

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Bioacumulação e capturas incidentais:  
Revisão bibliográfica sobre os principais fatores de ameaça à conservação  
da toninha (*Pontoporia blainvillei*) ao longo da sua distribuição**

Ana Carolina Rezende Hespanholo

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Ciências Biológicas da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Ituiutaba-MG

Janeiro - 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Bioacumulação e capturas incidentais:  
Revisão bibliográfica sobre os principais fatores de ameaça à conservação  
da toninha (*Pontoporia blainvillei*) ao longo da sua distribuição**

Ana Carolina Rezende Hespanholo

Orientadora: Kátia Gomes Facure Giaretta

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Ciências Biológicas da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Ituiutaba - MG

Janeiro - 2023

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus, pela oportunidade de finalizar mais um dos ciclos mais importantes da minha vida.

A minha família, principalmente aos meus pais, Paula e Leandro, que nunca mediram esforços quando o assunto era a realização de sonhos e investiram na minha formação, me oferecendo todo o suporte necessário, apoiando em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis para que eu chegasse até aqui. A minha irmã, Ana Clara, que desde pequena se orgulha grandemente da minha trajetória e também foi de suma importância até aqui. Amor e gratidão infinito por vocês.

A minha segunda mãe, minha avó, Lazara, que esteve comigo em todos os momentos da minha vida, sempre se preocupando, cuidando, se fazendo presente, vibrando pelo meu sucesso e me ensinando valores.

Aos amigos de Ituiutaba, em especial, aos que ganhei no início da graduação, Sara, Helena, Jady, e Matheus que me acompanharam, acolheram e tornaram-se minha família longe de casa e aos amigos que vieram ao longo do tempo e são extremamente especiais, Gabriela, Ana Beatriz, Maria Vitória, Rafaella, Maria Eduarda, Maria Luiza, Sofia, João Gabriel, João Victor, Giovanni, Ernesto e Andrik. Gratidão por poder passar momentos incríveis ao lado de vocês, por estarem comigo em momentos de angústia e tristeza, tornando esse percurso mais leve e prazeroso. Vocês sempre terão um lugar especial e único no meu coração.

Aos meus amigos de São Joaquim, em especial, Vitória, Laisla, Idevanir e Felipe, que sempre se preocuparam, acolheram, torceram e me incentivaram a seguir meus sonhos, sendo pessoas de extrema importância e mostrando que sempre estarão presentes, mesmo de longe. Muito amor e gratidão por vocês.

Ao meu namorado, Lucas, que chegou na minha vida no finalzinho da minha graduação, mas que vivenciou e me apoiou nos momentos mais difíceis, de incertezas e medos. Que tentou sempre me mostrar o lado bom das coisas, muitas vezes acreditando mais em mim, do que eu mesma. Amo você e sou eternamente grata por toda a paciência e companheirismo.

Ao corpo docente do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Uberlândia, *campus* Pontal. Em especial a minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dra<sup>a</sup> Kátia Gomes Facure Giaretta, por toda dedicação, atenção, paciência, orientação e aprendizado durante esse processo.

E por fim, ao meu avô, Roberto, que não está mais presente, mas carrega consigo a responsabilidade de parte da minha escolha de graduação, e que com certeza, se orgulha. Muita gratidão, amor e saudade!

## RESUMO

A intensa exploração dos recursos marinhos, juntamente com o aumento expressivo da poluição nos oceanos e a pesca irregular traz inúmeras consequências para os animais deste meio. No Brasil, a toninha (*Pontoporia blainvillei*), mamífero pertencente a ordem Cetacea e atualmente classificada Criticamente em Perigo (CR) no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, é uma das espécies atingidas por esses fatores. A bioacumulação é o processo em que o organismo absorve poluentes disponíveis no meio, a partir de todas as suas vias de exposição e esses são transferidos entre indivíduos pela cadeia alimentar. Desse modo, a presente revisão bibliográfica buscou descrever e quantificar (média, ng/g) a presença de metais pesados, poluentes orgânicos persistentes (POPs) e detritos plásticos (DT) nos tecidos e órgãos de 378 indivíduos, em dois países de ocorrência da espécie, Brasil e Argentina, oriundos de necropsia pós captura incidental ou encalhe. Os dados foram coletados utilizando o Google Scholar, no período de 15 anos (2007-2022), buscando por artigos científicos nacionais e internacionais, teses de doutorados, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso e resumos expandidos. Foram selecionados nove trabalhos, que se encaixavam nos temas “bioacumulação” ou “bioaccumulation”, “poluição” ou “pollution”, “incidental capture” ou “captura incidental”. Notou-se que existe uma expressiva concentração dessas substâncias nos tecidos, devido à alta exposição da espécie e que ao longo do tempo diversas consequências podem ocorrer. Ademais, demonstra que a captura incidental é uma das maiores causas de morte da *Pontoporia blainvillei*.

