, para mensurações no programa editor de imagens ImageJ.

As partículas foram contadas e classificadas de acordo com tamanho, cor e tipo. Para as anotações relacionadas à cor, foram também contabilizadas partículas que apresentavam desgaste causado por descoloração (ZANTIS et al., 2021). O tamanho foi dividido em quatro diferentes classes: nanoplásticos menores que 0,5 mm ( $P < 0,5$ ), nanoplásticos entre 0,5 mm e 1 mm ( $0,5 < P < 1$ ), microplásticos de 1 a 5 mm ( $1 < P < 5$ ) (LI et al., 2016; GERMANOV et al., 2018) e mesoplásticos maiores que 5 mm ( $P > 5$ ) (GESAMP, 2019; GERMANOV et al., 2018). De acordo com o tipo, cada partícula foi classificada como fragmento, fibra ou esfera (LUSHER et al, 2018).

#### 5.4 - ANÁLISE HISTOPATOLÓGICA

Fragmentos de tecidos como pulmões, rins, fígado, baço, tecido adiposo, pele e músculo foram retirados durante a necropsia para identificação da causa *mortis* dos animais através do exame histopatológico. Estes fragmentos foram armazenados em formalina (10%) passaram por clivagem e acondicionamento em histossetes plásticos para o processamento automático das amostras. Durante o processamento os tecidos foram submetidos à desidratação em série crescente de concentração de álcool (70%, 80%, 90% e 100%, respectivamente), clarificação em xilol e impregnação em parafina, sendo a última importante para manter a morfologia celular e a rigidez do tecido para a realização do corte no micrótomo. Após último processo as amostras foram dispostas em blocos de parafina com auxílio da inclusora Leica EG 1150, em que os blocos são formados manualmente, utilizando o histossete como base.

A partir dos blocos de parafina foram realizados cortes de 5µm de espessura em micrótomo semiautomático Leica RM 214. Os cortes foram fixados em lâminas histológicas e corados em Hematoxilina e Eosina (HE) para análise histopatológica realizada em microscópio de luz (Leica ICC50HD) com a supervisão de um médico veterinário patologista do Laboratório de Morfologia e Patologia Animal (LMPA/HVET – UENF).

#### 5.5 - ANÁLISE DE DADOS

As médias de peso e comprimento total dos espécimes foram analisadas. Para a análise dos dados de partículas foi calculada a abundância de partículas por animal e para todo o número amostral, assim como a média da quantidade de cada tipo, classe de tamanho, cor e com presença de desgaste por descoloração. Essas análises, assim como gráficos relacionados à elas, foram realizadas no Excel.

Foi plotado gráfico do tipo *boxplot* para verificar possíveis diferenças estatísticas significativas entre animais com causa morte diferentes em relação aos

dados de possíveis partículas plásticas encontradas. Essa análise foi realizada no R Studio.

Foi utilizado o teste de Kendall, recomendado para um conjunto amostral pequeno, para verificar correlação entre o comprimento total e a quantidade e o tamanho de partículas encontradas, análise realizada no R Studio.

## 6 – RESULTADOS

Os 10 espécimes de *Sotalia guianensis* analisados no presente estudo foram identificados morfológicamente ao nível de espécie pela equipe de campo e pela equipe responsável pelo exame necroscópico no Instituto Orca.

Os animais foram encontrados encalhados em praias do litoral do Espírito Santo, entre os municípios de Aracruz e Presidente Kennedy, entre os meses de fevereiro e outubro de 2020. O diagnóstico de causa morte de seis espécimes (60%) foi de emalhe ou captura acidental em rede de pesca, enquanto dos demais não pode ser determinado. De todos os animais analisados fica em maior evidência o SOT 387 (Figura 2), uma fêmea, juvenil, a qual sofreu evidente ação antrópica. A carcaça não apresentava porção distal caudal, retirada por objeto perfuro-cortante, além de apresentar marcas compatíveis com emalhe na região próxima ao corte, no melão, nas nadadeiras e no rostro. Por este motivo os dados do espécime SOT 387 não entraram nas análises estatísticas para correlação quando utilizado o comprimento total (CT). O espécime SOT 394 apresentou distúrbio circulatório quando realizado o exame histopatológico e, segundo necropsia, a causa da morte está associada à captura acidental em artefato de pesca. Nos espécimes SOT 380, SOT 399, SOT 403 e SOT 405 tanto o exame necroscópico quanto o histopatológico foram inconclusivos devido ao avançado estado de decomposição das carcaças e à consequente autólise encontrada nos tecidos analisados. Os resultados das análises histopatológicas, assim como a causa da morte dos animais estão explícitos no Apêndice A.

Nos intestinos analisados não foram encontradas alterações histopatológicas além da autólise decorrente do estado de decomposição das carcaças, impossibilitando qualquer inferência sobre patologias intestinais e a presença de possíveis partículas plásticas.

O estado de decomposição das carcaças variou de COD III a COD IV, em que o primeiro foi caracterizado como carcaça decomposta mas com órgãos ainda intactos e no segundo o intestino encontrou-se preenchido por gás.



**Figura 2:** Espécime fêmea juvenil de *Sotalia guianensis* encalhada no litoral do Espírito Santo, Brasil, cuja causa da morte foi associada à evidente ação antrópica de retirada de parte do corpo e asfixia causada pela captura acidental em artefato de pesca. Fonte: Instituto Organização e Consciência Ambiental (Instituto ORCA), 2020.

Não foram analisados intestinos de filhotes ou neonatos, quatro espécimes foram classificados como maduros e cinco como imaturos, sendo que um animal (SOT 387) não pode ser classificado quanto à maturidade devido à ausência de parte do corpo. Três animais eram fêmeas enquanto sete eram machos. O peso variou de 48 kg a 110,5 kg, com média de 75,4 kg ( $\pm 21,04$ ), já o menor animal tinha 1,64 m e o maior 2,18 m, com média de comprimento total de 1,78 m ( $\pm 0,24$ ). Os dados gerais de cada espécime estudado estão apresentados na Tabela 2.

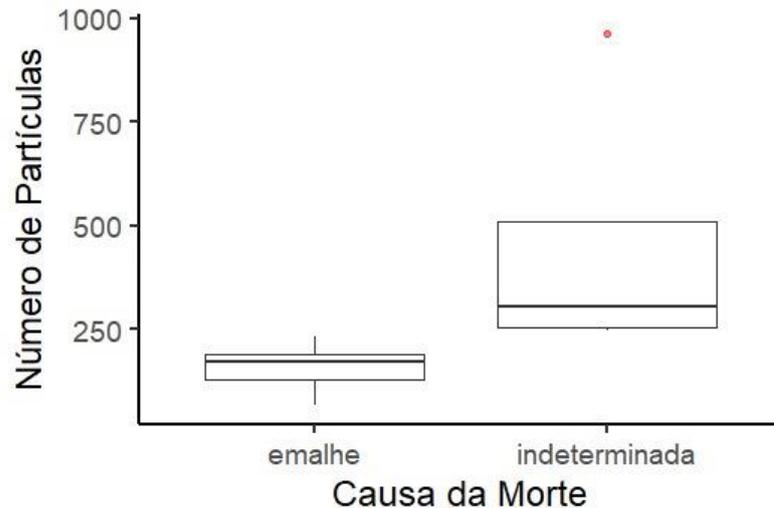
### 6.1 – ABUNDÂNCIA DE PARTÍCULAS

Intestinos de todos os dez animais analisados apresentaram possíveis partículas plásticas, ao total foram visualizadas 2776. A quantidade de partículas encontradas em cada animal variou de 66 a 964, com média de 277,6 partículas por animal ( $\pm 241,08$ ). O animal que apresentou mais partículas foi o SOT 403, fêmea imatura, com 1,79 m, enquanto um macho maduro (SOT 398) foi o animal onde foram encontradas menos partículas (Tabela 2). Na Figura 3 há um boxplot representando a relação entre a quantidade de partículas encontradas e a causa da morte de *S.*

*guianensis* analisados, sendo o SOT 403 considerado um *outlier*, uma vez que apresentou número de partículas consideravelmente maior que os demais. Animais que não tiveram a causa da morte determinada apresentaram mais partículas que os que morreram devido ao emalhe.

**Tabela 2:** Dados gerais de *Sotalia guianensis* analisados no presente estudo, incluindo data de encalhe, código do estado de conservação da carcaça (COD), comprimento total (CT), peso, sexo, maturidade e o número total de possíveis partículas plásticas (NP) encontradas

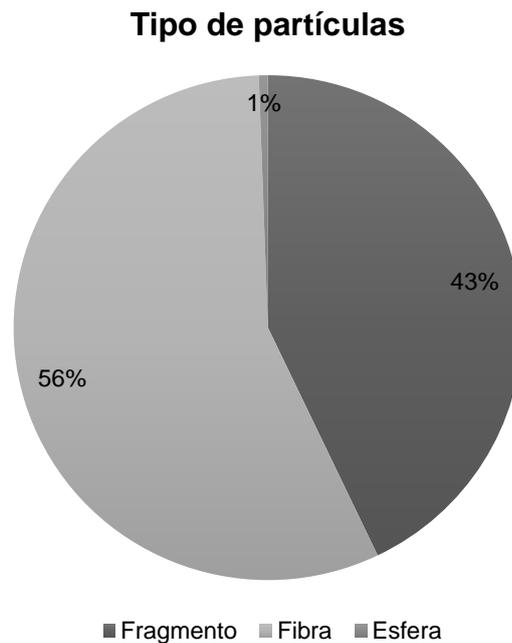
	ENCALHE	COD	CT (m)	PESO (Kg)	SEXO	Maturidade	NP
SOT 380	20.02.20	IV	2,12	52	Macho	Maduro	254
SOT 387	18.04.20	IV	1,18	64,5	Fêmea	Imaturo	191
SOT 389	21.05.20	III	1,76	75,5	Macho	Imaturo	158
SOT 394	11.07.20	III	1,93	90	Macho	Maduro	184
SOT 397	12.08.20	III	1,91	60	Macho	Maduro	119
SOT 398	20.08.20	IV	1,88	110	Macho	Maduro	66
SOT 399	03.09.20	IV	1,79	79	Fêmea	Imaturo	249
SOT 402	25.09.20	III	1,64	48	Macho	Imaturo	234
SOT 403	27.09.20	IV	1,79	64,5	Fêmea	Imaturo	964
SOT 405	05.10.20	IV	1,81	110,5	Macho	Imaturo	357
TOTAL			-	-			2776
Média			1,78	75,4			277,6
SD			0,24	21,04			241,08
Máximo			2,18	110,5			964
Mínimo			1,18	48			66



**Figura 3:** Relação entre a causa da morte e o número de possíveis partículas plásticas identificadas em intestinos de *Sotalia guianensis* encontrados encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

## 6.2 – TIPOS DE PARTÍCULAS

Em relação aos tipos de partículas, o mais abundante foi a fibra, com 1569 (56%) encontradas, seguido do filamento, com 1191 (43%) e da esfera representando apenas 1% (16 partículas) (Figura 4). Os fragmentos e as fibras estavam presentes em todos os animais estudados, enquanto as esferas apareceram em oito espécimes (Tabela 3). Foram encontradas médias de 119,1 fragmentos, 156,9 fibras e 1,6 esferas por animal estudado. Exemplos de cada um dos tipos de partículas estão representados na Figura 5.



