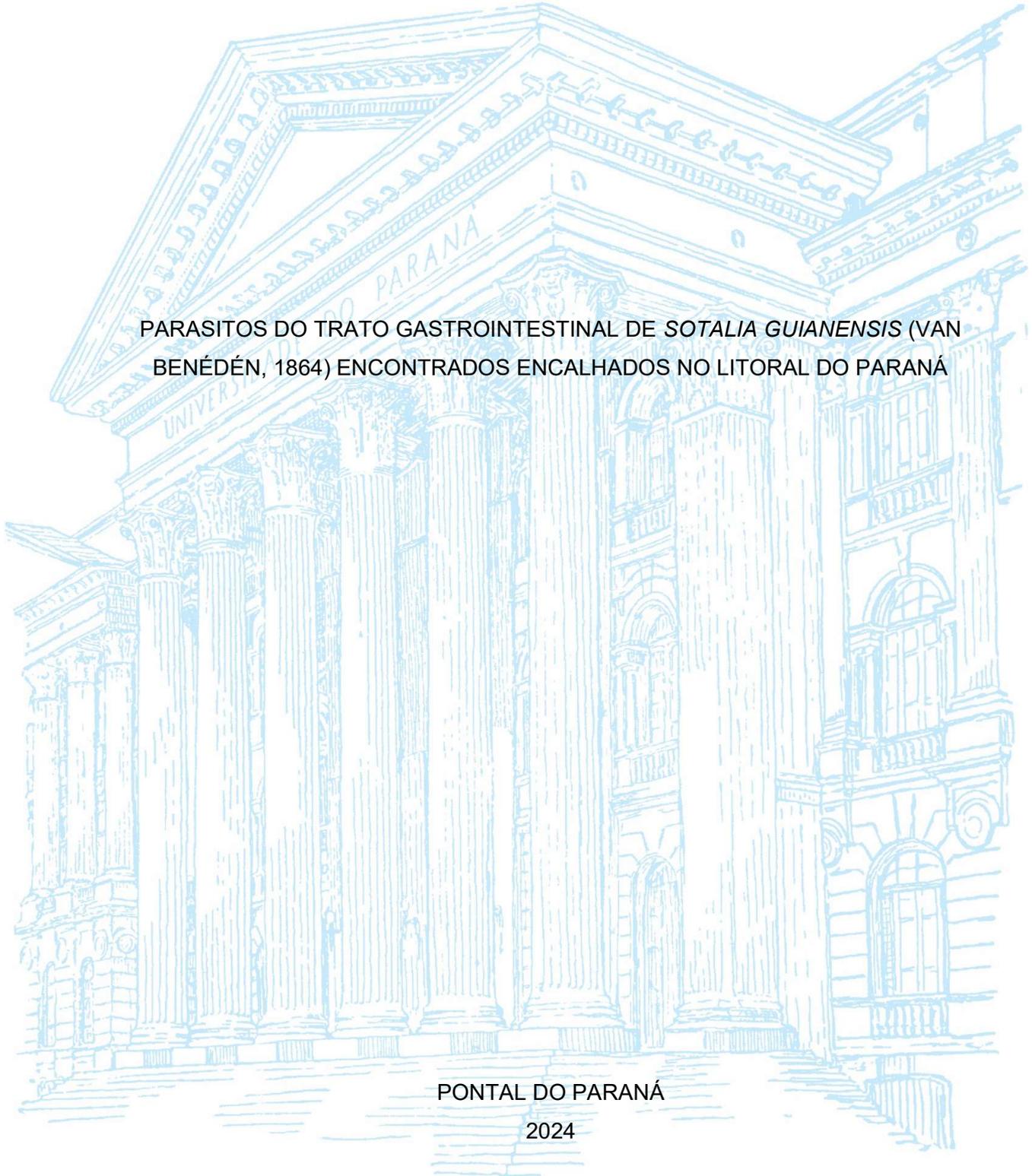


THAILLATRISTÃO DA SILVA

PARASITOS DO TRATO GASTROINTESTINAL DE *SOTALIA GUIANENSIS* (VAN BENÉDÉN, 1864) ENCONTRADOS ENCALHADOS NO LITORAL DO PARANÁ

PONTAL DO PARANÁ

2024



THAILLA TRISTÃO DA SILVA

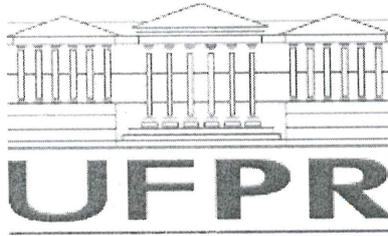
PARASITOS DO TRATO GASTROINTESTINAL DE *SOTALIA GUIANENSIS* (VAN BENÉDÉN, 1864) ENCONTRADOS ENCALHADOS NO LITORAL DO PARANÁ

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de Oceanografia, Setor litoral, Campus Centro de estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Camila Domit  
Coorientador: Dr<sup>o</sup>. Gabriel Massaccesi De La Torre

PONTAL DO PARANÁ

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE OCEANOGRAFIA  
Avenida Deputado Aníbal Khury, 2033, - Bairro Balneário Pontal do Sul, Pontal do Paraná/PR,  
CEP 83255-976  
Telefone: (41) 3511-8626 - <http://www.ufpr.br/>

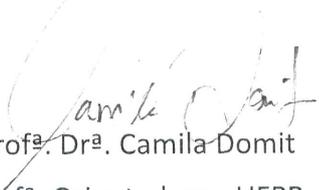
## ATA DE REUNIÃO

### TERMO DE APROVAÇÃO

Thailla Tristão da Silva

#### **“Parasitos do trato gastrointestinal de *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) encontrados encalhados no litoral do Paraná”**

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharela em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos membros:



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Camila Domit

Prof<sup>ª</sup>. Orientadora - UFPR

Documento assinado digitalmente



MARIANA BERTHOLDI EBERT

Data: 29/01/2025 10:09:02-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Mariana Bertholdi Ebert

UNESP



Dr<sup>ª</sup> Lara Gama Vidal

Centro de Estudos do Mar (CPP-CEM) - UFPR

Pontal do Paraná, 09 de agosto de 2024

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão à mulher mais forte que já conheci, minha mãe, que me mostrou que uma mulher pode chegar aonde ela quiser, independentemente dos desafios que tiver que enfrentar. Sua força e determinação foram minha maior inspiração ao longo desta jornada.

Agradeço ao Laboratório de Ecologia e Conservação, ao Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS) e Centro de Reabilitação e Despetrolização de animais marinhos (CReD) por me receberem de portas abertas e me permitirem a utilização dos dados

Agradeço em especial à equipe dieta, Mario e Nayara, por me proporcionarem os melhores momentos de descontração e por estarem sempre ao meu lado, especialmente quando pensei em desistir. Suas amizades e apoio incondicional foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos vão aos meus colegas de trabalho do PMP-BS trecho 6, Bruno, Camilo, Letícia, Ale, Tomatinho, Pedro, Katiê, Carol, Renatinha, Andressa e tantos outros que peço desculpa por não conseguir mencionar e todos aqueles que passaram e marcaram presença. Trabalhar com cada um de vocês foi uma oportunidade única, que contribuiu enormemente para minha formação acadêmica e pessoal. Sem essa experiência, tenho certeza de que não seria a profissional que sempre almejei ser.

À minha orientadora, Camila, sou eternamente grata por ter me desafiado e acreditado no meu potencial para desenvolver este trabalho, seus conselhos foram indispensáveis para o meu crescimento acadêmico e pessoal. E ao meu coorientador, Gabriel, agradeço a paciência e incentivo constantes durante todos esses meses de insegurança. Sua dedicação e compreensão foram essenciais para que eu pudesse superar os desafios deste percurso.

A todos vocês, meu muito obrigado!

*Dedico este trabalho à minha avó, que um dia partiu de Tomazina com o pouco que tinha e diversos sonhos. Avó querida, sua força é uma herança, que atravessa o tempo e chega até mim. Sua coragem e determinação foram inspirações constantes em minha vida. Hoje, me formo em uma universidade pública, e é com imenso orgulho que reconheço que este sonho é também uma realização sua. Obrigada por trilhar esse caminho primeiro, por ensinar que a coragem e o amor são o que importa, hoje, celebro com você, minha inspiração e luzeiro, sua história é o legado que meu coração transporta.*

## RESUMO

Estudos parasitológicos em cetáceos são essenciais para compreender saúde e ecologia desses animais. Atualmente, a helmintofauna conhecida compreende 174 espécies distribuídas em nematóides, digenéticos, cestóides e acantocéfalos. E sua ocorrência pode estar relacionada com aspectos biológicos do hospedeiro como dieta, estágio de desenvolvimento e sexo, além de aspectos ambientais associados a estação do ano e variações anuais. No Paraná, *Sotalia guianensis* é uma espécie comumente encontrada, no entanto devido à pressão antrópica, esta espécie se encontra quase-ameaçada. Dessa forma, revelar informações sobre a interação parasito-hospedeiro pode auxiliar no entendimento da biologia da espécie e sua conservação. Neste contexto, este estudo objetivou avaliar os parâmetros de infecção parasitária dos helmintos de trato gastrointestinal e identificar espécies de parasitos do gênero *Synthesium* infectando intestinos de *S. guianensis* encontrados encalhados mortos no litoral do Paraná. Foram analisados espécimes de *S. guianensis* encontrados encalhados mortos ao longo do litoral do estado do Paraná, entre agosto de 2015 e agosto 2023 por meio do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS). Os parasitos foram identificados ao menor nível taxonômico possível, contados e tiveram os parâmetros parasitológicos calculados de acordo com Bush et. al. (1997). Para o gênero *Synthesium*, os espécimes foram fixados, submetidos a coloração e, posteriormente, montados em lâminas permanentes. As medidas foram conduzidas de acordo com a metodologia estabelecida por Fernández et al. (1995). Foram coletados 2.890 parasitos pertencentes a três espécies diferentes. A prevalência de parasito foi de 42%, sendo *B. cordiformes* e *Synthesium* sp. os mais prevalentes. Foi possível caracterizar a fauna parasitária do sistema digestivo de *S. guianensis*, uma espécie ameaçada e com grande importância ecológica na região.