**Palavras-chave:** Cetacea; POPs; metais pesados; poluição; plástico; mercúrio; preservação.

## **LISTA DE FIGURA**

Figura 1 - Fluxograma demonstrando a ordem do processo de seleção dos artigos do levantamento bibliográfico.

16

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1 - Distribuição dos locais de estudo dos trabalhos selecionados.	17
Tabela 2 - Informações sobre os trabalhos selecionados na presente revisão.	18
Tabela 3 - Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) de acordo com a sua categorização.	19
Tabela 4 - Categorias de classificação dos metais pesados conforme interação com organismos vivos.	22

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Popularmente conhecida como franciscana, toninha, manico, boto-garrafa e boto-cachimbo (PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DO PEQUENO CETÁCEO TONINHA: *PONTOPORIA BLAINVILLEI*, 2010, p. 15), a *Pontoporia blainvillei* (GERVAIS & D'ORBIGNY, 1844) é um mamífero pertencente à ordem Cetacea, subordem Odontoceti e família Pontoporiidae, da qual é, atualmente, a única representante vivente (SANTOS, 2011). Sua distribuição é restrita às águas costeiras do Oceano Atlântico Sul Ocidental e são encontradas desde Itaúnas, Espírito Santo, Brasil, até o Golfo San Mathias, Chubut, Argentina (FERREIRA et al., 2010). É endêmica das águas costeiras do Brasil, Uruguai e Argentina, porém, sua distribuição não é contínua, uma vez que de Regência, no Espírito Santo, até Barra do Itabapoana, no norte do estado do Rio de Janeiro, e de Macaé à Ilha Grande, no sul do Rio de Janeiro, a espécie não ocorre, pois não existem registros de franciscanas baseados em monitoramento de capturas acessórias, pesquisas de praia para animais encalhados e levantamentos aéreos (DO AMARAL et al., 2018). O isolamento das populações é causado por características como temperatura, profundidade e transparência da água (SICILIANO et al., 2002). A espécie possui um maior número de registros em regiões de 30 metros de profundidade, no entanto, o habitat principal delas são regiões estuarinas e costeiras com profundidade de até 50 metros (PINEDO et al., 1989, DI BENEDITTO; RAMOS, 2001).

A idade máxima conhecida para as toninhas é de 21 anos e o ciclo de vida varia de acordo com a distribuição geográfica, sendo considerado um dos menores ciclos de vida entre os cetáceos. O tempo de gestação das fêmeas dura em torno de 11 meses e a lactação em torno de nove meses, gerando apenas um filhote a cada um ou dois anos e os picos de nascimento ocorrem na primavera e verão (PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DO PEQUENO CETÁCEO TONINHA: *PONTOPORIA BLAINVILLEI*, 2010, p. 19). Existem características morfológicas que tornam possível a distinção do sexo, sendo elas a posição do umbigo, fendas genitais e ânus. Além disso, no dimorfismo sexual relacionado ao tamanho, notou-se que as fêmeas são maiores que os machos (BARBATO, 2008). Os machos podem atingir, em sua maturidade sexual, 1,27 m e as fêmeas 1,38 m de tamanho médio (DANILEWICZ, 2003, DANILEWICZ et al, 2004).

A alimentação sólida inicia-se a partir de dois meses de idade (PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DO PEQUENO CETÁCEO TONINHA: *PONTOPORIA BLAINVILLEI*, 2010, p. 20) e é constituída por peixes teleósteos, moluscos cefalópodes e crustáceos (DI BENEDITTO; RAMOS, 2001), variando de acordo com os



recursos presentes no local e se distingue entre os indivíduos da população (DURELL, 2000). Tanto fatores intrínsecos, quanto extrínsecos, como a abundância e qualidade de recursos presentes no ambiente, influenciam diretamente o comportamento alimentar das toninhas. Sendo assim, apresentam dieta diversificada, já que a disponibilidade dos recursos não é homogênea, e a espécie é considerada oportunista. Uma presa presente na dieta das toninhas há décadas é a *Micropogonias furnieri* (Teleostei), conhecida popularmente como corvina, porém, como consequência da sobrepesca, atualmente não é facilmente encontrada nas áreas onde a espécie habita, deixando de ser efetivamente presente na dieta (SILVA, 2011).