**Figura 4:** Tipos de partículas (fragmento, fibra e esfera) identificadas em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

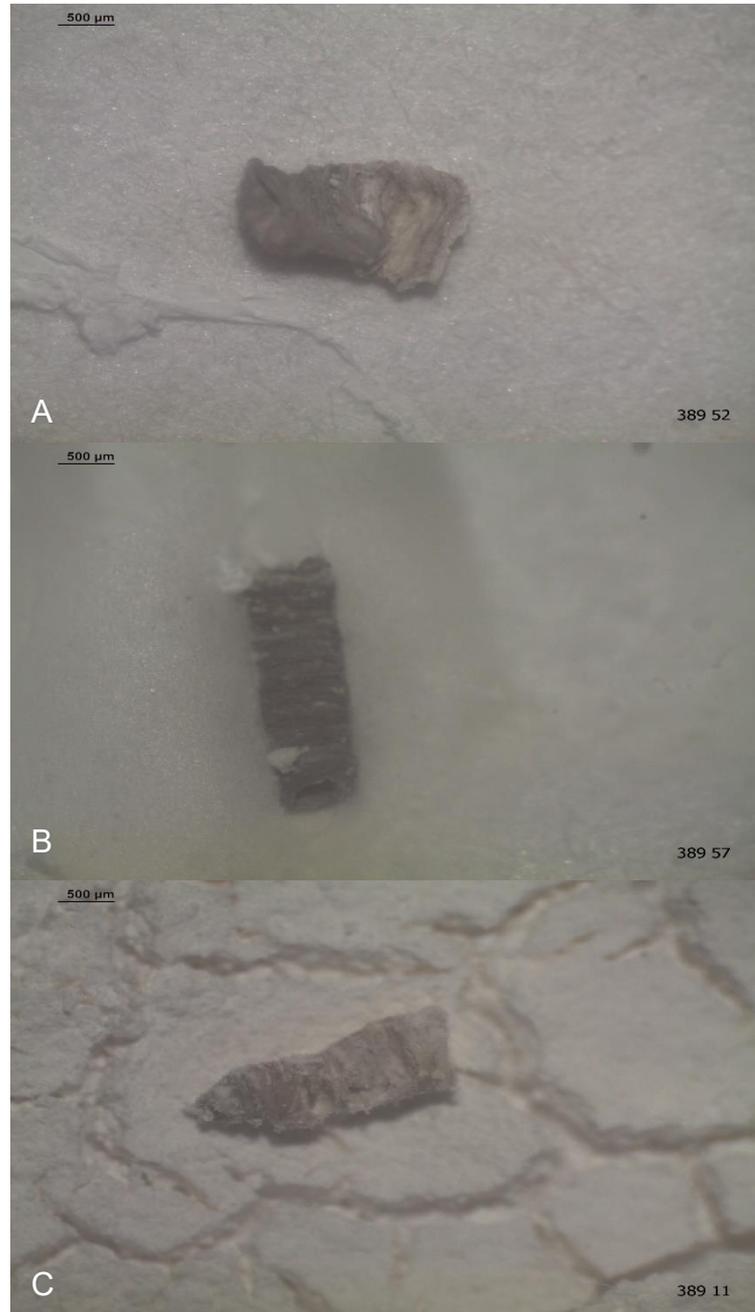
**Tabela 3:** Número de partículas (NP) por tipo (fragmento - FRAG, filamento - FIL e esfera - ESF) encontradas em *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

	NP	FRAG	FIL	ESF
SOT 380	254	82	171	1
SOT 387	191	91	97	3
SOT 389	158	71	87	0
SOT 394	184	45	139	0
SOT 397	119	45	73	1
SOT 398	66	16	49	1
SOT 399	249	113	135	1
SOT 402	234	59	174	1
SOT 403	964	410	549	5
SOT 405	357	259	95	3



**Figura 5:** Partículas de três diferentes tipos: a – fragmento, b – fibra e c – esfera; encontradas em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil. Imagem de estereomicroscopia.

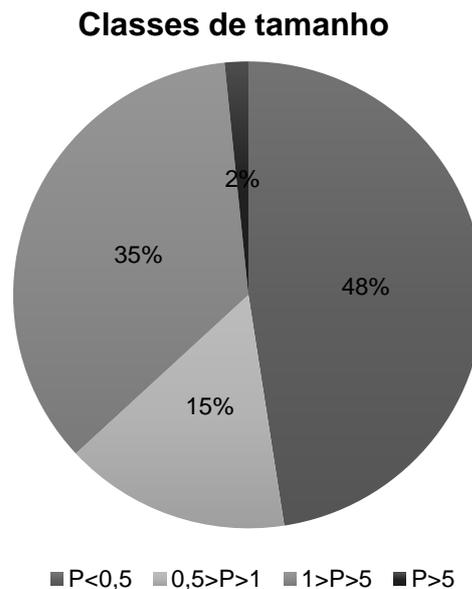
O espécime SOT 389, um macho imaturo que continha 158 partículas no seu trato intestinal, apresentou três fragmentos semelhantes, de formato cilíndrico e cor cinza (Figura 6).



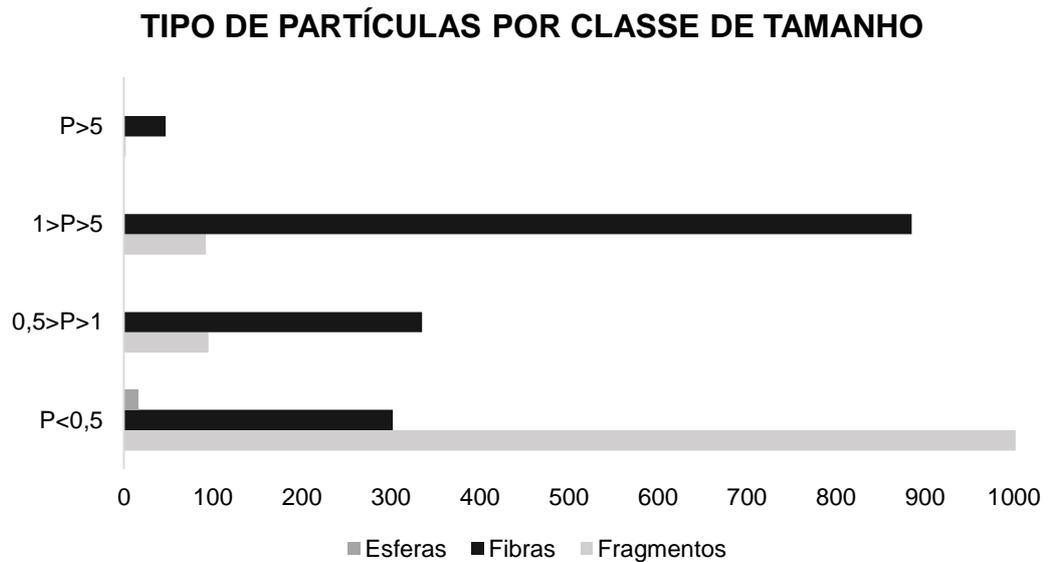
**Figura 6:** Fragmentos cinzas de formato cilíndrico identificados em um espécime de *Sotalia guianensis* encontrado encalhado no litoral do Espírito Santo, Brasil. Imagem de estereomicroscopia.

### 6.3 – CLASSES DE TAMANHO DE PARTÍCULAS

A média geral para tamanho de todas as partículas analisadas foi de 2,493 mm ( $\pm 2,257$ ), com mínimo de 0,101 mm e máximo de 8,364 mm. Devido a diferença entre os tamanhos encontrados, as partículas foram divididas em quatro em diferentes classes de tamanho, incluindo nanoplásticos, microplásticos e macroplásticos (Figura 7). A partir da categorização em quatro diferentes classes de tamanhos, os resultados são apresentados separadamente (Tabela 4). Esferas foram observadas apenas na classe de tamanho  $P < 0,5$ , enquanto os demais tipos foram encontrados em todas as classes (Figura 8).

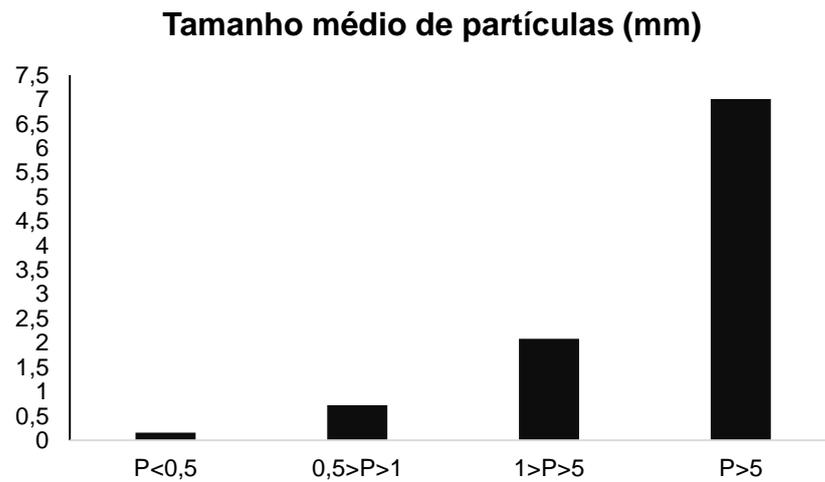


**Figura 7:** Classes de tamanho (mm) de partículas identificadas em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.



**Figura 8:** Número de esferas, fibras e fragmentos identificados para cada classe de tamanho (mm) de possíveis partículas plásticas encontradas em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

Partículas menores que 0,5 mm ( $P < 0,5$ ), consideradas como nanoplásticos, foram encontradas em todos os animais, com média total de 0,158 mm ( $\pm 0,028$ ), com variação de 0,101 mm a 0,215 mm, sendo 1002 fragmentos, 302 fibras e 16 esferas. Nanopartículas maiores que 0,5 mm e menores que 1 mm ( $0,5 < P < 1$ ) também foram encontradas em todos animais, apresentando média de 0,723 mm ( $\pm 0,023$ ), com variação de 0,665 mm a 0,772 mm, destas 95 eram fragmentos e 335 fibras. Na classe de tamanho entre 1 mm e 5 mm ( $1 < P < 5$ ), onde estariam os microplásticos, foram encontrados 92 fragmentos e 885 fibras, com média de tamanho de 2,084 mm ( $\pm 0,1251$ ), variando entre 1,878 mm e 2,355 mm. Partículas maiores que 5 mm também foram encontradas em todos os animais, com média de 7,009 mm ( $\pm 0,9542$ ), variando entre 5,603 mm e 8,364 mm, sendo dois fragmentos e 47 fibras (Figura 9). As quantidades de cada tipo de partícula por classe de tamanho de cada animal estudado estão representadas na Tabela 4, enquanto os tamanhos médios de cada tipo de partícula por classe de tamanho de cada animal estão representados no Apêndice B.