Palavras-chave: Ecologia. Helmintos. Morfologia. Taxonomia. Parasitologia.

## ABSTRACT

Parasitological studies in cetaceans are crucial to understanding the biology of these marine mammals. Currently, there are 174 species of helminth cetaceans parasites, distributed in nematodes, digeneans, cestodes and acanthocephalans. Its occurrence is possibly associated with hosts' biological aspects, such as diet, development stage and sex, and environmental factors such as season and year. In the Paraná state, *Sotalia guianensis* is a common species, although it is considered near-threatened due to anthropic pressure. Thus, uncovering information on their host-parasite interaction can help the understanding of host biology and conservation. The present study aims to evaluate the helminths parasitological parameters in the digestive tract and identify parasites of *Synthesium* genus in *S. guianensis* found stranded along the Paraná coast. We analyzed *S. guianensis* stranded individuals from the Parana coast between 2015 and 2023, from Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS). The parasites were identified at the lowest level possible and had the parasitological parameters calculated. To identify the *Synthesium* species, the parasite specimens were fixed to make permanent slides. We found 2.890 parasites belonging to five different species. The parasite prevalence was 42%, with *B. cordiformes* and *Synthesium* sp. being the most prevalents. We identified five different morphotypes of *Synthesium*. We unveiled the parasite fauna of *S. guianensis* digestive tract, a species with a great relevance on the Paraná coast ecosystem and included in the global conservation priority.

Palavras-chave: Ecology. Helminth. Morphology. Taxonomy. Parasitology

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	6
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	9
2.1	Coleta dos hospedeiros .....	9

2.2	Coleta dos parasitos .....	10
2.3	Análise morfométrica dos parasitos .....	11
2.4	Chave de identificação .....	12
2.5	Análise dos dados .....	12
3	RESULTADOS .....	13
3.1	Parasitos encontrados no trato gastrointestinal de <i>Sotalia</i> <i>guianensis</i> .....	13
3.2	Identificação de parasitos do gênero <i>Synthesium</i> .....	17
4	DISCUSSÃO .....	21
5	CONCLUSÃO .....	26
	REFERÊNCIAS .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos parasitológicos em mamíferos marinhos são essenciais para compreender a saúde e relações ecológicas desses animais (Aznar *et al.*, 2001). Pesquisas sobre comunidades parasitárias auxiliam no entendimento sobre distribuição geográfica, diferenciação populacional entre espécies hospedeiras (Delyamure *et al.*, 1984; Daley & Vogelbein, 1991; Balbuena & Raga, 1994, Balbuena *et al.*, 1995), migrações locais (Helle & Valtonen, 1981), comportamento social (Balbuena & Raga, 1991; 1994; Balbuena *et al.*, 1995) e doenças e saúde dos animais (Aznar, Balbuena & Raga, 1994; Dailey & Walker, 1978; Geraci & Aubin, 1987; Fleischman & Squire, 1970; Hermosilla, 2016). Do mesmo modo, podem indicar relações ecológicas entre parasito e hospedeiro (Balbuena *et al.* 1995), a qualidade e vulnerabilidade do ecossistema, hábitos e estrutura da cadeia alimentar e podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo em espécies ameaçadas (Marigo, 2010).

Atualmente, a fauna parasitária conhecida em cetáceos abrange quatro grupos principais e 174 espécies de parasitos, sendo divididos em nematóides, grupo mais diverso, seguidos por trematódeos digenéticos, cestóides e acantocéfalos (Ebert *et al.*, 2017). Dentre os parasitos nematóides, a família Anisakidae Skrjabin & Karokhin, 1945, apresenta grandes taxas de infecção em diversos hospedeiros devido a sua habilidade de adaptação a diferentes ambientes (Raga *et al.*, 2009). Acantocéfalos são compostos por apenas uma família, Polymorphidae Meyer, 1931 (Ebert *et al.*, 2017), associados ao intestino de seus hospedeiros (Crompton, 1973). Por fim, entre os trematódeos digenéticos encontram-se as famílias Cyathocotylidae Muhling, 1896, Brauninidae Wolf, 1903, representada por *Braunina cordiformis*, encontrada parasitando o estômago de pequenos cetáceos; Notocotylidae Lühe, 1909, Heterophyidae Leiper, 1909 e Brachycladiidae Odhner, 1905, encontrados em baleias e golfinhos parasitando intestinos e pulmões, ocorrendo principalmente em ductos pancreáticos (Jones *et al.*, 2005).

Parasitos da família Brachycladiidae têm se mostrado fundamentais em estudos parasitológicos de cetáceos devido a sua grande diversidade e ampla distribuição geográfica (Raga *et al.*, 2009), além da presença de espécimes do

gênero *Synthesium* Stunkard & Alvey, 1930 que infectam o trato digestivo, preferencialmente intestinos, de diversos cetáceos (Fernandez et al. et al., 1994; Marigo, 2008, 2010; Ebert et al., 2017; Shiozaki et al., 2019). Estudos sobre a morfologia de *Synthesium* podem fornecer informações sobre estoque populacional de seus hospedeiros (Balbuena et al., 1995; Aznar et al. 1995), unificando dados importantes para a compreensão da ecologia evolutiva que existe entre o gênero e as espécies que parasitam. No entanto, pesquisas sobre as interações ecológicas que parasitos do gênero *Synthesium* realizam com o ambiente e seus hospedeiros ainda são consideradas escassas, em função da dificuldade de acesso aos hospedeiros em bom estado de conservação (Marigo et al., 2008; Jones et al., 2005). Sua taxonomia ainda permanece pouco conhecida, principalmente devido à compreensão limitada de seu ciclo de vida (Fernandez et al., 1994; Marigo, 2008; Shiozaki et al., 2019; Jones et al., 2005). Devido a isso, as classificações taxonômicas têm se baseado fortemente em estudos morfológicos de parasitos adultos, resultando na identificação de oito espécies: *Synthesium tursionis* (Marchi, 1873); *Synthesium pontoporiae* (Raga et al., 1994); *Synthesium seymouri* (Price, 1932); *Synthesium elongatum* (Ozaki, 1935); *Synthesium nipponicum* (Yamaguti, 1951); *Synthesium mironovi* (Krotov & Delyamure, 1952); *Synthesium subtile* (Skrjabin, 1959); *Synthesium delamurei* (Raga & Balbuena, 1988) e *Synthesium neotropicalis* (Ebert et al., 2017). Tais espécies já foram identificadas parasitando hospedeiros das famílias *Pontoporiidae* Gray, 1846, *Delphinidae* Gray, 1821, *Monodontidae* Gray, 1821, e *Phocoenidae* Gray, 1825 (Ebert et al., 2017), sendo encontrados principalmente em espécies-chave, como *Tursiops truncatus* Montagu, 1821 (Ebert et al., 2017), *Pontoporia blainvillei* Gervais & d'Orbigny, 1844 (Marigo, 2008) e *Sotalia guianensis* van Beneden, 1864 (Marigo, 2010).

*Sotalia guianensis*, popularmente conhecido como boto-cinza, é um pequeno cetáceo pertencente à família Delphinidae. Essa espécie é considerada uma das mais comuns encontradas ao longo de toda a costa leste da América Latina, desde a Nicarágua, na América Central, até o estado de Santa Catarina, região sul do Brasil (Simões-Lopes, 1988; Cunha et al., 2005). Habitam, preferencialmente, regiões tropicais e subtropicais de águas quentes e rasas, geralmente associadas a áreas estuarinas e baías (Rodrigues et al., 2020). Sua presença e abundância estão diretamente relacionadas à disponibilidade e qualidade dos recursos alimentares

destacando a sua importância como regulador de ecossistemas em habitats costeiros (De Moura, 2014).

A vulnerabilidade deste cetáceo tem sido foco de investigação em diversos estudos (Domit *et al.*, 2021), uma vez que a sua distribuição está frequentemente associada a locais com elevada atividade humana, portos, comunidades ribeirinhas e tráfego de embarcações. É considerada uma espécie altamente sensível às mudanças ambientais e distúrbios antrópicos (Van Bresse, Santos & Oshima, 2009; De Moura, 2014), como poluição (Dorneles *et al.*, 2010), degradação do habitat (Azevedo *et al.*, 2009) e pesca predatória (Simões-Lopes & Ximenes, 1990), afetando negativamente seu desenvolvimento populacional. Objetivando o manejo consciente de ecossistemas ricos em biodiversidade que permite o crescimento saudável de populações de *S. guianensis* residentes em diversas regiões da costa brasileira, foi elaborado um Plano de Ação Nacional para a Conservação de Mamíferos Aquáticos (PAN) (ICMBio, 2011; 2018), onde uma das prioridades de pesquisa se refere a avaliação de estoque populacional através de diferentes métodos em indivíduos encontrados encalhados. Informações sobre presença e diversidade de parasitos em populações de boto-cinza auxiliam a compreender padrões de infecção nos indivíduos e populações, podendo, ainda, fornecer informações sobre a ecologia dos parasitos, seus possíveis hospedeiros intermediários e habitats, assim como quais são os padrões de transmissão em seus hospedeiros.

A sazonalidade, a distribuição geográfica, as atividades humanas e o comportamento dos hospedeiros são fatores que podem influenciar a dinâmica de infecções por parasitos (García-Gallego *et al.*, 2023). Alterações sazonais desempenham um papel essencial nas dinâmicas ecológicas que afetam a interação entre hospedeiros intermediários e parasitos em mamíferos marinhos. Diferenças na temperatura da água, salinidade e produtividade, comuns em diferentes estações do ano, podem influenciar significativamente o ciclo de vida dos parasitos e, conseqüentemente, a sua transmissão. A distribuição geográfica também é um fator importante (Aznar *et al.*, 1995). Diversas regiões possuem condições ambientais que podem modificar tanto a prevalência quanto a diversidade de espécies de parasitos nos hospedeiros (Mead & Potter, 1995). Em ambientes costeiros, as atividades humanas têm um impacto considerável nos ecossistemas marinhos (Domiciano *et*

*al.*, 2012; 2016). A poluição, destruição de habitats e pesca excessiva alteram a estrutura dos ecossistemas aquáticos, podendo desorganizar as interações ecológicas entre hospedeiros e parasitos. Outro fator importante é o comportamento dos hospedeiros e as suas migrações (Zhang & Buckling, 2016; Shaw *et al.*, 2019). Mamíferos marinhos frequentemente ajustam seus padrões de movimentação e rotas migratórias em resposta a fatores ambientais, tais como disponibilidade de alimentos e gradientes de temperatura (Alerstam *et al.*, 2003; Olsson, 2006; Gnanadesikan, Pearse & Shaw, 2017). Mudanças nesses comportamentos podem alterar as taxas de exposição a parasitos (Zhang & Buckling, 2016).