Apesar de não serem conhecidos os efeitos da variação alimentar sobre a fauna parasitária (ROCHA et al., 2010), os parasitas gastrointestinais são transmitidos para as toninhas após a ingestão de presas que atuam como hospedeiros (MARCOGLIESE, 2002). Na costa Sul do Rio Grande do Sul:

Quatro espécies de helmintos foram identificadas: *Synthesium pontoporiae* (= *Hadwenius pontoporiae* - Marigo et. al., 2008), *Polymorphus cetaceum* (Acanthocephala: Polymorphidae), *Corynosoma australe* (Acanthocephala: Polymorphidae), *Bolbossoma turbinella* (Acanthocephala: Polymorphidae). Nematoda parasitos foram encontrados, porém, ainda não identificados. (ROCHA et al., 2010, p. 2).

No litoral de São Paulo, “dos 214 parasitas encontrados no estômago, 50 espécimes corresponderam a *Corynosoma cetaceum*, 146 a *Synthesium pontoporiae* e 18 apresentaram *Synthesium sp.*” (SEABRA, 2015, p. 26).

Um estudo realizado na Argentina conseguiu identificar um padrão de distribuição de parasitas no intestino, em franciscanas da Província de Buenos Aires (AR), do Rio Grande do Sul, do Paraná e do sul de São Paulo. Foram encontrados no intestino das toninhas *H. pontoporiae* e *Pholeter gastrophilus*, enquanto *Hadwenius pontoporiae* ocorreu somente na porção inicial do órgão, não apresentando distribuição constante como os outros parasitas (MARIGO et al., 2002).

A *Pontoporia blainvillei* possui classificação Criticamente em Perigo (CR) no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, mas não possui indício de exploração direta (LIVRO VERMELHO DA FAUNA BRASILEIRA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO, 2018, p. 146). São escassas as informações sobre a morte natural das toninhas, no entanto, elas fazem parte da predação de algumas espécies de tubarões (tintureira (*Galeocerdo cuveri*), cação-bruxa (*Notorynchus cepedianus*), tubarão martelo (*Sphyrna spp.*) e de orcas (*Orcinus*

orca) (PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DO PEQUENO CETÁCEO TONINHA: *Pontoporia blainvillei*, 2010, p. 20).

O fator responsável pela ameaça de extinção é a intensa exploração dos recursos marinhos que vem causando uma forte consequência às espécies marinhas, tornando a toninha o cetáceo com o maior risco de extinção na América do Sul, devido ao seu hábito costeiro e a interação com a pesca (ROSA, 2019). Nos litorais do sul do Brasil, Uruguai e Argentina ocorre o maior número de capturas incidentais (SECCHI et al., 2004), principal fator não natural que coloca a espécie em risco, devido ao uso de redes de emalhar (FIZZERA et al., 2012), que ocorre excessivamente nas áreas que a espécie habita. As taxas de mortalidade variam de acordo com a área e em torno de mil mortes anualmente, porém, os dados não são totalmente precisos, pois podem ocorrer capturas por outros tipos de pesca não monitoradas, os registros podem ser omitidos e pode haver capturas não identificadas (LIVRO VERMELHO DA FAUNA BRASILEIRA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO, 2018, p. 143-146). Portanto, é de suma importância controlar os impactos causados pela pesca, para garantir a manutenção das populações de toninhas nas regiões de ocorrência da espécie (FRIZZERA et al., 2012). Nesse sentido, os pescadores artesanais possuem um importante papel, uma vez que as experiências pessoais relatadas e as transmissões culturais que são passadas sucessivamente, representam um recurso importante na obtenção de informações biológicas e ecológicas da interação de cetáceos com a pesca, e o estudo responsável por isso é etnobiologia (conhecimento tradicional de um determinado povo) que além de auxiliar na avaliação do impacto ecológico, identifica comportamentos e interações que poderão ser usadas em novos estudos sobre as espécies (CASTILHOS, 2014).