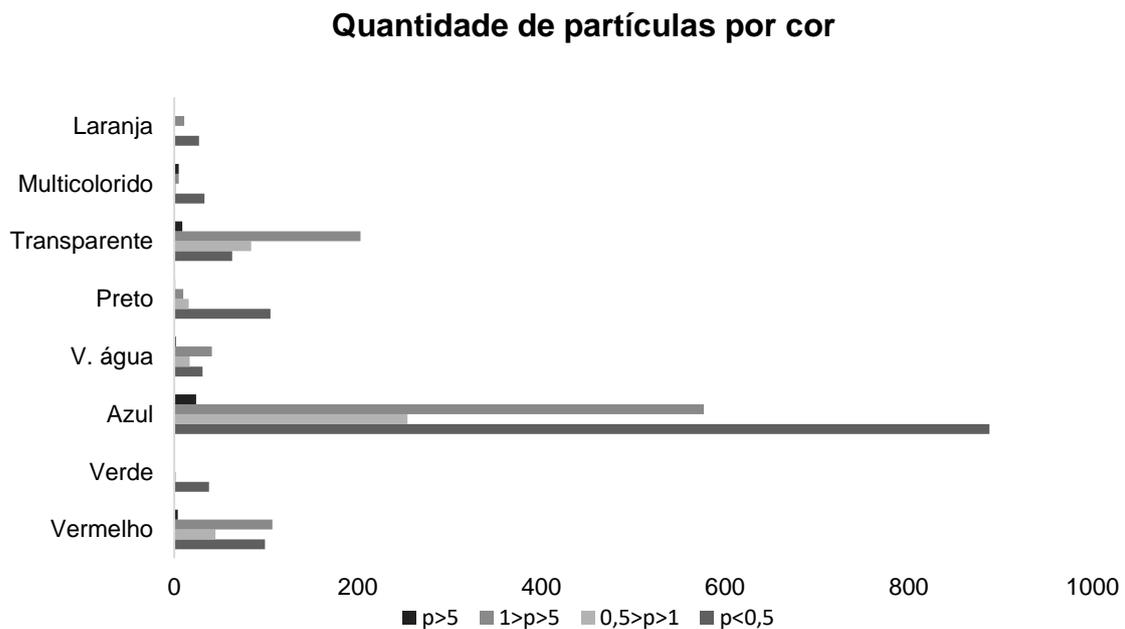
**Figura 9:** Média de tamanho encontrada em cada classe de tamanho de possíveis partículas plásticas encontradas em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

**Tabela 4:** Quantidade de partículas dos três diferentes tipos (FRA: fragmento; FIB: fibra; ESF: esfera) de cada classe de tamanho de possíveis plásticos identificados em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

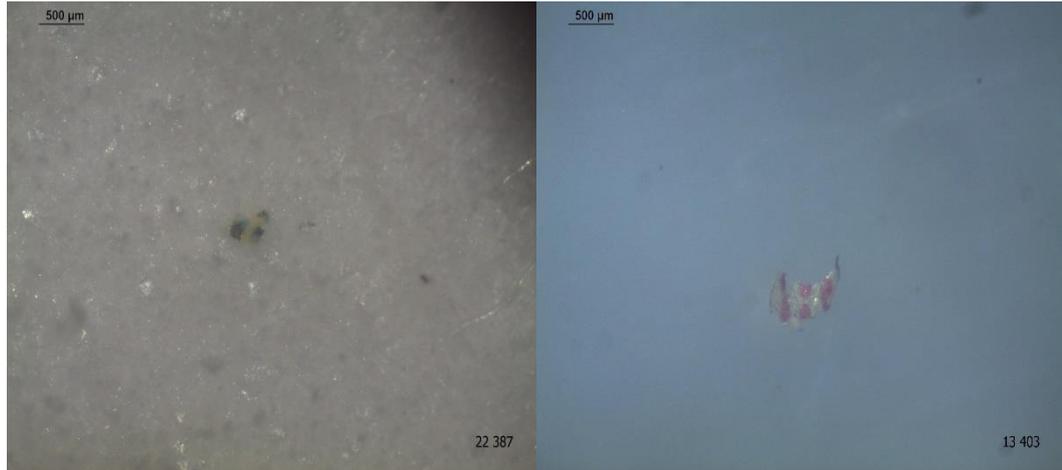
	P<0,5			0,5<P<1			1<P<5			P>5		
	FRA	FIB	ESF	FRA	FIB	ESF	FRA	FIB	ESF	FRA	FIB	ESF
SOT 380	77	44	1	5	38	0	0	85	0	0	4	0
SOT 387	89	17	3	2	19	0	0	53	0	0	8	0
SOT 389	49	9	0	6	22	0	16	53	0	0	3	0
SOT 394	40	33	0	1	19	0	4	81	0	0	6	0
SOT 397	39	10	1	4	13	0	2	49	0	0	1	0
SOT 398	15	10	1	1	7	0	0	27	0	0	5	0
SOT 399	111	17	1	2	24	0	0	92	0	0	2	0
SOT 402	52	32	1	5	37	0	2	100	0	0	5	0
SOT 403	277	113	5	65	140	0	67	290	0	1	6	0
SOT 405	253	17	3	4	16	0	1	55	0	1	7	0
<b>TOTAL</b>	<b>1002</b>	<b>302</b>	<b>16</b>	<b>95</b>	<b>335</b>	<b>0</b>	<b>92</b>	<b>885</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>47</b>	<b>0</b>

## 6.4 – CORES DE PARTÍCULAS

Foram identificadas possíveis partículas plásticas de diversas cores (Figura 10): azul (n=1743, 62,86%), transparente (n=359, 12,95%), vermelho (n=255, 9,19%), preto (n=132, 4,76%), verde água (n=91, 3,28%), multicolorido (n=45, 1,62%) (Figura 11), verde (n=40, 1,44%), laranja (n=38, 1,37%), prata (n=27, 0,97%), branco (n=20, 0,72%), dourado (n=15, 0,54%), amarelo (n=1, 0,04%), roxo (n=1, 0,04%), marrom (n=3, 0,11%) e cinza (n=3, 0,11%). As cores mais abundantes de fragmentos foram: azul (n = 670), transparente (n = 183), preto (n = 114) e vermelho (n = 93). Para as fibras, as cores mais frequentes foram azul (n = 1051), transparente (n = 166), vermelho (n = 146) e verde água (n = 73). As esferas apareceram em quatro cores: azul (n = 11), verde água (n = 2), vermelho (n = 1) e multicolorido (n = 1) (Tabela 5).



**Figura 10:** Número de possíveis partículas plásticas de diferentes cores encontradas em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.



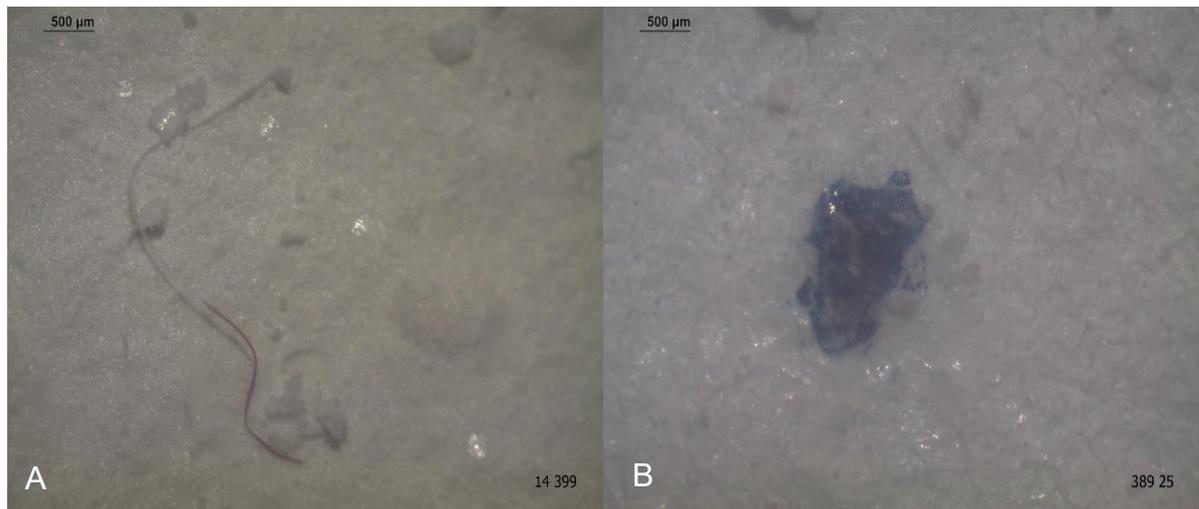
**Figura 11:** Fragmentos identificados como “multicoloridos” encontrados em intestinos de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil. Imagem de estereomicroscopia.

**Tabela 5:** Número de fragmentos (FRAG), fibras (FIB) e esferas (ESF) de cores diferentes encontrados para cada tipo de partícula identificada em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

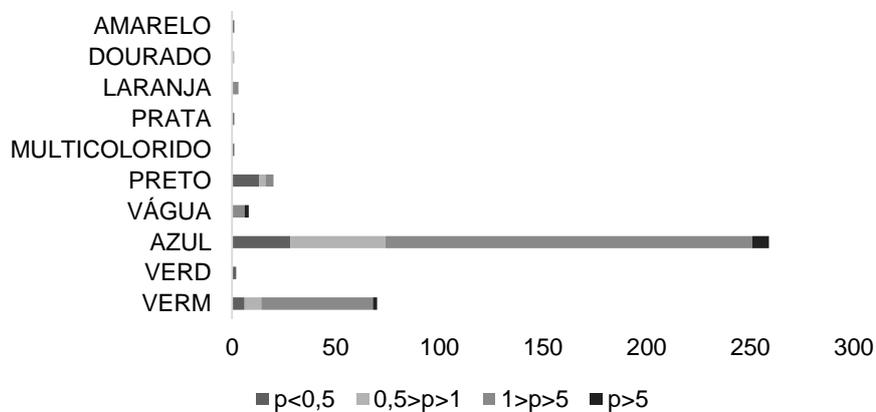
	FRAG	FIB	ESF	TOTAL
VERMELHO	93	146	1	240
VERDE	29	9	0	38
AZUL	670	1051	11	1732
VERDE ÁGUA	14	73	2	89
PRETO	114	16	1	131
TRANSPARENTE	183	166	0	349
MULTICOLORIDO	36	11	1	48
PRATA	27	5	0	32
LARANJA	27	11	0	38
DOURADO	13	1	0	14
AMARELO	1	0	0	1
ROXO	1	0	0	1
BRANCO	20	0	0	20
MARROM	1	2	0	3
CINZA	3	0	0	3

### 6.4.1 – Descoloração de partículas

Foram encontrados fibras e fragmentos com desgaste (Figura 12) de descoloração aparente (n = 369, 13,30%) (Figura 13).



**Figura 12:** Partículas de diferentes cores e classes de tamanho apresentaram desgaste por descoloração em *Sotalia guianensis* encontrados encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil. A – Filamento vermelho encontrado no espécime SOT 399; B – Fragmento azul encontrado no espécime SOT 398. Imagem de estereomicroscopia.



**Figura 13:** Partículas de diferentes cores (amarelo, dourado, laranja, prata, multicolorido, preto, verde água, azul, verde e vermelhor) e classes de tamanho que

apresentaram desgaste por descoloração identificadas em intestino de *Sotalia guianensis* encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

## 6.5 – RELAÇÃO ENTRE COMPRIMENTO TOTAL E PARTÍCULAS

Não houve correlação entre a quantidade de partículas visualizadas para cada classe de tamanho e o comprimento total (CT) dos nove indivíduos testados (Tabela 6). Do mesmo modo, não houve correlação entre o tamanho das partículas encontradas de cada classe de tamanho e o CT (Tabela 7).

**Tabela 6:** Valores das análises de correlação (Kendall,  $p < 0,05$ ) entre o comprimento total (CT) e a quantidade de partículas encontradas para cada classe de tamanho identificada em *Sotalia guianensis* encontrados encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

	p-valor	Coeficiente ( $\tau$ )
P<0,5	0,7532	-0,0845
0,5>P>1	0,2919	-0,2857
1>P>5	0,2919	-0,2857
P>5	0,8331	-0,0571

**Tabela 7:** Valores das análises de correlação (Kendall,  $p < 0,05$ ) entre o comprimento total (CT) e o tamanho médio de partículas encontradas para cada classe de tamanho identificada em *Sotalia guianensis* encontrados encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil.

	p-valor	Coeficiente ( $\tau$ )
P<0,5	0,6002	0,1408
0,5>P>1	0,7532	-0,0845
1>P>5	0,7532	0,0845
P>5	0,173	-0,3662

## 7 – DISCUSSÃO

### 7.1 - DADOS GERAIS DOS ANIMAIS E CAUSA DA MORTE

Entre 1975 e 2005, *Sotalia guianensis* foi a espécie de cetáceo cujos encalhes foram mais registrados no Espírito Santo (n=344, 74,6%), com eventos ocorrendo em todo o litoral, provavelmente devido à sua distribuição natural (MAYORGA et al., 2020). No presente estudo foram avaliados indivíduos encalhados entre os municípios de Aracruz e Presidente Kennedy, entre fevereiro e outubro de 2020, não foram coletadas amostras da região do Rio Doce (AZEVEDO et al., 2015), importante *hotspot* de encalhe de *S. guianensis*, associado à intensa atividade pesqueira com redes (MAYORGA et al., 2020).