Embora a informação sobre a helmintofauna em pequenos cetáceos seja crucial para as ações de conservação, há uma notável escassez de dados disponíveis (Marigo, 2010). Diversos fatores dificultam a obtenção de dados relevantes nessa área, como o difícil acesso aos indivíduos hospedeiros, a complexidade dos ciclos de vida dos parasitas e a necessidade de métodos de amostragem específicos (Jones *et al.*, 2005). Frente a isso, este estudo tem como objetivo (1) realizar o levantamento e identificar parâmetros de infecção de helmintos encontrados no trato gastrointestinal de indivíduos da espécie *Sotalia guianensis* encontrados encalhados ao longo do litoral do Paraná; (2) associar os parâmetros de infecção de parasitos digenéticos com aspectos temporais e biológicos do hospedeiro e (3) identificar a taxonomia e sistemática das espécies de parasitos do gênero *Synthesium* através de análises morfológicas.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 COLETA DOS HOSPEDEIROS**

Foram analisados 247 espécimes de *Sotalia guianensis* encontrados encalhados ao longo do litoral do estado do Paraná, na costa sul do Brasil, entre os anos de 2015 e 2023. Foram considerados oito (08) períodos de análise, onde o início de cada período foi estabelecido como 24 de agosto de um ano, até o dia 23 de agosto do ano seguinte, levando em consideração a data de início do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS), desenvolvido e implementado para atender às demandas dos processos de licenciamento ambiental

da Petrobras na Bacia de Santos, fonte dos dados analisados e iniciado em 24 de agosto de 2015 (Tabela 1). As carcaças analisadas foram classificadas quanto ao seu estado de decomposição, de código 2 (carcaça fresca) a código 4 (decomposição avançada), conforme estabelecido pelo protocolo de encalhes de Geraci & Lounsbury (2005). A coleta e transporte desses animais seguiram as autorizações do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA/ABIO) no âmbito do PMP-BS.

Tabela 1. Quantidade de hospedeiros analisados em trato digestório de botos-cinza, *Sotalia guianensis*, encalhados mortos no litoral do Paraná entre os anos de 2015 e 2023.

Período*	Amostras	Sexo		Estágio de desenvolvimento		
		Macho	Fêmea	Infante	Juvenil	Adulto
1	14	9	5	1	4	9
2	21	11	7	1	10	10
3	53	31	15	2	18	29
4	43	21	15	0	9	21
5	27	13	10	2	8	9
6	44	21	17	1	22	15
7	35	20	11	2	16	15
8	10	5	4	1	3	6
Total	247	131	84	10	90	114

\*Início e fim de cada período considerado em 24 de agosto para cada ano.

Os hospedeiros foram necropsiados e classificados quanto ao sexo e estágio de desenvolvimento por meio da avaliação visual e histológica das gônadas (Rosas e Monteiro-Filho, 2002). Para a classificação por estágio de desenvolvimento, foram considerados adultos machos com grande lúmen nos testículos e fêmeas com ovários contendo um corpo lúteo, jovens os animais com lúmen pequeno em machos e ovários sem evidências de ovulação em fêmeas e infantes os que apresentam lúmen completamente fechado em machos e ovários sem corpos de ovulação em fêmeas.

## 2.2 COLETA DOS PARASITOS

Posteriormente, houve a coleta do trato gastrointestinal onde, dos 247 hospedeiros, foram analisados 81 estômagos e 66 intestinos separadamente para compreender a distribuição parasitária entre os órgãos. Cada órgão foi aberto sob uma bandeja, lavado em água corrente, sendo o conteúdo filtrado com auxílio de uma peneira de

malha de 150  $\mu\text{m}$ , e separado macroscopicamente entre alimento e parasitos. Os parasitos recuperados após a lavagem foram contados e armazenados em *eppendorf* com álcool etílico 70% para análises morfológicas.

### 2.3 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DOS PARASITOS

Dos parasitos coletados em cada hospedeiro, foram selecionados aqueles em melhor estado de conservação para identificação morfológica. Os parasitos classificados como trematódeos e acantocéfalos foram fixados em solução de A.F.A. (álcool 70%, formaldeído e ácido acético glacial), submetidos a um processo de desidratação em uma série graduada de etanol e coloração com *Carmalumen de Mayer*. Posteriormente, foram clarificados utilizando Eugenol e montados em lâminas permanentes com Bálsamo do Canadá (Dailey, 1978). Um total de 560 parasitos do gênero *Synthesium* foram coletados e as análises morfométricas, baseadas em 53 espécimes, realizadas com auxílio do *Microscope imaging software OPTHD 3.7* acoplado ao microscópio Opticam 0600 R.

As análises morfométricas realizadas no presente trabalho foram conduzidas de acordo com a metodologia estabelecida por Fernandez *et al.* (1995). Seguindo a amostragem, para os parasitos foram selecionadas estruturas morfológicas com melhor estado de integridade que possibilitaram a identificação taxonômica de cada espécie. Dessa forma, foram tomadas as medidas de comprimento total do corpo (CTc), largura do corpo no acetábulo (LCAc), largura do corpo no ovário (LCOv), largura do corpo no testículo posterior (LCTp), comprimento da ventosa oral (CVo), largura da ventosa oral (LVo), comprimento da pré-faringe (CPfa), comprimento da faringe (CFa), largura da faringe (LFa), comprimento do acetábulo (CAc), largura do acetábulo (LAc), comprimento do ovário (COv), largura do ovário (LOv), comprimento dos testículos anteriores (CTa), largura dos testículos anteriores (LTA), comprimento dos testículos posteriores (CTp), largura dos testículos posteriores (LTP), comprimento dos ovos (CEg) e largura dos ovos (LEg). Estruturas como ventosa oral, faringe, acetábulo, ovário e testículos foram categorizadas quanto ao formato e posição em que se encontram. Devido ao estado de conservação de alguns espécimes, apenas 13 obtiveram todas as medidas e categorias avaliadas.

Estruturas não identificadas ou que apresentavam alto grau de deterioração não foram avaliadas.

## 2.4 ANÁLISE DE DADOS

Os parâmetros parasitológicos foram calculados para cada espécie de parasito, de acordo com Bush et. al. (1997), com auxílio do programa R (R Core Team 2021). Os índices avaliados foram prevalência (P%), porcentagem de hospedeiros parasitados comparado ao número de hospedeiros analisados; Intensidade Média de Infecção (IMI); número total de parasitos dividido pelo número total de hospedeiros infectados; e Abundância Média (AM), número total de parasitos dividido pelo número total de hospedeiros infectados e não infectados.

Para avaliar a associação entre os padrões de infecção e os aspectos biológicos do hospedeiro e aspectos temporais do ambiente, foram selecionados somente parasitos da espécie *Braunina cordiformis* e parasitos do gênero *Synthesium* devido a limitação do tamanho amostral. Dessa forma, foram feitos dois modelos lineares generalizados para cada táxon. O primeiro foi realizado considerando ocorrência de infecção (1 = infectado) como variável resposta, e estágio de desenvolvimento (adulto como categoria de referência), sexo (fêmea como categoria de referência), estação do ano (quatro categorias, inverno como referência) e período (variável contínua) como variáveis preditoras; o modelo foi ajustado com distribuição Bernoulli. O segundo modelo foi feito somente com dados de hospedeiro infectados, considerando a intensidade de infecção como variável resposta e utilizado as mesmas variáveis preditoras do primeiro modelo, sendo utilizada a distribuição binomial negativa. Foi reportada a estimativa do coeficiente  $\pm$  erro padrão ( $\beta \pm EP$ ) e foi considerada significativa aquelas variáveis com valor de p menor que 0,05. Os modelos foram validados graficamente e por fator de inflação (Zuur 2009).

## 3 RESULTADOS

### 3.1 PARASITOS ENCONTRADOS NO TRATO GASTROINTESTINAL DE *SOTALIA GUIANENSIS*

Um total de 2.890 espécimes de parasitos pertencentes a três espécies diferentes foi coletado, sendo duas espécies de trematódeos digenéticos: *Braunina cordiformes* (Cyathocotylidae), *Synthesium* sp.; e um acantocéfalo: *Corynosoma cetaceum* (Polymosphidae). As espécies mais abundantes foram *B. cordiformes*, onde 2.373 espécimes foram encontrados em 30,3% (76/247) dos hospedeiros analisados, com valores de abundância média de  $9,4 \pm 32,7$  (0-260) e intensidade de infecção  $31,65 \pm 45$  (1-260); seguidos por *Synthesium* sp., com 460 parasitos encontrados em 24,2% (60/247) dos hospedeiros, abundância média de  $1,8 \pm 5,8$  (0-58) e intensidade de infecção  $8,4 \pm 10$  (1-58). Os digenéticos *Nasitrema attenuatum*, *Corynosoma cetaceum* e *Serrassentis sagittifer* tiveram prevalência de 0,04% com apenas um exemplar de cada espécie encontrado nos tratos digestivos amostrados (Tabela 2).