Outro fator de ameaça à *Pontoporia blainvillei* é a poluição. A ingestão de plástico representa um risco considerável na conservação da toninha, ademais, fertilizantes, esgoto doméstico e industrial, derramamento de óleo, metais pesados, pesticidas e sedimento da erosão de solos contaminados também geram um alto impacto poluente no ecossistema marinho e acabam afetando a espécie (DENUNCIO et al., 2011). Análises estomacais demonstram a ingestão de materiais sintéticos provenientes da pesca, como pedaços de redes de nylon, celofane e plástico e, apesar dos reais efeitos desses resíduos sobre a saúde das toninhas serem desconhecidos, não há como serem positivos (LIVRO VERMELHO DA FAUNA BRASILEIRA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO, 2018, p. 146).

Os metais pesados estão entre os principais poluentes em ambientes marinhos (GERPE et al., 2002) e a concentração desses metais nos tecidos dos cetáceos é o reflexo dos ambientes que os circundam (PANEBIANCO et al., 2012). O termo metal pesado designa elementos

químicos de alta densidade quando comparados a outros elementos comuns, com nível de toxicidade mesmo em baixas doses (MANZINI; SÁ; PLICAS, 2010).

Alguns poluentes provenientes de atividades industriais e da agricultura, são representados por um grupo chamado de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) e são definidos como: semivoláteis, bioacumulativos, persistentes e tóxicos, considerados de difícil biodegradação, hidrofóbicos e lipofílicos, gerando a bioacumulação (GONÇALVES, 2011). A bioacumulação e a biomagnificação de compostos hidrofóbicos nas camadas de gordura da *Pontoporia blainvillei* faz com que a mesma seja considerada como um “bioindicador” de poluentes, devido ao seu nível na cadeia alimentar (SANTOS; HAIMOVICI, 2002, SEIXAS et al., 2007).

Nesse sentido, encontra-se o Plano de Ação Nacional (PAN) para a Conservação da Toninha (ICMBio, 2010) e o Plano de Ação Nacional para a Conservação de Pequenos Cetáceo (ICMBio, 2010). Nesses planos são sugeridas algumas ações de conservação voltadas para o problema das capturas incidentais como a redução do esforço pesqueiro, a criação de área marinhas protegidas, o melhor controle do impacto ambiental de atividades e empreendimentos nas regiões de ocorrência da espécie, além do desenvolvimento de estratégias públicas para gerar conhecimento sobre as toninhas e seus problemas de conservação (LIVRO VERMELHO DA FAUNA BRASILEIRA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO, 2018, p. 147).

## 2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A presente revisão bibliográfica justifica-se pela imensa exploração dos recursos marinhos e as consequências na vida das espécies. A intensa poluição e a pesca incidental são os maiores fatores que colocam a *Pontoporia blainvillei* em risco de extinção. A pesca incidental ou bycatch (captura acessória) é um dos grandes problemas para mamíferos marinhos, e faz referência às espécies que não são o alvo das pescarias, mas que são capturadas por acidente junto com as espécies-alvo. Pode ocorrer durante a colocação dos petrechos de pesca, ainda em alto mar, pescando ou no momento que esses são recolhidos (DOLMAN; MOORE, 2017). As espécies capturadas acidentalmente são malquistas por pescadores, uma vez que não possuem valor comercial, apresentam proteção perante a lei e constam na lista de ameaça de extinção (KING, 2007). De toda forma, seja acidental ou proposital, a pesca foi um fator colaborativo na extinção de inúmeros mamíferos marinhos, pois características como a baixa capacidade reprodutiva tornam esses animais muito vulneráveis (POWLES et al., 2000)

As redes de emalhar, utilizadas na pesca, apontam as maiores taxas de captura incidental de cetáceos, causando problemas na reabilitação ao habitat e muitas vezes levando a espécie a óbito (FIZZERA et al, 2012). Inúmeros danos são causados a estes cetáceos, como abrasões na pele, amputações, danos aos pulmões, ossos quebrados e hemorragia, além de ser considerada a principal causa de morte por asfixia dos indivíduos (DOLMAN; MOORE, 2017). Existem hipóteses para explicar as causas dessa interação negativa, entre elas, a não detecção das redes, a não percepção delas como algo que ofereça risco, a não utilização da ecolocalização em áreas de alimentação e a curiosidade do animal na rede ou nos peixes que ficam nelas, hipóteses essas, que contribuem na pesca incidental, isoladamente ou em conjunto (ROSA, 2019). As toninhas são capturadas devido a mudanças na atenção ou mascaramento auditivo, que reduz sua ecolocalização, fazendo com que as mesmas não detectem as redes de pesca (NIELSEN et al., 2012).