Captura acidental em redes de pesca é a principal causa de interações negativas entre cetáceos e humanos (DI BENEDITTO, 2004; FREITAS NETTO, 2003), como observado no presente estudo, em que a morte de seis animais foi associada a essa causa. Netto e Di Benedetto (2008) identificaram sete diferentes tipos de interações entre cetáceos e pescadores no ES, e em 23 portos onde foram realizadas entrevistas, o emaranhamento foi relatado e relacionado à captura acidental em artefatos de pesca. Para além da morte, o emaranhamento também pode ser observado como causa de injúrias, cicatrizes e até amputação de parte de membro em animais vivos em duas baías no estado do Rio de Janeiro (AZEVEDO et al., 2009; NERY et al., 2008; MOURA et al., 2014), sendo esta uma importante ameaça à espécie. Dentre os fatores como faixa etária, sexo, comprimento total e causa da morte, o último é o único que pode prever a abundância de microplásticos (NELMS et al., 2019).

Em alguns casos de enredamento, os pescadores relatam que a carcaça do animal foi utilizada como isca para pesca (FREITAS NETTO e DI BENEDITTO, 2008), entretanto pode-se observar que os animais capturados são geralmente descartados no mar (ZAPPES et al., 2009). Em relação ao espécime SOT 387 analisado no presente estudo, pode-se observar que, provavelmente após o enredamento, foi realizado corte transversal na porção distal caudal do animal para não prejudicar o

artefato de pesca utilizado, e não foi feito o aproveitamento da carcaça para uso como isca.

Ao analisar a população de *S. guianensis* do Espírito Santo, Lima et al. (2016) (n = 44) encontraram média de CT de 1,66 m para machos imaturos e de 1,90 m para os maduros. No mesmo estudo, fêmeas imaturas apresentaram média de 1,58 m e maduras de 1,91 m para o CT, enquanto o CT assintótico estimado para a espécie foi de 1,76 m e 1,91 m para machos e fêmeas, respectivamente. Devido ao menor número amostral (n = 10), no presente estudo a média de comprimento total foi agrupada em sexo e maturidade, apresentando 1,78 m, por isso este dado pode não estar relacionado à realidade encontrada na população. O maior animal analisado neste estudo tinha 2,18 m, enquanto outros estudos realizados na mesma região analisaram animais de 2 m, 2,06 m e 1,94 m; em todos a maioria dos encalhes correspondia a machos, assim como no presente estudo (LIMA et al., 2016; AZEVEDO et al., 2015; DE CARVALHO et al., 2015). No litoral do Ceará não foram encontradas diferenças estatísticas entre os eventos de encalhes de machos e fêmeas (MEIRELLES et al., 2010), enquanto 68% dos encalhes de *S. guianensis* no Espírito Santo foram de indivíduos machos (MAYORGA et al., 2020), assim como no presente estudo foram analisados sete machos e três fêmeas.

## 7.2 - PRESENÇA DE POSSÍVEIS PARTÍCULAS PLÁSTICAS

Ugwu et al. (2021), a partir de uma revisão bibliográfica da presença de microplásticos na fauna marinha, analisaram 20 artigos sobre mamíferos marinhos, nos quais foram analisados conteúdo do trato gastrointestinal (TGI), estômago e fezes. Embora os impactos dos microplásticos em mamíferos marinhos ainda sejam pouco conhecidos, nos últimos anos houve um aumento no número de pesquisas sobre o tema (ZANTIS et al., 2021), entretanto até o momento da publicação deste estudo, não foram encontrados trabalhos sobre a presença de microplásticos em *Sotalia guianensis*. No Brasil, esforços de pesquisas foram voltados principalmente para identificar microplásticos em água e sedimentos (CASTRO et al., 2018), inclusive na Baía de Vitória (ES) (BAPTISTA-NETO et al., 2019).

Foram encontrados possíveis microplásticos em pelo menos um espécime de todas as espécies de cetáceos pesquisadas até o presente momento (ZANTIS et al., 2021). A identificação de possíveis partículas plásticas em *S. guianensis* ao longo da costa brasileira é importante para a conservação da espécie e também do ecossistema marinho, uma vez que ela é considerada sentinela da saúde dos oceanos devido à sua vulnerabilidade em relação à interação com pesca, à poluição e contaminantes de origem antropogênica e às doenças infecciosas causadas por patógenos emergentes (MOURA et al., 2014).

### **7.2.1 – Presença de microplásticos em presas de *Sotalia guianensis***

A escassez de estudos identificando microplásticos em presas de *S. guianensis* dificulta as análises sobre fontes de contaminação e tempo de permanência das partículas no cetáceo. Entretanto, a presença de partículas plásticas no TGI de *S. guianensis* parece estar associada à contaminação ou ingestão secundária, uma vez que a espécie é um predador topo de cadeia e que essas partículas são transferidas através da cadeia trófica (NELMS et al., 2018).

Peixes do gênero *Stellifer* (Sciaenidae) são uma das principais presas encontradas nas câmaras gástricas do boto-cinza no Banco dos Abrolhos (BA) (RODRIGUES et al., 2019). Uma das espécies do gênero, *Stellifer brasiliensis*, foi estudada em praias no estado da Paraíba onde foram encontradas partículas plásticas caracterizadas por tipo e cor enquanto o tamanho variou de 0,18 a 4,7 mm (AMORIM et al., 2020). *S. brasiliensis* é reconhecida como presa de *Trichiurus lepturus*, ambas presas de *S. guianensis*, o que sugere que esta possa ser uma das vias de contaminação do cetáceo, através da cadeia trófica a qual faz parte, embora não tenham sido encontradas investigações sobre esses poluentes na espécie no Brasil (AMORIM et al., 2020; RODRIGUES et al., 2019; WRIGHT et al., 2013). *Micropogonias furnieri* é outro peixe identificado como presa de *S. guianensis* no Brasil (CREMER et al., 2012) e foram encontradas partículas (NP=24, n=20) entre 0,2 mm e 5 mm em seu TGI na Argentina (ARIAS et al., 2019). Em Porto Seguro (BA) foram encontrados microplásticos em 41,5% dos espécimes de três espécies de peixes do gênero *Mugil* (NUNES et al., 2021), sendo duas delas consumidas pelo boto-cinza ao longo da costa brasileira (CREMER et al., 2012; TEIXEIRA et al., 2019). Espécies

como *M. curema* e *M. liza* alimentam-se de macroalgas e organismos bentônicos (GARCIA et al., 2018), mais susceptíveis à ingestão de microplásticos (BOERGER et al., 2010; BESSELING et al., 2015) e, por isso, podem ser uma fonte de ingestão secundária das partículas por parte dos botos-cinza. *Lolliguncula brevis* e *Doryteuthis plei* são cefalópodes encontrados na cavidade digestiva de *S. guianensis* no Brasil (CREMER et al., 2012; LOPES et al., 2012), entretanto não foram encontrados estudos relatando microplásticos nestas espécies.

Os padrões de distribuição de presas e de microplásticos disponíveis no ambiente mudam sazonalmente (BARLETTA et al., 2020), sendo importante conhecer as mudanças espaço-temporais que ocorrem no ecossistema ao qual *S. guianensis* está inserido. Neste estudo não foram avaliados períodos de seca e cheia, por exemplo, fatores que podem alterar na disponibilidade e na ingestão de microplástico pela fauna (BARLETTA et al., 2020).

### 7.3. – ABUNDÂNCIA E TIPOS DE PARTÍCULAS

Em tratos digestivos de odontocetos e mysticetos na Irlanda, Lusher et al. (2018) encontraram microplásticos em todos os espécimes (n=21) incluindo as espécies *Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba*, *Ziphius cavirostris*, *Phocoena phocoena*, *Orcinus orca* e *Tursiops truncatus*. Foram identificadas 500 fibras (83,6%) e 98 fragmentos (16,4%) de um total de 598 partículas (média de 88 partículas por indivíduo) (LUSHER et al., 2018). Em oito espécies de cetáceos (n=43) e pinípedes (n=3) da Inglaterra foram encontradas 261 possíveis partículas plásticas, das quais 229 eram fibras (84%) e 44 fragmentos (16%) (NELMS et al., 2019).

Ao analisarem estômagos de 35 *D. delphis* na região da Galícia, Espanha, Hernandez-Gonzalez et al. (2018) encontraram um total de 411 possíveis partículas plásticas, destas 397 eram fibras, 13 fragmentos e 1 esfera. No primeiro trabalho de identificação de microplásticos em cetáceo, na Irlanda, foram encontradas 59 partículas (89% eram fibras) no intestino de três baleias-bicudas-de-true (*Mesoplodon mirus*) (LUSHER et al., 2015). No golfinho-corcunda-indopacífico (*Sousa chinensis*) foram encontradas 77 partículas no intestino (n=3), das quais 68% foram identificadas

como microplásticos (70,3% eram fibras) (ZHU et al., 2019). Todos os espécimes de *Neophocaena asiaorientalis sunameri* (n=7) tinham microplásticos no trato intestinal, com abundância de 134 partículas, das quais 70,7% eram fibras e 13,4% fragmentos (XIONG et al., 2018). Em amostras de intestino, estômago e fezes de sete belugas (*Delphinapterus leucas*) foram estimados 678 microplásticos, 49% fibras e 51% fragmentos (MOORE et al., 2020), resultados que diferem em relação à abundância de fibras das demais espécies. Os estudos citados acima realizaram seções aleatórias do intestino para análise e fizeram cálculos para estimar a quantidade de partículas encontradas em todo o órgão, dificultando a comparação com os achados do presente estudo, no qual foram analisados intestinos inteiros e encontradas 2776 partículas em *S. guianensis*, sendo 1569 (56%) fibras, 1191 (43%) fragmentos e 16 (1%) esferas.

Embora no presente estudo o intestino inteiro tenha sido avaliado, é importante ressaltar que a abundância de microplásticos pode não estar distribuída igualmente ao longo do trato intestinal (LUSHER et al., 2018; MOORE et al., 2020), provavelmente devido às diferentes estruturas (ZHU et al., 2019), podendo ser realizadas futuras análises em diferentes porções do órgão.

Há uma predominância de microplásticos do tipo fibra na fauna marinha (67,3%) e, mais especificamente, nos mamíferos marinhos (72,7%) (UGWU et al., 2021), assim como observado no presente estudo (56%) e nos demais discutidos (LUSHER et al., 2015; HERNANDEZ-GONZALEZ et al., 2018; LUSHER et al., 2018; XIONG et al., 2018; ZHU et al., 2019; NELMS et al., 2019). A prevalência de partículas do tipo fibra pode estar relacionada à fonte de contaminação de água residual (HERNANDEZ et al., 2017; UGWU et al., 2021), aos microplásticos oriundos de linhas e redes de pesca (ANBUMANI e KAKKAR, 2018) e são as partículas de microplásticos mais encontradas no ambiente e na biota marinha (WRIGHT et al., 2013; KUTRALAM-MUNIASAMY et al., 2020). Em sedimento da Baía de Vitória, no Espírito Santo, 77% dos microplásticos encontrados corresponderam às fibras relacionadas a aparatos de pesca (BAPTISTA-NETO et al., 2019). A estrutura do intestino também pode estar relacionada à prevalência de fibras, uma vez que a mucosa pode funcionar como um receptor dessas partículas, principalmente na porção anterior, devido à maior presença de dobras (XIONG et al., 2018).