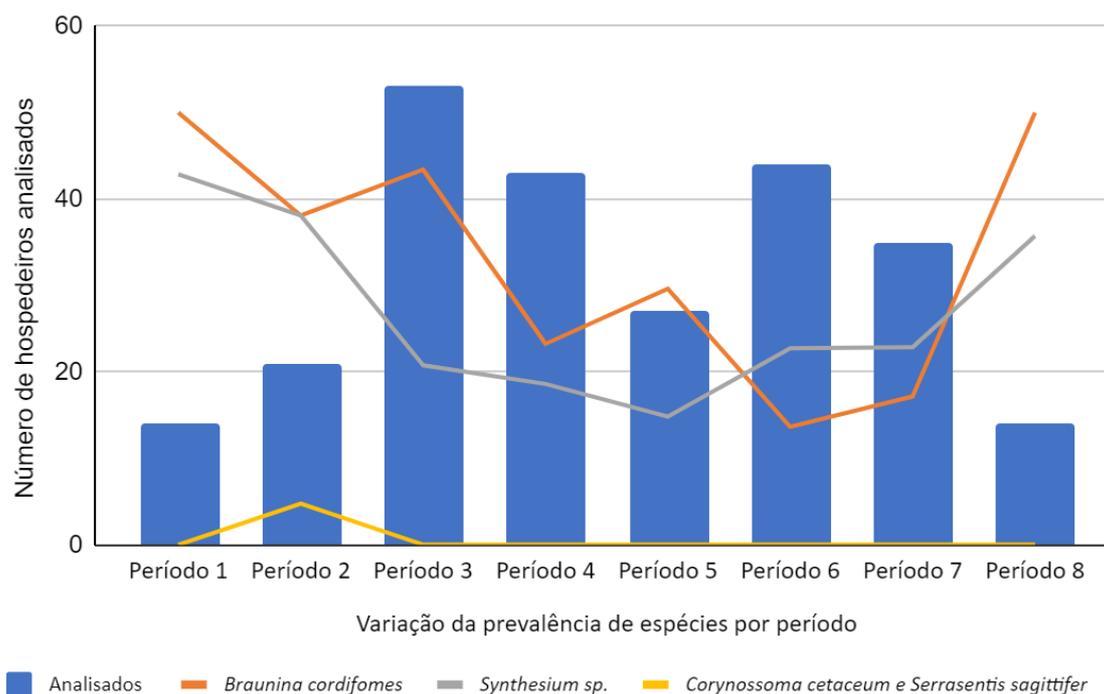
Tabela 2. Prevalência P%, Intensidade Média de Infecção (IMI) e Abundância Média (AM) de *Braunina cordiformes*, *Synthesium* sp., *Corynosoma cetaceum*, *Serrassentis sagittifer* e *Nasitrema attenuatum* encontrados em botos-cinza, *Sotalia guianensis*, encontrados encalha

Espécie	Índice	Análise geral	Sexo		Estágio de desenvolvimento		
			Macho	Fêmea	Infantes	Juvenil	Adulto
<b><i>Braunina cordiformes</i></b>	P%	30.3	31.8	25.0	22.0	31.0	36.4
	(N/n)	76/247	(42/132)	(23/86)	(2/9)	(20/90)	(43/118)
	IMI	$31,7 \pm 45$ (1-260)	$33,02 \pm 58,03$ (1-260)	$39,08 \pm 56,2$ (1-185)	$4,5 \pm 3,5$ (2-7)	$34,7 \pm 61,6$ (0-260)	$31,1 \pm 50,4$ (1-185)
	AM	$9,4 \pm 32,7$ (0-260)	$10,5 \pm 35,9$ (0-260)	$10,4 \pm 33,4$ (0-185)	$1 \pm 2,3$ (0-7)	$11,2 \pm 38,2$ (0-260)	$11,7 \pm 34,2$ (0-185)
<b><i>Synthesium</i> sp.</b>	P%	24.2	25.0	23.2	22.0	18.0	33.8
	(N/n)	(60/247)	(33/132)	(20/86)	(2/9)	(17/90)	(40/118)
	IMI	$8,4 \pm 10$ (1-58)	$9,2 \pm 11,9$ (1-58)	$7,7 \pm 8,2$ (1-35)	$9 \pm 5,5$ (3-14)	$8 \pm 8,6$ (1-34)	$7,9 \pm 11,3$ (1-58)
	AM	$1,8 \pm 5,8$ (0-58)	$2,1 \pm 6,8$ (0-58)	$1,7 \pm 5,0$ (0-35)	$2,6 \pm 5,3$ (0-14)	$1,5 \pm 4,8$ (0-34)	$2,4 \pm 7,2$ (0-58)
<b><i>Corynosoma cetaceum</i></b>	P%	0.04	0.75	-	-	1.11	-
	(N/n)	(1/247)	(1/132)	-	-	(1/90)	-
	IMI	1	1	-	-	1	-
<b><i>Corynosoma cetaceum</i></b>	AM	$0,008 \pm 0,09$ (0 - 1)	$0,007 \pm 0,08$ (0 - 1)	-	-	$0,011 \pm 0,10$ (0 - 1)	-
<b><i>Serrassentis sagittifer</i></b>	P%	0.04	-	1.16	-	-	0.84
	(N/n)	(1/247)	-	(1/86)	-	-	(1/118)
	IMI	$1 \pm 0$ (0 - 1)	-	1	-	-	1

Espécie	Índice	Análise geral	Sexo		Estágio de desenvolvimento		
			Macho	Fêmea	Infantes	Juvenil	Adulto
<i>Nasitrema attenuatum</i>	AM	0,008 ± 0,09 (0 - 1)	-	0,011 ± 0,10 (0 - 1)	-	-	0,008 ± 0,09 (0 - 1)
	P%	0.04	0.75	-	-	1.1	-
	(N/n)	(1/247)	(1/132)	-	-	(1/90)	-
	IMI	1 ± 0 (0 - 1)	1	-	-	1	-
	AM	0,008 ± 0,09 (0 - 1)	0,007 ± 0,08 (0 - 1)	-	-	0,0 ± 0,1 (0 - 1)	-

Os picos de prevalência foram nos períodos 3, 5 e 8 para *B. cordiformes*, onde metade dos hospedeiros infectados estavam parasitados pela espécie; nos períodos 2, 6 e 8 para *Synthesium* sp.; e no período 2 para as espécies de acantocéfalos (Figura 1).

Figura 1. Variação da prevalência de *Braunina cordiformes*, *Synthesium* sp., *Corynosoma cetaceum* e *Serrasentis sagittifer* encontrados em botos-cinza, *Sotalia guianensis*, encontrados encalhados mortos no litoral do Paraná ao longo dos oito períodos avaliados.



Do total de machos analisados, 57,5% (76/132) estavam infectados. Destes, 31,8% (42/132) foram parasitados por *B. cordiformes*, apresentando a maior prevalência quando comparado aos 25,0% (33/132) parasitados por *Synthesium* sp.

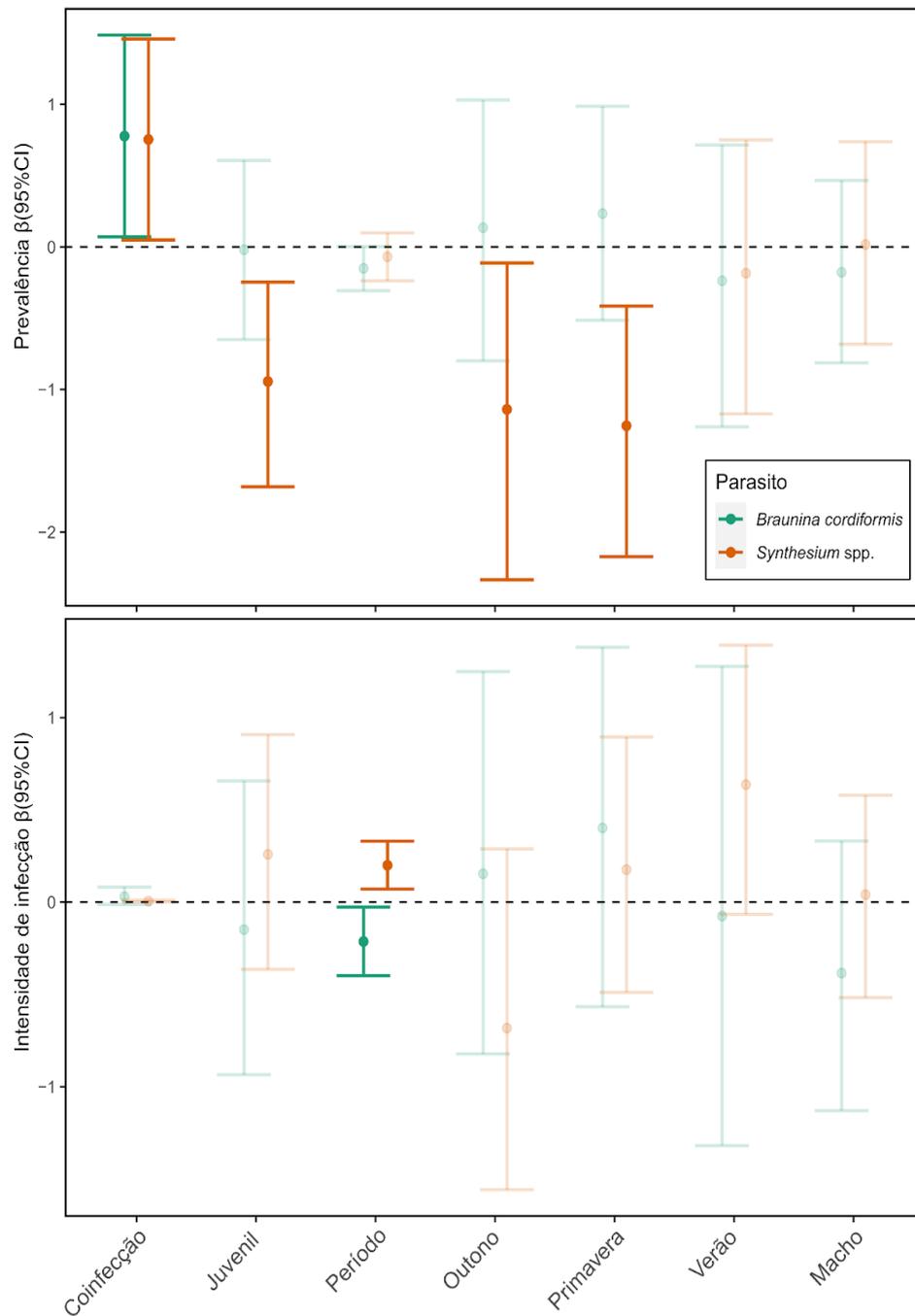
Apenas um hospedeiro macho foi parasitado por acantocéfalo, identificado como *Corynosoma cetaceum*. Das fêmeas analisadas na amostragem, 33,3% (44/86) apresentaram parasitos no trato gastrointestinal, onde 25,0% (23/86) foram parasitadas por *B. cordiformes* e 23,2% (20/86) por *Synthesium* sp. Somente uma fêmea encontrou-se parasitada por um único espécime de acantocéfalo, identificado como *Serrasentis sagittifer* apresentando prevalência de 0,04% (1/86) (Tabela 2).