A presença de microplásticos de diferentes tipos ou formatos dão uma resposta prévia sobre as fontes de contaminação, uma vez que esferas são originárias de péletes de produção primária ou de cosméticos, fragmentos são resultado de fragmentação de sacolas e embalagens e fibras de lavagem de roupas e de artefatos de pesca (KUTRALAM-MUNIASAMY et al., 2020). Nos botos-cinzas do Espírito Santo analisados neste estudo, a fonte das esferas encontradas parece estar relacionada aos cosméticos de uso pessoal e não à péletes, devido ao tamanho médio encontrado ( $P < 0,5$ ).

#### 7.4 - CLASSES DE TAMANHO DE PARTÍCULAS

Espera-se que a proporção de resíduos sólidos maiores na fauna marinha seja menor que resíduos menores, devido à fragmentação que os materiais sofrem por radiação UV ou abrasão mecânica (GESAMP, 2019). Conhecer os tamanhos das partículas que afetam a fauna é importante porque a interação entre elas e os organismos varia de acordo com o tamanho, bem como o destino delas (KUTRALAM-MUNIASAMY et al., 2020). O tamanho médio de partículas no presente estudo foi de 2,49 mm, valor aproximado ao encontrado em *M. mirus* (2,16 mm) (LUSHER et al., 2015) e em *S. chinensis* (2,4 mm) (ZHU et al., 2019). A variação de tamanho de partículas encontradas neste estudo foi grande (0,101 mm a 8,364 mm) devido às diferentes classes de tamanhos identificadas. O tamanho médio de fibras em *D. delphis* foi de 2,11 mm enquanto o de fragmentos foi de 1,29 mm (HERNANDEZ-GONZALEZ, 2018), entretanto no presente estudo, a fim de facilitar a comparação de dados, os tamanhos de partículas não foram subdivididos nos tipos.

Em *N. a. sunameri* e *D. leucas* não foi apresentada a média de tamanho das partículas encontradas, embora no segundo as partículas mais frequentes tinham até 0,5 mm (XIONG et al., 2018; MOORE et al., 2020). Lusher et al. (2015) encontraram duas partículas maiores que 5 mm ( $P > 5$ ) no estômago principal e em uma das câmaras conectoras, com tamanho de 7,1 x 2,2 cm e 4,2 x 3,1 cm, respectivamente. Há a possibilidade de que os animais do presente estudo tivessem partículas maiores em seus estômagos, entretanto os órgãos ainda não puderam ser analisados devido

à questões logísticas. Ao contrário dos microplásticos, a ingestão de resíduos maiores é bem documentada para cetáceos (FOSSI et al., 2018; KÜHN e VAN FRENEKER, 2020) e por isso se fez necessário priorizar a análise dos possíveis microplásticos presentes em *S. guianensis*.

## 7.5 - CORES DE PARTÍCULAS

Identificar as cores pode ser subjetivo, dependendo do observador, da luz e do fundo utilizados durante a contagem (ZANTIS et al., 2021). Apenas cinco estudos identificaram as cores dos possíveis microplásticos encontrados em mamíferos marinhos (ZANTIS et al., 2021). Em *D. delphis* a cor mais frequente foi o azul (45,26%), seguido por preto (24,57%) e verde (15,58%) (HERNANDEZ-GONZALEZ et al., 2018), assim como nos mamíferos marinhos na Inglaterra a maior parte das partículas é azul (42,5%) e preto (26,4%) (NELMS et al., 2019). Nas seis espécies estudadas por Lusher et al. (2018) a cor predominante foi o azul, tanto para fibras (n=138, 27,6%) quanto para fragmentos (n= 175, 37,55%) e todas as cores identificadas por eles foram também identificadas no presente estudo em *S. guianensis*. A maioria das partículas encontradas por XIONG et al. (2018) em *N. a. sunameri* era azul, enquanto Zhu et al. (2019) obtiveram maior abundância de partículas brancas em *S. chinensis*, entretanto os dois estudos não expuseram as frequências de ocorrência de cada cor. No presente estudo 62,86% das partículas eram azuis, sendo predominante tanto para fibras (n=1051) quanto para fragmentos (n=670). Zantis et al. (2021) recomenda categorizar cores similares, como “verde” e “verde água”, em um mesmo grupo para futuras investigações.

Algumas partículas no presente estudo foram classificadas como multicoloridas (n=45) quando mais de uma cor foi identificada em um fragmento, ou emaranhado de fibras. Nos mamíferos marinhos da Inglaterra, 0,7% das partículas também foram classificadas como multicoloridas (NELMS et al., 2019), provavelmente proveniente da fragmentação de embalagens. Sugere-se que as partículas multicoloridas, em alguns casos, possam ter sido confundidas pelo observador com descoloridas, o que é um fator a ser melhor analisado para futuras investigações.

Partículas transparentes foram identificadas em peixes da América Latina (KUTRALAM-MUNIASAMY et al., 2020), assim como no presente estudo. A fragmentação de sacolas, copos e garrafas, amplamente utilizados pela sociedade e considerados plásticos de uso único, parecem contribuir consideravelmente com a contaminação por microplásticos transparentes na América Latina (KUTRALAM-MUNIASAMY et al., 2020).

Os pigmentos adicionados aos plásticos são fonte de contaminação por alguns elementos como cádmio e cromo (FILELLA e TURNER, 2018) e já foram encontrados altos níveis de PCBs em péletes descoloridos (ENDO et al., 2005), por isso a avaliação dessa característica é sugerida por Nelms et al. (2019). A descoloração ou amarelamento de partículas indica, junto com a erosão da superfície, um longo tempo de exposição ambiental (GESAMP, 2019). No presente estudo foram encontradas 369 (13,03%) partículas descoloridas, sendo a maioria das cores azul, vermelho e preto, em diferentes classes de tamanho. Outros trabalhos (LUSHER et al., 2015; XIONG et al., 2018; VAN FRENEKER et al., 2018; HERNANDEZ-GONZALEZ et al., 2018; ZHU et al., 2019; NELMS et al., 2019; MOORE et al., 2020) que investigaram microplásticos em cetáceos não levaram essa característica em consideração para análise.

## 7.6 – RELAÇÃO ENTRE ABUNDÂNCIA DE PARTÍCULAS E CT

Em pesquisas realizadas em *D. delphis*, assim como neste estudo, também não houve correlação entre o CT e a quantidade e o tamanho de partículas (HERNANDEZ-GONZALEZ et al., 2021). Nelms et al. (2019) ao analisarem mamíferos marinhos na Inglaterra, também não encontraram o comprimento total como um fator que influencia na carga de microplásticos.

A abundância de microplásticos pode estar associada à faixa etária, filhotes em período de lactação devem ingerir menor quantidade de partículas uma vez que a principal fonte de contaminação, através de presas, ainda não é acessível. Do mesmo modo, a ingestão pode depender da disponibilidade e do tamanho das presas ingeridas, além do quanto elas são afetadas pela poluição por microplásticos.

Os ambientes onde os cetáceos já foram estudados são bastante diferentes em relação às características oceanográficas e fontes de poluição, o que dificulta na comparação dos resultados. Por isso, são necessários cada vez mais estudos em diferentes espécies de cetáceos numa mesma região com o objetivo de traçar um panorama da contaminação desse grupo por microplásticos.

## 8 – CONCLUSÕES

- *Sotalia guinensis* é uma espécie vulnerável e afetada pela poluição de microplásticos;
- A ingestão de microplásticos por *S. guianensis* parece secundária, devido ao tamanho das partículas encontradas e ao comportamento alimentar da espécie.
- Como encontrado em outros cetáceos, *S. guianensis* apresenta predominância de fibras azuis, embora a espécie seja mais afetada pelos microplásticos uma vez que apresentou frequência de ocorrência de 100%.
- Apesar de não ter sido encontrada correlação entre o comprimento total de *S. guianensis* e a quantidade de partículas plásticas, são necessários estudos mais abrangentes com essa abordagem para obtenção de melhor resposta;
- Os esforços devem ser voltados para identificar os polímeros encontrados no trato gastrointestinal de *S. guianensis* para entender melhor as fontes e formas de poluição por microplásticos.

## 7 – REFERÊNCIAS

ALLEN, R., JARVIS, D., SAYER, S., MILLS, C. Entanglement of grey seals *Halichoerus grypus* at a haul out site in Cornwall, UK. **Marine Pollution Bulletin**. 64, 2815–2819. 2012.

AMORIM, A. L. A., RAMOS, J. A., e JÚNIOR, M. N. Ingestion of microplastic by ontogenetic phases of *Stellifer brasiliensis* (Perciformes, Sciaenidae) from the surf zone of tropical beaches. **Marine Pollution Bulletin**, 158, 111214. 2020.

ANBUMANI, S., e KAKKAR, P. Ecotoxicological effects of microplastics on biota: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, 25(15), 14373-14396. 2018.

ANDRADY, A. L. e NEAL, M. A. Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1977-1984. 2009.

ARIAS, A. H., RONDA, A. C., OLIVA, A. L., e MARCOVECCHIO, J. E. Evidence of microplastic ingestion by fish from the Bahía Blanca estuary in Argentina, South America. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, 102(6), 750-756. 2019.

AZEVEDO, A. F., LAILSON-BRITO, J., DORNELES, P. R., VAN SLUYS, M., CUNHA, H. A., e FRAGOSO, A. B. Human-induced injuries to marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Brazil. **Marine Biodiversity Records**, 2. 2009.

AZEVEDO, C.T.; LIMA, J.Y.; DE AZEVEDO, R.M.; NETO, E.B.S.; TAMY, W.P.; BARBOSA, L. A.; BRITO, J.L.; BOERE V. e DA SILVEIRA, L.S. Thoracic limb bone development in *Sotalia guianensis* (Van Beneden 1864) along the coastline of Espírito Santo, Brazil. **Journal of Mammalogy**, 96(3):541–551. 2015.

BANERJEE, B. The Effect of Plastic Pollution on Aquatic Life. **Malaysian Journal of Medical Research (MJMR)**, 1(3), 43-45. 2017.

BAPTISTA-NETO, J. A.; GAYLARDE, C.; BEECH, I.; BASTOS, A. C.; QUARESMA, V. S. e CARVALHO, D. G. Microplastics and attached microorganisms in sediments of Vitória bay estuarine system in SE Brazil. **Ocean and Coastal Management**, 169, 247-253. 2019.

BARLETTA, M., COSTA, M. F., e DANTAS, D. V. Ecology of microplastics contamination within food webs of estuarine and coastal ecosystems. **MethodsX**, 7, 100861. 2020.

BARNES, D. K., GALGANI, F., THOMPSON, R. C., & BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical transactions of the royal society B: **biological sciences***, 364(1526), 1985-1998. 2009.

BAULCH, S.; PERRY, C. A sea of plastic: Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. **Mar. Pollut. Bull.** 80(1), 210-221. 2014.

BERTA, A.; SUMICH, J. L.; e KOVACS, K. M. *Marine mammals: evolutionary biology.* **Elsevier.** 2005.

BESSELING, E., FOEKEMA, E. M., VAN FRANEKER, J. A., LEOPOLD, M. F., KÜHN, S., REBOLLEDO, E. B., KAMMINGA, P. e KOELMANS, A. A. Microplastic in a macro filter feeder: humpback whale *Megaptera novaeangliae*. **Marine pollution bulletin**, 95(1), 248-252. 2015.

BOERGER, C. M., LATTIN, G. L., MOORE, S. L., e MOORE, C. J. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. **Marine pollution bulletin**, 60(12), 2275-2278. 2010.