Ao todo 3,6% (9/247) da amostragem de botos-cinza eram infantes. Destes, apenas quatro encontravam-se parasitados (1,6%). A espécie mais abundante foi *B. cordiformes*, encontrada parasitando 22% (2/9) dos infantes analisados. Espécimes identificados como acantocéfalos não foram encontrados em nenhum dos infantes amostrados. Dentre os juvenis analisados, totalizando 36,4% (90/247) do total de hospedeiros, 18,6% estavam parasitados (46/90). A maior prevalência foi encontrada para espécimes de *B. cordiformes* 31% (20/90), seguida por *Synthesium* sp. com prevalência de 18% (17/90), e apenas um hospedeiro juvenil foi parasitado por acantocéfalo identificado como *C. cetaceum* com prevalência de 0,04%. Dos hospedeiros adultos, 47,7% (118/247) da amostragem, 34% (84/118) estavam parasitados, com maior prevalência, novamente encontrada, em *B. cordiformes* 36,4% (43/118), seguida por *Synthesium* sp. com 33,8% (40/118). Apenas um hospedeiro adulto estava parasitado por acantocéfalo, identificado como *Serrasentis sagittifer* com prevalência de 0,84% (Tabela 2).

Foi encontrada associação positiva entre ocorrência de infecção de *Synthesium* spp. e *Braunina cordiformes* ( $\beta \pm EP = 0,75 \pm 0,36$ ;  $p = 0,03$ ), enquanto animais enalhados no outono ( $\beta \pm EP = -1,14 \pm 0,56$ ;  $p = 0,04$ ) e primavera ( $\beta \pm EP = -1,25 \pm 0,44$ ;  $p < 0,01$ ) tendem a ter menor probabilidade de infecção de *Synthesium* spp. quando comparado com a estação de inverno. Jovens indivíduos de *S. guianensis* enalhados também tendem a ter menor ocorrência de infecção de *Synthesium* spp. com relação aos adultos ( $\beta \pm EP = -0,94 \pm 0,36$ ;  $p = 0,01$ ). Já a ocorrência de infecção de *Braunina cordiformes* não apresentou associação com nenhum aspecto temporal ou característica biológica do hospedeiro (Figura 1). Com relação a intensidade de infecção, a quantidade de espécimes de *B. cordiformes* por hospedeiro diminuiu ao longo do período amostrado ( $\beta \pm EP = -0,21 \pm 0,08$ ;  $p = 0,01$ ). Em contrapartida, houve um aumento dos espécimes de *Synthesium* spp. nos hospedeiros infectados ao longo do período ( $\beta \pm EP = 0,20 \pm 0,06$ ;  $p < 0,01$ ). As outras

variáveis preditoras não apresentaram associação com a intensidade de infecção de ambos os parasitos (Figura 2).

Figura 2: Estimativa de coeficiente (95% Intervalo de Confiança) dos modelos de prevalência e intensidade de infecção de *Braunina cordiformes* e *Synthesium* spp em boto-cinza, *Sotalia guianensis*, avaliados no litoral do Paraná. Os valores de referência das categorias são: inverno (estação); adulto (estágio de desenvolvimento) e fêmea (sexo). Variáveis não significativas são reportadas com transparência.



### 3.2 IDENTIFICAÇÃO DE PARASITOS DO GÊNERO *SYNTHESIUM*

Foram identificadas cinco espécies distintas de *Synthesium* nos hospedeiros amostrados. Destas, 29 espécimes foram identificados como *S. tursionis*, quatro *S. neotropicalis* e três *S. pontoporiae*. Duas espécies apresentaram exemplares com alto grau de deterioração, impossibilitando a análise de algumas medidas. Dessa forma, foram encontrados seis digenéticos classificados como *Synthesium* sp. 1, onde apenas medidas de comprimento do corpo, formato dos testículos e a posição da ventosa oral puderam ser estabelecidas. Um parasito foi identificado como *Synthesium* sp. 2, apresentando comprimento do corpo de 41,4 mm, demonstrando discrepância das demais espécies identificadas. Verificamos, ainda, a presença de digenéticos identificados como *Synthesium elongatum*, que neste estudo foram considerados como espécie sinônimo de *S. tursionis*, conforme a redescrição taxonômica estabelecida por Shiozaki *et al.* (2019) (Tabela 3).

Tabela 3. Caracteres morfológicos e medidas morfométricas de comprimento total do corpo (CTc), largura do corpo no acetábulo (LCAc), largura do corpo no ovário (LCOv), largura do corpo no testículo posterior (LCTp), comprimento da ventosa oral (CVo), largura da ventosa oral (LVo), comprimento da pré-faringe (CPfa), comprimento da faringe (CFa), largura da faringe (LFA), comprimento do acetábulo (CAc), largura do acetábulo (LAc), comprimento do ovário (COv), largura do ovário (LOv), comprimento dos testículos anteriores (CTa), largura dos testículos anteriores (LTA), comprimento dos testículos posteriores (CTp), largura dos testículos posteriores (LTP), comprimento dos ovos (CEg) e largura dos ovos (LEg) das espécies *Synthesium pontoporiae*, *S. tursionis*, *S. neotropicalis*, *Synthesium* sp. 1 e *Synthesium* sp. 2 encontradas em *Sotalia guianensis* encalhados mortos no litoral do Paraná entre agosto de 2015 e agosto de 2023. Reportamos a média (X) o desvio padrão (dp), os valores mínimos e valores máximos. N se refere ao tamanho amostral.

Caracter morfológico	<i>Synthesium pontoporiae</i> sp.3		<i>Synthesium tursionis</i> sp.1		<i>Synthesium neotropicalis</i> sp.2		<i>Synthesium</i> sp. 41		<i>Synthesium</i> sp. 52	
	X ± dp	N	X ± dp	N	X ± dp	N	X ± dp	N	X ± dp	N
	(min - max)		(min - max)		(min - max)		(min - max)		(min - max)	
CTc*	11,8 ± 27,9 (10,1-15,1)	3	17,1 ± 44,6 (9,5-27,4)	28	28,0 ± 7,2 (20-35,2)	4	27,0 ± 6,4 (21,1-39,4)	6	41,4	1
LCAc	1448,8 ± 455,6 (1126,6-1771,0)	2	1077,9 ± 187,1 (712,1-1497)	19	939,5 ± 35,5 (907,5-977,7)	3	721,85 ± 65,8 (675,3-768,4)	2	-	-
LCOv	1694,7 ± 567,2 (1363,7-2349,7)	3	1059,7 ± 236,5 (617,5-1457,4)	28	954,85 ± 156,3 (844,3-1065,4)	2	762,9 ± 118,6 (650,9-901,7)	4	-	-
LCTp	1165,6 ± 65,7 (1119,1-1212,1)	2	1111,5 ± 289,5 (636-1691,5)	28	699,2 ± 91,0 (598,1-774,9)	3	1036,6 ± 233,7 (823,4-1350,7)	4	-	-
Posição da ventosa oral	Subterminal	2	Terminal/ Subterminal	28	Subterminal	4	Terminal	6	Subterminal	1

Caracter morfológico	<i>Synthesium pontoporiae</i> sp.3		<i>Synthesium tursionis</i> sp.1		<i>Synthesium neotropicalis</i> sp.2		<i>Synthesium</i> sp. 41		<i>Synthesium</i> sp. 52	
	X ± dp	N	X ± dp	N	X ± dp	N	X ± dp	N	X ± dp	N
<b>CVo</b>	462,6 ± 8,9 (456,3-469,0)	2	737,3 ± 173,5 (403,8-1086,6)	26	609,0 ± 78,4 (547,2-718,5)	4	893,2 ± 134,9 (731,6-1092,5)	5	523,3	1
<b>LVo</b>	503,2 ± 16,2 (491,8-514,7)	2	582,6 ± 179,3 (336,6-1071,3)	22	655,4 ± 52,5 (595,7-716,8)	4	529,4 ± 156,3 (418,8-639,9)	2	648,0	1
<b>CPfa</b>	281,9 ± 327,0 (50,7-513,1)	2	688,5 ± 893,1 (21,3-4252,6)	28	504,7 ± 278,7 (228,0-785,5)	3	1638,7 ± 1324,0 (217,6-2837,5)	3	-	-
<b>CFa</b>	432,7 ± 47,0 (399,5-465,9)	2	645,8 ± 133,3 (291,2-834,3)	26	546,1 ± 78,2 (460,3-613,3)	3	648,1 ± 42,1 (618,3-677,8)	2	-	-
<b>LFa</b>	312,4 ± 38,8 (284,9-339,8)	2	380,5 ± 67,4 (249,6-493,2)	26	362,1 ± 62,4 (297,3-421,9)	3	365,8 ± 2,8 (363,7-367,8)	2	-	-
<b>Formato da faringe</b>	Piriforme	3	Piriforme	28	Piriforme	4	Piriforme	3	-	-
<b>CAC</b>	797,2 ± 38,0 (645,4-788,8)	2	839,4 ± 195,4 (344,7-1149,8)	18	802,5 ± 41,1 (775,4-849,8)	3	730,2 ± 112,4 (650,7-809,7)	2	-	-
<b>LAC</b>	797,3 ± 38,0 (770,4-824,1)	2	839,4 ± 160,8 (510,2-1080,7)	18	756,8 ± 35,9 (719,3-791)	3	965,4 ± 216,2 (812,6-1118,3)	2	-	-
<b>Posição do acetábulo</b>	Anterior 1/3	3	Anterior 1/3	27	Anterior 1/3	2	Anterior 1/3	3	-	-
<b>COv</b>	303,9 ± 25,3 (275,0-322,0)	3	375,6 ± 101,4 (160,1-538,8)	27	336,2 ± 6,0 (331,9-340,5)	2	434,0 ± 53,4 (381,6-488,3)	3	-	-
<b>LOv</b>	338,4 ± 69,7 (263,9-402,1)	3	309,3 ± 74 (141,3-398,8)	27	299,7 ± 25,1 (282-317,5)	2	286 ± 42,2 (238,4-319,1)	3	-	-
<b>Formato dos testículos</b>	Oval/Lobado	3	Lobado	29	Lobado	3	Lobado	6	-	-
<b>CTa</b>	572,2 ± 118,5 (435,6-647,3)	3	877,5 ± 369,7 (288,7-1756,3)	27	503,7 ± 206,8 (357,5-650)	2	1370,5 ± 82,9 (1257,5-1448,0)	3	-	-
<b>LTa</b>	513,6 ± 135,6 (359,4-614,4)	3	659,4 ± 248,5 (266,3-1105)	27	504,5 ± 41,0 (475,5-533,6)	2	719,9 ± 144,1 (591,7-877,9)	3	-	-
<b>CTp</b>	773,6 ± 54,5 (735,0-812,1)	2	969,5 ± 343,5 (391,2-1739,9)	27	826,7 ± 28,7 (406,4-847,1)	2	1411,5 ± 34,2 (1460,9-1385,1)	4	-	-
<b>LTP</b>	621,2 ± 79,9 (564,7-677,7)	2	707,5 ± 246,1 (245-1097,4)	27	515,4 ± 36,7 (489,4-541,4)	2	782,3 ± 88,8 (668,4-790,5)	4	-	-

Caracter morfológico	<i>Synthesium pontoporiae</i> sp.3		<i>Synthesium tursionis</i> sp.1		<i>Synthesium neotropicalis</i> sp.2		<i>Synthesium</i> sp. 41		<i>Synthesium</i> sp. 52	
	X ± dp	N	X ± dp	N	X ± dp	N	X ± dp	N	X ± dp	N
Extensão da vitelária	Vesícula seminal	3	Útero	29	Útero/Ovário	4	-	-	-	-
	51,8 ± 5,6 (45,4-55,4)	3	53,9 ± 4,7 (43,3-61,2)	29	57,4 ± 1,5 (55,5-59)	4	57,2 ± 2,7 (55,0-61,5)	5	58,6	1
CEg	26,9 ± 1,7 (25,0-28,2)	3	31 ± 2,7 (25-36,7)	29	33,1 ± 1,1 (32,1-34,2)	4	30,68 ± 2,8 (26,5-34,1)	5	34,0	1
	LEg									

\* medidas tomadas em milímetros

No levantamento bibliográfico realizado, a distinção entre as espécies de *Synthesium* foi determinada a partir de nove características principais encontradas nos espécimes analisados. Destas, sete são categóricas e não morfométricas: sendo elas comprimento do corpo, largura máxima, formato e posição da ventosa oral, formato da faringe, posição do acetábulo, formato e posição dos testículos e extensão da vitelária,

#### 4 DISCUSSÃO

A fauna parasitária identificada no trato gastrointestinal de *Sotalia guianensis* encontrados encalhados no litoral do Paraná é dominada pela presença de *Braunina cordiformes* e parasitos do gênero *Synthesium*. Neste estudo, apenas um espécime de acantocéfalo foi identificado, *Corynosoma cetaceum*. *C. cetaceum* é frequentemente associado a mamíferos marinhos, tendo sido registrado em diferentes hospedeiros como *Pontoporia blainvillei* encalhadas no litoral de São Paulo (Seabra, 2018) e no Rio Grande do Sul (Hoss *et al.*, 2017), assim como em pinípedes *Arctocephalus australis* do litoral do Rio Grande do Sul (Silva *et al.* 2013).

A ocorrência de *B. cordiformes* em *S. guianensis* foi registrada anteriormente no Paraná com prevalência de 17,6% (6/34) por Oliveira *et al.* (2006), e em 23% (11/49) dos hospedeiros analisados por Marigo *et al.* (2010). A prevalência encontrada no presente trabalho é superior às encontradas pelos trabalhos anteriores, o que pode estar relacionado com uma melhor representatividade trazida pelo tamanho amostral ou por fatores ambientais associados à ocorrência do parasito (Altizer *et al.*, 2006). A prevalência do gênero *Synthesium* apresentou

menores valores quando comparado aos achados por Marigo *et al.* (2010) (71,4%; 20/28). Os acantocéfalos encontrados por Oliveira *et al.* (2006) e Marigo *et al.* (2010) estavam presentes em seis dos hospedeiros amostrados e foram identificados como *Bolbossoma* sp., diferindo das espécies encontradas neste estudo. Estas variações podem ser reflexo de alterações na dieta dos botos-cinza ao longo do tempo, resultado semelhante ao apresentado pelos trabalhos realizados na região, visto que no litoral do Paraná apresentam um padrão alimentar bastante característico influenciado pela variação na disponibilidade de recursos dentro do estuário e ao longo da costa. (Godoi, 2021).

As prevalências encontradas para *B. cordiformis* (P= 31,8%) e *Synthesium* sp. (P= 25%) em machos quando comparadas a fêmeas (P= 25% e P= 23,2%, respectivamente), demonstrou que a probabilidade e intensidade de infecção não variou entre os sexos neste estudo. No entanto, em pesquisas anteriores (Zuk, 1990; Poulin, 1996; Grossman, 1989; Zuk & McKean, 1996) observou-se que variações nos padrões de infecção parasitária podem estar associadas ao sexo do hospedeiro (Zuk, 1990; Poulin, 1996). Do mesmo modo, alterações na prevalência ou intensidade de infecção são geralmente atribuídas a dois fatores principais: ecologia e fisiologia do hospedeiro (Zuk & McKean, 1996). Considerando os resultados obtidos neste estudo, a ausência de associação entre sexo e os parasitos digenéticos podem indicar que aspectos fisiológicos e comportamentais atribuídos ao sexo de *S. guianensis* não afetam a oportunidade e compatibilidade de infecção destes digenéticos nos hospedeiros. A similaridade quanto a exposição ao parasito precisará ser testada futuramente, pois alguns estudos de dieta da espécie observaram variações entre a diversidade de espécies consumidas por machos e fêmeas de boto-cinza, o que poderia indicar uso diferencial de áreas de alimentação (Di Benedetto *et al.*, 2017).

Um dos fatores a ser considerado na ecologia comportamental entre machos e fêmeas de *S. guianensis*, são padrões no gasto energético. Indivíduos de *S. guianensis* não demonstram comportamento seletivo quanto a escolha de presas (Zanelatto, 2001), porém deve-se considerar que na presença de filhotes em um grupo forrageando, os comportamentos diferem entre machos e fêmeas (Domit, 2006). Hospedeiros machos apresentam hábitos de forrageio mais abrangentes do que fêmeas devido ao menor vínculo parental (Zanelatto, 2001), refletindo

diretamente nos padrões alimentares associados a maiores taxas de consumo. Essa variação pode facilitar a susceptibilidade a estágios infecciosos de parasitos relacionados a chances de consumo de hospedeiros intermediários infectados (Zuk & McKean, 1996). Neste estudo, sugere-se que a dieta entre hospedeiros machos e fêmeas possa ter sido parecida durante o período de estudo, demonstrando que esta similaridade em *S.guianensis* não influencia padrões de infecção de parasitos digenéticos entre sexos, embora pesquisas futuras sejam necessárias para testar esta hipótese.

Em nossos resultados, encontramos uma maior probabilidade de infecção de *Synthesium* sp. em hospedeiros juvenis, quando comparado com adultos, o que pode estar relacionado a diferenças nos (1) hábitos alimentares nas diferentes fases de desenvolvimento, (2) a diferença na imunidade do hospedeiro, e (3) o tempo de exposição a estágios infecciosos do parasito entre os estágios de vida do hospedeiro. Estudos anteriores demonstraram que o estágio de desenvolvimento influencia nos padrões de infecção (Izhar & Ben-Amy, 2015; Sol, 2003). Por exemplo, hospedeiros juvenis das espécies *Delphinus delphis* e *Tursiops truncatus* apresentam maiores taxas infecções por parasitos do que indivíduos maduros (Tomo *et al.*, 2010), sugerindo que, devido à sua expectativa de vida mais longa e um sistema imunológico ainda em desenvolvimento (Izhar & Ben-Amy, 2015), possa ocorrer o aumento na susceptibilidade a infecções parasitárias. Menores taxas de infecção por *Synthesium* sp. em hospedeiros juvenis também podem estar associadas a diferenças nas áreas de forrageio dos indivíduos adultos e jovens de *S. guianensis* ao longo do litoral do Paraná (Santos *et al.*, 2010), bem como possíveis variações na dieta que incluem uma maior diversidade taxonômica consumida por hospedeiros mais velhos. Essa observação sugere que os juvenis possivelmente não estão se alimentando das mesmas presas, ou, ainda, que a diversidade de presas disponíveis para esses indivíduos seja reduzida, como proposto por Rodrigues *et al.* (2019), em uma população de *S. guianensis* residente no banco de Abrolhos, litoral norte do estado do Espírito Santo e sul do estado da Bahia, onde diferenças significativas nos itens encontrados na dieta apresentaram variações nos tamanhos e na diversidade de espécies consumidas por indivíduos juvenis e adultos.