BRASIL. Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 326, de 3 de dezembro de 2019. Estabelece a lista positiva de aditivos destinados à elaboração de materiais plásticos e revestimentos poliméricos em contato com alimentos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. 4 dez 2019; Seção 1:95.

CARDONA, L. Non-competitive coexistence between Mediterranean grey mullet: Evidence from seasonal changes in food availability, niche breadth and trophic overlap. **Journal of Fish Biology**, 59(3), 729-744. 2001.

CARVALHO, A. e GALEANO, E. Heterogeneidade estrutural na produtividade do trabalho e da indústria do Espírito Santo. **Multi-Science Research**. 1(1). 2018.

CASTRO, R. O., DA SILVA, M. L., e DE ARAÚJO, F. V. Review on microplastic studies in Brazilian aquatic ecosystems. **Ocean & Coastal Management**, 165, 385-400. 2018.

CAVE, A. J. E. The Vaterian ampulla of certain cetaceans. **Invest. Cetacea** 14, 131–147. 1982.

COZZI, B.; HUGGENBERGER, S.; e OELSCHLÄGER, H.A. Anatomy of Dolphins: Insights Into Body Structure and Function. **Academic Press**. 2017.

CREMER, M. J., PINHEIRO, P. C., e SIMÕES-LOPES, P. C. Prey consumed by Guiana dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) and franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine environment in southern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, 102, 131-137. 2012.

DAURA-JORGE, F. G.; WEDEKIN, L. L. e SIMÕES-LOPES, P. C. Feeding habits of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Norte Bay, southern Brazil. **Scientia Marina**, 75, 163–169. 2011.

DE CARVALHO, A. P. M.; LIMA, J. Y.; AZEVEDO, C. T.; BOTTA, S.; QUEIROZ, F. F. D.; CAMPOS, A. S.; BARBOSA, L. A. e SILVEIRA, L. S. D. Ossification pattern of estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) forelimbs, from the coast of the state of Espírito Santo, Brazil. **PloS one**, 10(5), e0127435. 2015.

DE STEPHANIS, R.; GIMENEZ, J.; CARPINELLI, E.; GUTIERREZ-EXPOSITO, C.; CANADAS, A. As main meal for sperm whales: Plastics debris. **Mar. Pollut. Bull.** 69(1), 206-214. 2013.

DERRAIK, J. G. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine pollution bulletin** 44(9), 842-852. 2002.

DI BENEDITTO, A. P. M. Guia para estudo de cetáceos (Vol. 1). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, Laboratório de Ciências Ambientais. 2004.

DI BENEDITTO, A. P. M., e RAMOS, R. M. A. Marine debris ingestion by coastal dolphins: what drives differences between sympatric species? **Marine pollution bulletin**, 83(1), 298-301. 2014.

DOTA, E. M. e FERREIRA, F. C. Evidence of the metropolization of space in the 21st Century: elements for the identification and delimitation of the phenomenon. **Cadernos Metr pole**. 22(49), p. 893-912, 2020.

EISFELD-PIERANTONIO, S. M.; PIERANTONIO, N. e SIMMONDS, M. P. The impact of marine debris on cetaceans with consideration of plastics generated by the COVID-19 pandemic. **Environmental Pollution**, 118967. 2022.

ENDO, S.; TAKIZAWA, R.; OKUDA, K.; TAKADA, H.; CHIBA, K.; KANEHIRO, H.; OGI, H.; YAMASHITA, R. e DATE, T. Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: variability among individual particles and regional differences. **Marine Pollution Bulletin**, 50: 1103-1114. 2005.

FILELLA, M. e TURNER, A. Observational study unveils the extensive presence of hazardous elements in beached plastics from Lake Geneva. **Frontiers in Environmental Science**, 6: 1. 2018.

FREITAS NETTO, R., e DI BENEDITTO, A. P. M. Interactions between fisheries and cetaceans in Esp rito Santo State coast, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zootec ncias**, 10(1). 2008.

FLORES, P. A.; DA SILVA, V. M. e FETTUCCIA, D. D. C. Tucuxi and Guiana Dolphins: *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. In: Encyclopedia of marine mammals (pp. 1024-1027). **Academic Press**. 2018

FOSSI, M. C., BAINI, M., PANTI, C., & BAULCH, S. Impacts of marine litter on cetaceans: a focus on plastic pollution. In Marine Mammal Ecotoxicology (pp. 147-184). **Academic Press**. 2018.

FREITAS NETTO R. Levantamento das artes de pesca no litoral do estado do Espírito Santo e suas interações com cetáceos. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos Dos Goytacazes. 2003.

GARCIA, A. F. S.; GARCIA, A. M.; VOLLRATH, S. R.; SCHNECK, F.; SILVA, C. F. M.; MARCHETTI, Í. J. E VIEIRA, J. P. Spatial diet overlap and food resource in two congeneric mullet species revealed by stable isotopes and stomach content analyses. **Community Ecology**, 19(2), 116-124. 2018.

GERMANOV, E. S., MARSHALL, A. D., BEJDER, L., FOSSI, M. C., & LONERAGAN, N. R. Microplastics: no small problem for filter-feeding megafauna. **Trends in ecology & evolution**. 33(4), 227-232. 2018.

GESAMP. Guidelines or the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean (Kershaw P.J., Turra A. e Galgani F. editors), (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). **Rep. Stud. GESAMP** No. 99, 130p. 2019.

GREGORY, M.R. Plastic “scrubbers” in hand cleanser: A further (and minor) source of marine pollution identified. **Mar. Pollut. Bull.** 32(12), 867-811. 1996.

GUIMARÃES, J. P.; DE BRITTO MARI, R.; MARIGO, J.; ROSAS, F. C. W. e WATANABE, I. S. Light and scanning electron microscopic study of the tongue in the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis* van Bénédén, 1864). **Zoological science**, 28(8), 617-622.

HAIMOVICI, M. A. e FISCHER, L. G. A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: Levantamento de dados e Avaliação Crítica. - Brasília: MMA/SMCQA. 330 p. ISBN 978-85-7738-083-1. 2007.

HARRISON, R. J.; JOHNSON, F. R. e YOUNG, B. A. The oesophagus and stomach of dolphins (*Tursiops*, *Delphinus*, *Stenella*). **Journal of Zoology**, 160(3), 377-390. 1970.

HERMSEN, E., MINTENIG, S. M., BESSELING, E., e KOELMANS, A. A. Quality criteria for the analysis of microplastic in biota samples: a critical review. **Environmental science & technology**, 52(18), 10230-10240. 2018.

HERNANDEZ, E., NOWACK, B. e MITRANO, D. M. Polyester textiles as a source of microplastics from households: a mechanistic study to understand microfiber release during washing. **Environmental science & technology**, 51(12), 7036-7046. 2017.

HERNANDEZ-GONZALEZ, A., SAAVEDRA, C., GAGO, J., COVELO, P., SANTOS, M. B., e PIERCE, G. J. Microplastics in the stomach contents of common dolphin (*Delphinus delphis*) stranded on the Galician coasts (NW Spain, 2005–2010). **Marine Pollution Bulletin**, 137, 526-532. 2018.

HIDALGO-RUZ, V.; GUTOW, L.; THOMPSON, R. C. e THIEL, M. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. **Environmental science & technology**, 46(6), 3060-3075. 2012.

IBAMA, INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Protocolo de conduta para encalhes de mamíferos aquáticos: Rede de Encalhes de Mamíferos Aquáticos do Nordeste. 2005.

IBGE. Censo agropecuário. <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/panorama>> Acesso em 22 de junho de 2021. 2017.

IBGE. Censo demográfico. <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/pesquisa/24/0> 2017> Acesso em 22 de janeiro de 2021. 2020.

ICMBIO. Atualização da Lista Oficial de Espécies Ameaçadas da Fauna Brasileira Disponível em: < <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/destaques-e-eventos/704-atualizacao-da-lista-oficial-das-especies-ameacadas-de-extincao.html>> Acesso em 16 de junho de 2022. 2022.

ISANGEDIGHI, I. A.; DAVID, G. S. e OBOT, O. I. Plastic waste in the aquatic environment: impacts and management. In: Analysis of nanoplastics and microplastics in food (pp. 15-43). **CRC Press**. 2018.

IUCN A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas. Versão 2018. Disponível em: < [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) >. Acesso em: 20 de setembro de 2021. 2018.

JAMBECK, J. R., GEYER, R., WILCOX, C., SIEGLER, T. R., PERRYMAN, M., ANDRADY, A., NARAYAN, R. & Law, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, 347(6223), 768-771. 2015.

JOHNSON, F. R. e HARRISON, R. J. Ultrastructural characteristics of the dolphin stomach. **J. Anat.** 104, 173–174. 1969.

KASTELEIN, R. A. e DUBBELDAM, J. L. MARGINAL papillae on the tongue of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*), bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and Commerson's dolphin (*Cephalorhynchus commersonii*). **Aquatic Mammals**, 15(4), 158-170.

KATSANEVAKIS, S. Marine debris, a growing problem: sources, distribution, composition and impact. In: Marine Pollution. New Research. **Nova Science Publishers**, pp. 53–100. 2008.

KÜHN, S., e VAN FRANEKER, J. A. Quantitative overview of marine debris ingested by marine megafauna. **Marine Pollution Bulletin**, 151, 110858. 2020.

KUIKEN, T. e HARTMANN, M. G. Dissection techniques and tissue sampling. Proceedings of the first European Cetacean Society workshop on cetacean pathology. Leiden, the Netherlands: **European Cetacean Society Newsletter** N<sup>o</sup>. 17, Special issue 39. 1991.

KUTRALAM-MUNIASAMY, G., PÉREZ-GUEVARA, F., ELIZALDE-MARTÍNEZ, I., e SHRUTI, V. C. Review of current trends, advances and analytical challenges for microplastics contamination in Latin America. **Environmental pollution**, 267, 115463. 2020.

LAIST, D.W. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), *Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions*. **Springer Series on Environmental Management, Springer-Verlag**, New York, pp. 99–139. 1997.

LI, H. H.; CARLSON, E. M.; CHUA, J. P. e BELCHER, S. M. Bisphenol A is released from polycarbonate drinking bottles and mimics the neurotoxic actions of estrogen in developing cerebellar neurons. **Toxicology letters**, 176(2), 149-156. 2008.

LEGAT, L. N. A. e LAILSON-BRITO, J. O MERCÚRIO EM CETÁCEOS (MAMMALIA, CETACEA): UMA REVISÃO. **Oecologia australis**, 14(4), 1021-1035. 2010.

LI, J.; QU, X.; SU, L.; ZHANG, W.; YANG, D.; KOLANDHASAMY, P.; LI, D. e SHI, H. Microplastics in mussels along the coastal waters of China. **Environmental pollution**, 214, 177-184. 2016.

LIMA, J. Y., CARVALHO, A. P. M., AZEVEDO, C. T., BARBOSA, L. A., e SILVEIRA, L. S. Variation of age and total length in *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864)(Cetacea, Delphinidae), on the coast of Espírito Santo state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 77, 437-443. 2016.

LODI, L. e BOROBIA, M. Baleias, botos e golfinhos do Brasil. Guia de Identificação. **Technical Books Editora**. Rio de Janeiro. 2013.

LOPES, X. M., DA SILVA, E., BASSOI, M., DOS SANTOS, R. A., e DE OLIVEIRA SANTOS, M. C. Feeding habits of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, from south-eastern Brazil: new items and a knowledge review. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 92(8), 1723-1733. 2012.

LUSHER, A. L., HERNANDEZ-MILIAN, G., BERROW, S., ROGAN, E., e O'CONNOR, I. Incidence of marine debris in cetaceans stranded and bycaught in Ireland: Recent findings and a review of historical knowledge. **Environmental Pollution**, 232, 467-476. 2018.