É possível destacar ainda variações sazonais nos picos de infecção por *B. cordiformes* e *Synthesium* sp., demonstrando alternância na prevalência ao longo do período de estudo e associação positiva entre as espécies de parasitos. Hospedeiros encalhados no outono e primavera tendem a ter menor probabilidade de infecção por *Synthesium* spp. quando comparados aos encontrados no inverno. Este fenômeno pode refletir uma influência sazonal na taxa de recrutamento parasitário de hospedeiros infectados de *S. guianensis* no litoral do Paraná. Estudos demonstram que a ocorrência de infecções parasitárias e variações sazonais e anuais, tanto ambientais quanto de vida do hospedeiro, são correlacionadas e desempenham um papel fundamental no entendimento das relações ecológicas entre parasito e hospedeiro (Altizer *et al.*, 2006; García-Gallego *et al.*, 2023; Aznar *et al.*, 1995). Fatores físicos como variações de temperatura, precipitação e umidade podem intensificar, ou ainda modificar a durabilidade dos estágios infecciosos no ambiente, influenciando a possibilidade de encontro entre hospedeiro e parasito. Ainda, flutuações sazonais, quando associadas às taxas demográficas dos hospedeiros, podem se tornar um dos estressores que afetam o sistema imunológico da população (Mead & Potter, 1995; Altizer *et al.*, 2006). Estes fatores ecológicos dos hospedeiros, integrados com estudos da dieta poderão em abordagens futuras trazer respostas para avançar quanto ao conhecimento desta relação entre parasitos e hospedeiro.

Parasitos identificados como *Synthesium* sp. Morfotipo 3 difere de *S. tursionis* e *S. neotropicalis* na posição subterminal da ventosa oral, extensão da vitelária da porção final da vesícula seminal até a extremidade final do corpo e menor comprimento do corpo. Neste estudo encontramos variações de comprimento do corpo para *S. pontoporiae* com média de  $11,8 \pm 27,9$  (10,1-15,1) ampliando a plasticidade fenotípica para a espécie quando comparada aos achados em *Pontoporia blainvillei*, onde os espécimes apresentaram média 4,9mm (3,6–7,0) (Marigo *et al.* 2008). Espécimes identificados como *S. tursionis* apresentaram medidas de comprimento do corpo com média de  $17,0 \pm 49,2$  (9,5-27,4), largura máxima  $1,1 \pm 12,1$  (0,9-1,2), diferenciando dos achados por Marigo *et al.* (2008), 14,8mm (8,8–21,3) em espécimes encontrado em *Tursiops truncatus*, e Hafeezullah (1986), 6,3-14,0mm encontrados em espécimes de *Neophocaena phocaenoidis*.

Foram encontradas inconsistências taxonômicas associadas a identificação de espécimes identificados como *S. tursionis*. Fernandez *et al.* (1994) e Hafeezullah (1986), sugerem a presença de ventosa oral terminal como característica morfológica para identificar *S. tursionis*, enquanto Marigo (2008) e Lamothe-Argumedo (1987) apresentam uma ventosa oral subterminal. Neste estudo, foram consideradas as descrições morfológicas para *S. tursionis* realizadas por Fernandez *et al.* (1994) e, no presente estudo, considerou-se a posição da ventosa como sendo em posição terminal, visto que em estudos morfológicos realizados com outra espécie do mesmo gênero, *S. subtile* (Balbuena *et al.*, 1989), a presença de uma ventosa oral de mesmo formato, *cup shaped*, é definida em posição terminal. Aqueles identificados como *S. neotropicalis* apresentaram comprimento do corpo com média  $28,0 \pm 77,2$  (20-35,2), largura máxima  $0,9 \pm 35,5$  (0,9-1,0), ventosa oral terminal em formato redondo e vitelária se estendendo da porção final do útero até a extremidade final do corpo, demonstrando que o espécimes encontrados neste estudo são maiores quando comparados àqueles descritos por Ebert *et al.* (2017), onde o comprimento do corpo apresentou uma média de  $22,90 \pm 5,42$  (11,43–29,61) e largura máxima  $0,49 \pm 0,08$  (0,36–0,73).

O estudo da morfologia de *Synthesium* é frequentemente realizado por meio da avaliação morfométrica dos espécimes. Ao executar um levantamento bibliográfico para identificar os caracteres mensuráveis utilizados na identificação, foi possível notar a relevância das avaliações categóricas de certas estruturas nas definições taxonômicas que distinguem cada espécie. Visando auxiliar estudos sobre a fauna parasitária de diferentes hospedeiros que abrigam parasitos do gênero *Synthesium*, foi proposta uma chave de identificação. Esta chave foi elaborada através da avaliação de estruturas taxonômicas de fácil identificação e considerando a dificuldade de acesso a espécimes em bom estado de conservação devido aos estágios de decomposição avançada dos hospedeiros encontrados, sugerindo a unificação de avaliações morfométricas e categóricas para a diferenciação taxonômica desses parasitos. Chaves como esta já foram propostas para avaliar sistemática de espécies de parasitos auxiliando a identificação ao menor nível taxonômico possível (Gibson, 2002) e, em geral, trazem avanços por oportunizar que pesquisadores de outras regiões avancem nas descrições da fauna parasitária e assim ampliem a discussão ecológica das relações hospedeiro-

parasito, assim como possam utilizar a descrição parasitologia em estudos populacionais, conforme propõe o PAN de cetáceos marinhos para as avaliações de *S. guianensis* e *P. blainvillei* (ICMBIO, 2018)

## 5 CONCLUSÃO

Foi caracterizada a fauna parasitária do sistema digestivo de *S. guianensis*, uma espécie ameaçada e com grande importância ecológica na região litorânea do Paraná. Foram encontrados caracteres taxonômicos no gênero *Synthesium* que possibilitaram a elaboração de uma chave-dicotômica que pode auxiliar diretamente nos avanços do conhecimento sistemático destes digenéticos e discussões ecológicas relacionadas. Além disso, identificamos associações ecológicas entre hospedeiro, coinfeção e temporalidade com os parâmetros de infecção dos grupos de parasitos mais prevalentes na população de *S. guianensis* amostrada, indicando uma complexidade nos padrões de infecção de parasitos do sistema digestório. Compreender e prever como a composição e abundância de parasitas variam entre populações e hospedeiros é um objetivo central na ecologia de parasitas. A infecção parasitária em diferentes hospedeiros parece ser influenciada por diversos fatores, incluindo estágio de desenvolvimento, hábitos alimentares, tempo de exposição e resposta imunológica. Essas variáveis tornam os estudos das interações parasita-hospedeiro dinâmicos e multifacetados, exigindo abordagens detalhadas para identificação de padrões claros, assim como para avanços na contribuição de parâmetros bioecológicos e evolutivos de espécies marinhas.

## REFERÊNCIAS

- ALERSTAM, T.; HEDENSTRÖM, A.; ÅKESSON, S. Long-distance migration: evolution and determinants. **Oikos**, v. 103, n. 2, p. 247-260, 2003.
- ALONSO, M. B. *et al.* Occurrence of chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs) in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from Ubatuba and Baixada Santista, São Paulo, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, p. 123-130, 2010.
- ALTIZER, S. *et al.* Seasonality and the dynamics of infectious diseases. **Ecology letters**, v. 9, n. 4, p. 467-484, 2006.
- AZEVEDO, A. F. *et al.* Human-induced injuries to marine tucuxis (*Sotalia guianensis*)(Cetacea: Delphinidae) in Brazil. **Marine Biodiversity Records**, v. 2, p. e22, 2009.

- AZNAR, F. J. *et al.* Helminths as biological tags for franciscana (*Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) in Argentinian and Uruguayan waters. **Oceanographic Literature Review**, v. 9, n. 43, p. 927, 1996.
- AZNAR, F. J.; BALBUENA, J. A.; RAGA, J. A. Are epizoites biological indicators of a western Mediterranean striped dolphin die-off?. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 18, p. 159-159, 1994.
- AZNAR, F. J. *et al.* Living together: the parasites of marine mammals. **Marine mammals: biology and conservation**, p. 385-423, 2001.
- BALBUENA, J. A. *et al.* Parasites as indicators of social structure and stock identity of marine mammals. In: **Developments in marine biology**. Elsevier Science, 1995. p. 133-139.
- BALBUENA, J. A.; RAGA, J. A. Ecology and host relationships of the whale-lice *Isocyamus delphini* (Amphipoda: Cyamidae) parasitizing long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) off the Faroe Islands (Northeast Atlantic). **Canadian journal of zoology**, v. 69, n. 1, p. 141-145, 1991.
- BALBUENA, J. A.; RAGA, J. A. Intestinal helminths as indicators of segregation and social structure of pods of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) off the Faroe Islands. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, n. 3, p. 443-448, 1994.
- BENEDITTO, A.D., BADIA, C.D., & SICILIANO, S. 2017. On the feeding habit of the Guiana Dolphin *Sotalia guianensis* (van Bénédèn, 1864) (Mammalia: Cetartiodactyla: Delphinidae) in southeastern Brazil (~220S): has there been any change in more than two decades? **Journal of Threatened Taxa**, 9, 9840-9843.
- BENEDITTO, A. P. M. Di; RAMOS, R. M. A.; LIMA, N. R. W. Fishing activity in northern Rio de Janeiro State (Brazil) and its relation with small cetaceans. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 41, p. 296-302, 1998.
- BUSH, A. O. *et al.* Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. **The Journal of parasitology**, p. 575-583, 1997.
- CROMPTON, D. W. T. The sites occupied by some parasitic helminths in the alimentary tract of vertebrates. **Biological Reviews**, v. 48, n. 1, p. 27-83, 1973.
- DAILEY, M. D. Preparation of parasites for identification and cataloging. **The Journal of Zoo Animal Medicine**, v. 9, n. 1, p. 13-15, 1978.
- DAILEY, M. D.; VOGELBEIN, W. K. Parasite fauna of 3 species of Antarctic whales with reference to their use as potential stock indicators. **Fishery Bulletin**, v. 89, n. 3, p. 355, 1991.
- DAILEY, M. D.; WALKER, W. A. Parasitism as a factor (?) in single strandings of southern California cetaceans. **The Journal of Parasitology**, p. 593-596, 1978.
- DELYAMURE, S. L. *et al.* Helminthological comparison of subpopulations of Bering Sea spotted seals, *Phoca largha* Pallas. **Soviet-American cooperative research on marine mammals**, v. 1, p. 61-65, 1984.
- DOMICIANO, I. G. *et al.* Enfermidades e impactos antrópicos em cetáceos no Brasil. **Clínica Veterinária**, v. 99, p. 100-110, 2012.
- DOMIT, C. Comportamento de pesca do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Beneden, 1864). Dissertação—**Universidade Federal do Paraná**, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia.: [s.n.]. 2006
- DOMIT, C. *et al.* Report of the *Sotalia guianensis* pre-assessment workshop: main results and status of the current knowledge. **J. Cetacean Res. Manag.** (suppl.), 22 (2021), pp. 333-378
- DORNELES, P. R. *et al.* Anthropogenic and naturally-produced organobrominated compounds in marine mammals from Brazil. **Environment International**, v. 36, n. 1, p. 60-67, 2010.

EBERT, M. B. *et al.* A new *Synthesium* species (Digenea: Brachycladiidae) from the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) in Southwestern Atlantic waters. **Parasitology research**, v. 116, p. 1443-1452, 2017.

FERNÁNDEZ, M. *et al.* Biometric variability of *Hadwenius tursionis* (Marchi, 1873)(Digenea, Campulidae) from the intestine of the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). **Systematic Parasitology**, v. 30, p. 67-76, 1995.

FERNÁNDEZ, M.; BALBUENA, J. A.; RAGA, J. A. *Hadwenius tursionis* (Marchi, 1873) n. comb.(Digenea, Campulidae) from the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) in the western Mediterranean. **Systematic Parasitology**, v. 28, n. 3, p. 223-228, 1994.

FLEISCHMAN, R. W.; SQUIRE, R. A. Verminous pneumonia in the California sea lion (*Zalophus californianus*). **Pathologia veterinaria**, v. 7, n. 2, p. 89-101, 1970.

GARCÍA-GALLEGO, A. *et al.* Temporal and geographical changes in the intestinal helminth fauna of striped dolphins, *Stenella coeruleoalba*, in the western Mediterranean: a long-term analysis (1982-2016). **Frontiers in Marine Science**, v. 10, p. 1272353, 2023.

GERACI, J. R.; AUBIN, D. J. St. Effects of parasites on marine mammals. **International journal for parasitology**, v. 17, n. 2, p. 407-414, 1987.

GERACI, J. R.; LOUNSBURY, V. J. **Marine mammals ashore: a field guide for strandings**. National Aquarium in Baltimore, 2005.

GIBSON, D. I.; JONES, A.; BRAY, R. A. (Ed.). Keys to the Trematoda: Volume 1. **CABI publishing**, 2002.

GNANADESIKAN, G. E. *et al.* Evolution of mammalian migrations for refuge, breeding, and food. **Ecology and Evolution**, v. 7, n. 15, p. 5891-5900, 2017.

GODOI, L. A. P. **Ecologia alimentar de *Sotalia guianensis* em um complexo estuarino no litoral do estado do Paraná**. 2021. 32 f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

GROSSMAN, C. Possible underlying mechanisms of sexual dimorphism in the immune response, fact and hypothesis. **Journal of steroid biochemistry**, v. 34, n. 1-6, p. 241-251, 1989.

HAFEEZULLAH, M. On a trematode (Digenea: Campulidae) of a marine mammal from Arabian Sea. **Records of the Zoological Survey of India**, p. 41-48, 1986.

HELLE, E.; VALTONEN, E. T. Comparison between spring and autumn infection by *Corynosoma* (Acanthocephala) in the ringed seal *Pusa hispida* in the Bothnian Bay of the Baltic Sea. **Parasitology**, v. 82, n. 2, p. 287-296, 1981.

HERMOSILLA, C. *et al.* Endoparasite survey of free-swimming baleen whales (*Balaenoptera musculus*, *B. physalus*, *B. borealis*) and sperm whales (*Physeter macrocephalus*) using non/minimally invasive methods. **Parasitology Research**, v. 115, p. 889-896, 2016.

HOSS, D.; VALENTE, A. L.; OTT, P. H. Gastrointestinal helminths of the franciscana *Pontoporia blainvillei* (Mammalia: Cetartiodactyla) in the northern coast of Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 1, 2017.

IZHAR, R.; ROUTTU, J.; BEN-AMI, F. Host age modulates within-host parasite competition. **Biology Letters**, v. 11, n. 5, p. 20150131, 2015.

JONES, Arlene; BRAY, Rodney Alan; GIBSON, David Ian (Ed.). **Keys to the Trematoda**. Wallingford: CABI, 2005.

- KROTOV, A.I.; DELAMURE, S. L. On the parasitic worms of mammals and birds of the USSR. **Trudy gelmintologicheskoi laboratorii** (Transactions of the Helminthological Laboratory of the USSR Academy of Sciences). vol. 6, p. 278-292, 1952
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R. Tremátodos de mamíferos ||| Hallazgo de *Synthesium trusionis* (Marchi, 1873) Stunkard y Alvey 1930 en *Phocoena sinus* (PHOCOENIDAE) en el Golfo de California, México. **Anales del Instituto de Biología**, UNAM, Serie Zoología, v. 58, n. 1, p. 11-20, 1988.
- MARIGO, J. *et al.* Helminths of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) from the south and southeastern coasts of Brazil. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 46, n. 2, p. 599-602, 2010.
- MARIGO, J. *et al.* Redescription of *Synthesium pontoporiae* n. comb. with notes on *S. tursionis* and *S. seymouri* n. comb. (Digenea: Brachycladiidae Odhner, 1905). **Journal of Parasitology**, v. 94, n. 2, p. 505-514, 2008.
- MEAD, J. G.; POTTER, C. W. Recognizing two populations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) of the Atlantic coast of North America-morphologic and ecologic considerations. 1995.
- OLSSON, I. C. *et al.* Environmentally induced migration: the importance of food. **Ecology letters**, v. 9, n. 6, p. 645-651, 2006.
- POULIN, R. Helminth growth in vertebrate hosts: does host sex matter?. **International Journal for Parasitology**, v. 26, n. 11, p. 1311-1315, 1996.
- RAGA, J. A. *et al.* *Hadwenius pontoporiae* sp. n. (Digenea: Campulidae) from the intestine of Franciscana (Cetacea: Pontoporiidae) in Argentinian waters. **Journal of the Helminthological Society of Washington**, v. 61, n. 1, p. 45-49, 1994.
- RAGA, J. A. *et al.* Parasites. In: **Encyclopedia of marine mammals**. Academic Press, 2009. p. 821-830.
- RODRIGUES, L. A. *et al.* Diet and foraging opportunism of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in the Abrolhos Bank, Brazil. **Marine mammal science**, v. 36, n. 2, p. 436-450, 5 dez. 2019.
- ROSAS, F. C. W.; MONTEIRO-FILHO, E. LA. Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Paraná, southern Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 2, p. 507-515, 2002.
- SANTOS, MC de O. *et al.* Group size and composition of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (van Beneden, 1864) in the paranaguá estuarine complex, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, p. 111-120, 2010.
- SEABRA, C. B. Helminthos gastrointestinais de toninha, *Pontoporia blainvillei* (Cetartiodactyla; Pontoporiidae), do litoral de São Paulo, Brasil. 2018.
- SHAW, Allison K. *et al.* Host migration strategy is shaped by forms of parasite transmission and infection cost. **Journal of Animal Ecology**, v. 88, n. 10, p. 1601-1612, 2019.
- SHIOZAKI, Akira *et al.* Revision of the taxonomic status of *Synthesium elongatum* (Ozaki, 1935) (Brachycladiidae), an intestinal digenean of narrow-ridged finless porpoise (*Neophocaena asiaeorientalis*). **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 81, n. 4, p. 601-607, 2019.
- SILVA, Renato Z.; COUSIN, João Carlos B.; PEREIRA JR, Joaber. *Corynosoma cetaceum* Johnston & Best, 1942 (Acanthocephala, Polymorphidae) in *Arctocephalus australis* Zimmermann, 1783 (Mammalia: Pinnipedia): Histopathology, parasitological indices, seasonality and host gender influences. **Estudos de Biologia**, v. 35, n. 85, 2013.
- SIMÕES-LOPES, Paulo Cesar; XIMENEZ, Alfredo. O impacto da pesca artesanal em área de nascimento do boto cinza, *Sotalia fluviatilis*, (Cetacea, delphinidae) SC, Brasil. **Biotemas**, v. 3, n. 1, p. 67-72, 1990.

SOL, Daniel; JOVANI, Roger; TORRES, Jordi. Parasite mediated mortality and host immune response explain age-related differences in blood parasitism in birds. **Oecologia**, v. 135, p. 542-547, 2003.

TOMO, Ikuko; KEMPER, Catherine M.; LAVERY, Trish J. Eighteen-year study of South Australian dolphins shows variation in lung nematodes by season, year, age class, and location. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 46, n. 2, p. 488-498, 2010.

VAN BRESSEM, M.-F.; DE OLIVEIRA SANTOS, Marcos César; DE FARIA OSHIMA, Júlia Emi. Skin diseases in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from the Paranaguá estuary, Brazil: a possible indicator of a compromised marine environment. **Marine environmental research**, v. 67, n. 2, p. 63-68, 2009.

ZANELATTO, R. C. Dieta do Boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (CETACEA, DELPHINIDAE), no complexo estuarino da Baía de Paranaguá e sua relação com a ictiofauna estuarina. Dissertação—**Universidade Federal do Paraná**, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - 2001.

ZHANG, Quan-Guo; BUCKLING, Angus. Migration highways and migration barriers created by host-parasite interactions. **Ecology Letters**, v. 19, n. 12, p. 1479-1485, 2016.

ZUK, M. Reproductive strategies and disease susceptibility: an evolutionary viewpoint. **Parasitology today**, v. 6, n. 7, p. 231-233, 1990.

ZUK, Marlene; MCKEAN, Kurt A. Sex differences in parasite infections: patterns and processes. **International journal for parasitology**, v. 26, n. 10, p. 1009-1024, 1996.