LUSHER, A. L.; HERNANDEZ-MILIAN, G.; O'BRIEN, J.; BERROW, S.; O'CONNOR, I. e OFFICER, R. Microplastic and macroplastic ingestion by a deep diving, oceanic cetacean: the True's beaked whale *Mesoplodon mirus*. **Environmental Pollution**, 199, 185-191. 2015.

LUSHER, A. L.; WELDEN, N. A.; SOBRAL, P. E COLE, M. Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. **Analytical Methods**, 9, 1346-1360. 2018.

MATHALON, A., e HILL, P. Microplastic fibers in the intertidal ecosystem surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. **Marine pollution bulletin**, 81(1), 69-79. 2014.

MAYORGA, L. F. S., VANSTREELS, R. E., BHERING, R. C., MAMEDE, N., COSTA, L. M., PINHEIRO, F. C., REIS, L. W. D., TRAZZI, A., MEIRELLES, W. L. C., RIBEIRO, A. L. e SICILIANO, S. Strandings of cetaceans on the Espírito Santo coast, southeast Brazil, 1975–2015. **ZooKeys**, 948, 129. 2020.

MCCAULEY S. J. e BJORN DAL K. A. Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. **Conserv Biol** 13:925–929. 1999.

MEAZA, I., TOYODA, J. H., e WISE SR, J. P. Microplastics in sea turtles, marine mammals and humans: a one environmental health perspective. **Frontiers in environmental science**, 298. 2021.

MEIRELLES, A. D., RIBEIRO, A. C., SILVA, C. P. N., e SOARES-FILHO, A. A. Records of Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in the state of Ceará, northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, 97-102. 2010.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, L. R. e REIS, S.F. Skull shape and size divergence in dolphins of the genus *Sotalia*: a tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, 83(1):125-134. 2002.

MOORE, M.J., ANDREWS, R., AUSTIN, T., BAILEY, J., COSTIDIS, A., GEORGE, C., JACKSON, K., PITCHFORD, T., LANDRY, S., LIGON, A., MCLELLAN, W., MORIN, D., SMITH, J., ROTSTEIN, D., ROWLES, T., SLAY, C., WALSH, M. Rope trauma, sedation, disentanglement, and monitoring-tag associated lesions in a terminally entangled North Atlantic right whale (*Eubalaena glacialis*). **Marine Mammal Science**. 29, E98–E113. 2013.

MOORE, R. C., LOSETO, L., NOEL, M., ETEMADIFAR, A., BREWSTER, J. D., MACPHEE, S., BENDELL, L. e ROSS, P. S. Microplastics in beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the Eastern Beaufort Sea. **Marine Pollution Bulletin**, 150, 110723. 2020.

MOURA, J. F. D., HAUSER-DAVIS, R. A., LEMOS, L., EMIN-LIMA, R., & SICILIANO, S. Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) as marine ecosystem sentinels: ecotoxicology and emerging diseases. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology** Volume 228, 1-29. 2014.

NERY, M. F., ESPÉCIE, M. D. A., e SIMÃO, S. M. Marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) injuries as a possible indicator of fisheries interaction in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 56, 313-316. 2008.

NELMS, S. E., BARNETT, J., BROWNLOW, A., DAVISON, N. J., DEAVILLE, R., GALLOWAY, T. S., LINDEQUE, P. K.; SANTILLHO e D. GODLEY, B. J. Microplastics in marine mammals stranded around the British coast: ubiquitous but transitory? **Scientific Reports**, 9(1), 1-8. 2019.

NELMS, S. E., GALLOWAY, T. S., GODLEY, B. J., JARVIS, D. S., e LINDEQUE, P. K. Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. **Environmental pollution**, 238, 999-1007. 2018.

NORRIS, K. S. Committee on Marine Mammals American Society of Mammalogists. Standardized methods for measuring and recording data on the smaller cetaceans. **Journal of Mammalogy**. 42(4), 471-476.1961.

NUNES, L. S., SILVA, A. G., ESPÍNOLA, L. A., BLETTLER, M., e SIMÕES, N. R. Intake of microplastics by commercial fish: a Bayesian approach. **Environmental Monitoring and Assessment**, 193(7), 1-15. 2021.

OMS. World Health Organization. Antimony in drinking-water opinion. <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/chemicals/antimony.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/chemicals/antimony.pdf)> Acesso em 10 de janeiro de 2021. 2003.

PRATA, J. C., DA COSTA, J. P., LOPES, I., DUARTE, A. C., e ROCHA-SANTOS, T. Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. **Science of the total environment**, 702, 134455. 2020.

PROCTER, J., HOPKINS, F. E., FILEMAN, E. S., e LINDEQUE, P. K. Smells good enough to eat: Dimethyl sulfide (DMS) enhances copepod ingestion of microplastics. **Marine pollution bulletin**, 138, 1-6. 2019.

PLASTICEUROPE. Plastics-The facts 2019: a analysis of European plastics production. Demand and Waste Data, 1–42. Disponível em: <<https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2019-Plastics-the-facts.pdf>> Acesso em 10 de junho de 2022. 2019.

RAMOS, R. M. A.; DI BENEDITTO, A. P. M.; e LIMA, N. R. W. Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil. **Aquatic Mammals**, 26(1),65-75. 2000a.

RAMOS, R.M.A.; DI BENEDITTO, A.P.M. e LIMA, N.R.W. Relationship between dental morphology, sex, body length and age in *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**. 60(2), 283-290. 2000b.

REVEL, M., CHÂTEL, A., e MOUNEYRAC, C. Micro(nano)plastics: A threat to human health?.**Current Opinion in Environmental Science & Health**, 1, 17-23. 2018.

ROCHMAN, C. M., KUROBE, T., FLORES, I., & TEH, S. J. Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment. **Science of the total environment**, 493, 656-661. 2014.

RODRIGUES, V. L. A.; WEDEKIN, L. L.; MARCONDES, M. C. C.; BARBOSA, L., e FARRO, A. P. C. Diet and foraging opportunism of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in the Abrolhos Bank, Brazil. **Marine Mammal Science**, 36(2), 436-450. 2019.

ROSAS, F.C.W. & A. BARRETO. Reprodução e Crescimento In: Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza. **Eds. E.L.A. Monteiro-Filho & K.D.K. Monteiro.** Capítulo 5. 2002.

ROSAS, F.C.W.; BARRETO, A.S. e MONTEIRO-FILHO, E.L.D.A. Age and growth of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) (Cetacea, Delphinidae) on the Paraná coast, southern Brazil. **Fishery Bulletin**, 101(2):377-383. 2003.

ROSSI-SANTOS, M.R.; WEDEKIN, L.L. e MONTEIRO-FILHO, E.L. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), 207-212. 2007.

RYAN, P. G. Ingestion of plastics by marine organisms. In: Hazardous chemicals associated with plastics in the marine environment. **Springer, Cham.** (pp. 235-266). 2016.

SAVOCA, M. S., TYSON, C. W., MCGILL, M., e SLAGER, C. J. Odours from marine plastic debris induce food search behaviours in a forage fish. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1860), 20171000. 2017.

SECCHI, E.R.; ZARXUR, S. Plastic debris ingested by a blain Ville"s beaked whale, *Mesoplodon densirostris* washed ashore in Brazil. *Aquat. Mammal.* 25(1), 21-24. 1999.

SETÄLÄ, O., FLEMING-LEHTINEN, V., & LEHTINIEMI, M. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental pollution*, 185, 77-83. 2014.

SIMPSON, J. G. e GARDNER, M. B. Comparative microscopic anatomy of selected marine mammals. In: Ridgway, S.H. (Ed.), *Mammals of the Sea. Biology and Medicine*. Charles C. Thomas, Springfield, IL, pp. 298–418. 1972.

STAMPER, M.A., SPICER, C. W., NEIFFER, D. L., MATHEWS, K. S. & FLEMING, G. J. Morbidity in a juvenile green sea turtle (*Chelonia mydas*) due to ocean-borne plastic. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 40(1), pp 196-198. 2009.

TEIXEIRA, C. R.; BOTTA, S.; DAURA-JORGE, F. G.; PEREIRA, L. B.; NEWSOME, S. D. e SIMÕES-LOPES, P. C. Niche overlap and diet composition of three sympatric coastal dolphin species in the southwest Atlantic Ocean. *Marine Mammal Science*, 37(1), 111-126. 2019.

THOMPSON, R. C.; MOORE, C. J.; VOM SAAL, F. S. e SWAN, S. H. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 364(1526), 2153-2166. 2009.

UGWU, K., HERRERA, A., & GÓMEZ, M. Microplastics in marine biota: A review. **Marine pollution bulletin**, 169, 112540. 2021.

VAN FRANEKER, J. A., REBOLLEDO, E. L. B., HESSE, E., IJSSELDIJK, L. L., KÜHN, S., LEOPOLD, M., & MIELKE, L. Plastic ingestion by harbour porpoises *Phocoena phocoena* in the Netherlands: Establishing a standardised method. **Ambio**, 47(4), 387-397. 2018.

WEDEKIN, L. L.; DAURA-JORGE, F. G.; PIACENTINI, V. Q. e SIMÕES-LOPES, P. C. Seasonal variations in spatial usage by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (van Bénéden, 1864) (Cetacea; Delphinidae) at its southern limit of distribution. **Braz. J. Biol.** 67(1), 1-8. 2007.

WORM, B., LOTZE, H. K., JUBINVILLE, I., WILCOX, C., & JAMBECK, J. Plastic as a persistent marine pollutant. *Annual Review of Environment and Resources*, 42(1), 1-26. 2017.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C. e GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental pollution**. 178, 483-492. 2013.

XIONG, X., CHEN, X., ZHANG, K., MEI, Z., HAO, Y., ZHENG, J., WU, C., WANG K., RUAN, Y., LAM, P. K. S. & WANG, D. Microplastics in the intestinal tracts of East Asian finless porpoises (*Neophocaena asiaeorientalis sunameri*) from Yellow Sea and Bohai Sea of China. **Marine pollution bulletin**, 136, 55-60. 2018.

ZANTIS, L. J., CARROLL, E. L., NELMS, S. E., e BOSKER, T. Marine mammals and microplastics: A systematic review and call for standardisation. **Environmental Pollution**, 269, 116142. 2021.

ZAPPES, C. A., ANDRIOLO, A., SILVA, F. O., & DE ARAÚJO MONTEIRO-FILHO, E. L. Potential conflicts between fishermen and *Sotalia guianensis* (van Bénéden, 1864)(Cetacea, Delphinidae) in Brazil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, 9(4), 208-214. 2009,

ZHU, J., YU, X., ZHANG, Q., LI, Y., TAN, S., LI, D., YANG, Z. & WANG, J. Cetaceans and microplastics: First report of microplastic ingestion by a coastal delphinid, *Sousa chinensis*. **Science of The Total Environment**, 659, 649-654. 2019.

## APÊNDICE A

ID	ACHADOS HISTOPATOLÓGICOS	CAUSA DA MORTE
SOT 380	<p>Pulmão esquerdo: Apesar de avançado processo de autólise pode-se observar resquícios de células inflamatórias, enfisema, atelectasia e edema;</p> <p>Pulmão direito: Apesar de avançado processo de autólise pode-se observar resquícios de células inflamatórias, enfisema, atelectasia, foco de mineralização e edema;</p> <p>Fígado: Autólise, focos de esteatose;</p> <p>Rim esquerdo: Autólise avançada, com focos de mineralização;</p> <p>Rim direito: Autólise avançada;</p> <p>Baço: Autólise avançada;</p> <p>Músculo: Autólise avançada impossibilitando análise;</p> <p>Pele: Autólise, músculo e gordura;</p> <p>Tecido adiposo: Pele, músculo e gordura com ausência de epiderme.</p>	<p>Causa da morte indeterminada, devido ao estado de decomposição da carcaça e à autólise nos tecidos ao serem analisados no microscópio após histotécnica.</p>
SOT 387	<p>Fígado: Avançado estágio de autólise, sem maiores observações;</p> <p>Músculo: Autólise, com células amorfas;</p> <p>Rim esquerdo: Apesar de autólise, possível observar mineralização na região medular;</p> <p>Rim direito: Apesar de autólise avançada, possível observar mineralização na região medular;</p> <p>Tecido adiposo: Autólise, sem maiores alterações visíveis;</p> <p>Pele: Ausência de epiderme, tecido adiposo em avançado estágio de autólise;</p> <p>Pulmão esquerdo: Apesar de autólise, possível observar enfisema, atelectasia, edema, espessamento de septo e resquício de células inflamatórias de um processo difuso;</p> <p>Pulmão direito: Autólise, focos de mineralização, focos com resquício de células inflamatórias, enfisema, atelectasia, espessamento de septo e leve mineralização das cartilagens dos bronquíolos;</p> <p>Nódulo no pulmão esquerdo: Autólise avançada, focos com resquícios de células inflamatórias;</p> <p>Nódulo no pulmão esquerdo em coloração especial (ZN): Avançada autólise</p>	<p>Animal não apresentava terço médio (distal) do corpo, amputação causada por ação antrópica. Apresentava evidência forte de emalhe, com marcas no rosto, melão, nadadeiras e próximo à região de amputação. Óbito atribuído à captrua acidental em rede de pesca, trauma causado e asfixia, de acordo com achados necroscópicos e histopatológicos.</p>

SOT 389	<p>Fígado: Esteatose, processo inflamatório moderado crônico difuso, edema e proliferação de tecido conjuntivo perivascular;  Músculo: Autólise e alteração compatível com atrofia muscular;  Rim esquerdo: Processo inflamatório moderado crônico e difuso nas regiões cortical e medular;  Rim direito: Processo inflamatório moderado crônico e difuso nas regiões cortical e medular;  Tecido adiposo: Tecido adiposo e músculo, sem alterações;  Pele: Sem alterações;  Pulmão esquerdo: Enfisema, atelectasia, espessamento de septo, processo inflamatório crônico difuso moderado;  Pulmão direito: Enfisema, atelectasia, espessamento de septo, processo inflamatório crônico difuso moderado com focos mais acentuados e edema;  Baço: Autólise, vários pequenos focos de mineralização.</p>	<p>Animal apresentava cortes lineares em todo corpo e na nadadeira caudal havia marca de filamento de, provavelmente, artefato de pesca. Presença de parasitos na "superfície" (revestimento) do estômago. Diagnóstico de causa morte: asfixia causada por emalhe em artefato de pesca.</p>
SOT 394	<p>Músculo: Autólise, sem maiores observações;  Tecido adiposo: Sem alterações;  Pele: Autólise, ausência de estrato córneo e sutil processo inflamatório entre epiderme e derme;  Rim esquerdo: Leve congestão mais evidenciada em região cortiço-medular, onde também foi observado processo inflamatório leve e difuso;  Rim direito: Autólise, possível observar processo inflamatório leve e difuso e congestão;  Pulmão esquerdo: Graves enfisema, atelectasia e espessamento de septo, processo inflamatório moderado e difuso (pneumonia difusa), leve congestão e hipertrofia de parede muscular de alguns vasos (compatível com insuficiência cardíaca);  Pulmão direito: Graves enfisema, atelectasia e espessamento de septo. Processo inflamatório moderado e difuso (pneumonia difusa), leve congestão e hipertrofia de parede muscular de alguns vasos (compatível com insuficiência cardíaca);  Fígado: Autólise, possível observar edema, leves focos de esteatose e processo inflamatório leve e difuso, alguns focos de cirrose perivascular (compatível com insuficiência cardíaca);  Baço: Autólise, sem mais observações;  Lesão em nadadeira: Fragmento de linfonodo com congestão e um foco hemorrágico, processo inflamatório e outro fragmento com processo inflamatório em um abscesso encapsulado.</p>	<p>Causa da morte associada ao emalhe. Através do exame histopatológico é possível observar um distúrbio circulatório que pode ter levado o animal à debilidade.</p>

SOT 397	<p>Músculo: Início de autólise, sem mais observações;  Tecido adiposo: Início de autólise, sem mais observações;  Pele: Ausência de epiderme;  Rim esquerdo: Autólise, com células amorfas impossibilitando análise;  Rim direito: Autólise, porém possível observar focos de mineralização;  Pulmão esquerdo: Apesar de autólise, possível observar grave atelectasia, edema, enfisema e resquícios de processo inflamatório moderado difuso;  Pulmão direito: Autólise, enfisema, atelectasia, edema, espessamento de septo e resquícios de células inflamatórias difusas com alguns focos;  Fígado: Autólise, possível observar esteatose;  Baço: Autólise impossibilitando análise;  Testículo: Autólise, células amorfas impossibilitando análise.</p>	<p>Causa da morte associada ao emalhe.</p>
SOT 398	<p>Fígado: Autólise avançada impossibilitando análise.  Tecido adiposo: Sem alterações.  Rim esquerdo: Autólise avançada impossibilitando análise.  Rim direito: Autólise avançada impossibilitando análise.  Pulmão esquerdo: Autólise, enfisema, edema, atelectasia, espessamento de septo, resquícios de células inflamatórias difusas e moderadas.  Pulmão direito: Autólise, enfisema, edema, atelectasia, espessamento de septo, resquícios de células inflamatórias difusas e moderadas.  Músculo: Autólise, sem mais observações.  Pele: Autólise, ausência de estrato córneo e epiderme.  Baço: Autólise impossibilitando análise.</p>	<p>Causa da morte relacionada à captura acidental em rede de pesca, embora não houvesse marcas de interação antrópica na carcaça.  Apesar da autólise, achados histopatológicos no pulmão como enfisema, edema, atelectasia e espessamento de septo são compatíveis com asfixia causada pelo emalhe.</p>

SOT 399	<p>Fígado: Autólise, sem mais alterações.  Tecido adiposo: Autólise, sem maiores observações.  Rim esquerdo: Autólise, possível observar resquícios de processo inflamatório moderado e presença de edema.  Rim direito: Autólise, possível observar resquícios de processo inflamatório moderado mais acentuado na região medular.  Pulmão esquerdo: Autólise, ainda possível observar edema, enfisema, atelectasia e proliferação de células inflamatórias.  Pulmão direito: Autólise, ainda possível observar edema, enfisema, atelectasia, proliferação de células inflamatórias de forma difusa acentuada e multifocal e congestão.  Músculo: Autólise, com células amorfas, impossibilitando análise.  Pele: Autólise, sem maiores observações.  Baço: Autólise, sem maiores observações.</p>	<p>Devido ao estado de decomposição da carcaça e à autólise encontrada nos exames histopatológicos, não foi possível determinar a causa da morte.</p>
SOT 402	<p>Fígado: Autólise, porém ainda possível observar esteatose.  Tecido adiposo: Autólise, sem mais observações.  Rim esquerdo: Autólise, possível observar leve resquício de células inflamatórias organizadas de forma difusa.  Rim direito: Autólise, sem mais observações.  Pulmão esquerdo: Autólise, enfisema, atelectasia, edema, espessamento de septo, congestão leve e resquícios de células inflamatórias difusas.  Pulmão direito: Autólise, enfisema, atelectasia, edema, espessamento de septo, congestão leve e resquícios de células inflamatórias difusas.  Músculo: Sem alterações.  Pele: Autólise, sem mais observações.  Baço: Autólise, sem mais observações.</p>	<p>Carcaça apresentava marca de emalhe da nadadeira peitoral esquerda até o dorso. Causa da morte atribuída à captura acidental em rede de pesca, o que corrobora com achados histopatológicos de alterações como enfisema, edema, congestão e atelectasia, presentes nos pulmões.</p>

SOT 403	<p>Fígado: Autólise avançada impossibilitando análise.  Tecido adiposo: Autólise, sem mais observações.  Rim esquerdo: Autólise avançada impossibilitando análise.  Rim direito: Autólise avançada impossibilitando análise.  Pulmão esquerdo: Autólise, enfisema, atelectasia, foco com resquício de mineralização, atelectasia, edema e espessamento de septo.  Pulmão direito: Autólise, enfisema, atelectasia, atelectasia, edema, espessamento de septo e focos com resquícios de células inflamatórias.  Músculo: Autólise, sem mais observações.  Pele: Autólise, sem mais observações.  Baço: Autólise impossibilitando análise.</p>	<p>O exame necroscópico foi comprometido devido ao estado de decomposição da carcaça, assim como o histopatológico, no qual os achados foram, em sua maioria, de autólise. Devido a isto a causa da morte não pode ser determinada.</p>
SOT 405	<p>Fígado: Autólise avançada impossibilitando análise.  Tecido adiposo: Autólise, sem mais observações.  Rim esquerdo: Autólise avançada impossibilitando análise.  Rim direito: Autólise avançada impossibilitando análise.  Pulmão esquerdo: Autólise, ainda possível observar enfisema, atelectasia, espessamento de septo, resquícios de processo inflamatório difuso e focos de mineralização.  Pulmão direito: Autólise, ainda possível observar enfisema, atelectasia, espessamento de septo, resquícios de processo inflamatório difuso e focos de mineralização.  Músculo: Autólise, sem mais observações.  Pele: Autólise, ausência de estrato córneo.  Baço: Autólise impossibilitando análise.</p>	<p>O exame necroscópico foi comprometido devido ao estado de decomposição da carcaça, assim como o histopatológico, no qual os achados foram, em sua maioria, de autólise. Devido a isto a causa da morte não pode ser determinada.</p>

## APÊNDICE B

	P<0,5				0,5<P<1				1<P<5				P>5			
	MÉDIA (mm)	SD	MIN	MÁX	MÉDIA (mm)	SD	MIN	MÁX	MÉDIA (mm)	SD	MIN	MÁX	MÉDIA (mm)	SD	MIN	MÁX
SOT 380	0,177	0,125	0,017	0,485	0,733	0,126	0,512	0,980	2,121	0,734	1,009	4,99	5,766	0,505	5,075	6,711
SOT 387	0,136	0,092	0,006	0,497	0,711	0,121	0,511	0,986	2,174	0,744	1,025	4,84	6,437	0,801	5,163	9,27
SOT 389	0,151	0,113	0,022	0,488	0,773	0,118	0,506	0,965	2,184	0,712	1,013	4,62	5,603	0,421	5,232	6,235
SOT 394	0,196	0,125	0,029	0,497	0,723	0,118	0,501	0,963	2,093	0,796	1,030	4,64	6,070	1,007	5,262	8,724
SOT 397	0,146	0,100	0,026	0,703	0,727	0,142	0,518	0,982	1,970	0,657	1,007	4,79	6,398			
SOT 398	0,215	0,122	0,029	0,479	0,665	0,096	0,534	0,867	2,199	0,815	1,086	4,69	7,844	2,697	5,005	11,73
SOT 399	0,115	0,093	0,003	0,482	0,771	0,140	0,505	0,983	2,355	0,853	1,038	4,8	8,364	0,921	7,444	9,286
SOT 402	0,176	0,130	0,015	0,499	0,709	0,132	0,506	0,988	1,936	0,591	1,003	4,16	7,994	3,863	5,32	17,65
SOT 403	0,167	0,114	0,01	0,498	0,724	0,131	0,501	1	1,926	0,681	1,001	4,9	7,532	2,503	5,044	14,07
SOT 405	0,101	0,068	0,014	0,483	0,689	0,111	0,532	0,969	1,876	0,576	1,024	4,66	8,081	2,153	5,049	14,91