A contaminação ambiental afeta diversos ecossistemas (MARCOVECCHIO, 2000). Os esgotos que são descarregados diretamente em praias e rios sem tratamento, lixões perto de mananciais de rios, atividades industriais e portuárias e a exploração de recursos minerais, são consideradas as maiores fontes de contaminação marinha (WEBER, 2003). O plástico possui decomposição lenta (500 anos) e ao se fragmentar da origem aos microplásticos, que além da “liberação dos aditivos químicos, tais como, estabilizantes, corantes, plastificantes, retardantes de chama, entre outros” (MONTAGNER et al., 2021) que causa a contaminação, se espalham no ambiente marinho e, por serem desconhecidos pelos animais, são ingeridos acidentalmente e, após a realização de necropsias, são detectados nos estômagos. Em cetáceos, esses detritos

são ingeridos frequentemente em pequenas quantidades e podem trazer efeitos a longo prazo, como o bloqueio do trato digestório (JACOBSEN et al., 2010).

A exposição que animais marinhos se encontram em relação aos metais pesados é um problema que pode levar a danos subletais (mutações, disfunções endócrinas e imunodepressão) e até a morte (WALLNER-KERSANACH; BIANCHINI, 2008). Entre os metais pesados, estão o cádmio, mercúrio e chumbo, que mesmo em concentrações baixas, são considerados potencialmente tóxicos, causando desordens patológicas nos organismos (STORELLI et al., 2005). O mercúrio, um elemento comumente encontrado e estudado, pode ser identificado no ambiente sobre três formas químicas: mercúrio metálico (Hg<sup>0</sup>), mercúrio orgânico e o mercúrio inorgânico (GUARI, 2016), que apresenta duas espécies oxidadas, sendo elas o Hg<sup>2+</sup> (íon mercúrico) e Hg<sup>2+</sup> (íon mercurioso), forma essa predominante no sedimento de fundo e material particulado, sendo incorporado basicamente por organismos detritívoros nas teias alimentares (LACERDA; MALM, 2008). Sua entrada na teia alimentar ocorre através dos primeiros níveis tróficos dessa, representados pelos organismos unicelulares como fitoplâncton ou bactérias, onde o metal permeia a barreira lipídica da membrana celular (MOREL et al., 1998). O mercúrio está presente no ambiente marinho e os animais deste meio se tornam expostos através do pulmão, por vias respiratórias e ingerindo alimentos com alto nível de contaminação, por via digestiva, além da transferência horizontal (mãe-filhote), através da placenta ou leite materno (DAS et al., 2003). Entre os danos causados pela exposição ao mercúrio, aqueles relacionados ao sistema nervoso central dos mamíferos é o principal, levando a alterações motoras, comportamentais e sensoriais, além de prejudicar também o sistema imunológico (GUARI, 2016).

Os “Poluentes orgânicos persistentes (POPs) são substâncias químicas que persistem no meio ambiente, são bioacumulativas e altamente tóxicas” (ALBUQUERQUE, 2003). O Programa Internacional de Segurança Química, em 1995, identificou 12 substâncias como POPs, formadas a partir de processos industriais, como na combustão de matérias orgânicas com presença de cloro, sendo elas, os oito agrotóxicos: aldrin, dieldrin, clordano, endrin, diclorodifeniltricloroetano (DDT), heptacloro, toxafeno e mirex, dois produtos industriais, com ação inseticida: bifenilos policlorados (PCBs) e hexaclorobenzeno (HCB) e as dioxinas e furanos (UNEP, 1995; USEPA, 2009). Durante a 4ª Conferência das Partes, em 2009, houve a adição de nove POPs, na lista: alfa-hexaclorociclohexano ( $\alpha$ -HCH), beta-hexaclorociclohexano ( $\beta$ -HCH), hexabromobifenil (HBB), éter hexabromodifenil e éter heptabromodifenil (octaBDE), éter tetrabromodifenil e éter pentabromodifenil (pentaBDE) pentaclorobenzeno (PeCBz), ácido perfluorooctanossulfônico (PFOS), clordecona e lindano (UNEP, 2009). Em

2011, foi adicionado o agrotóxico endosulfan, atualmente totalizando 22 POPs (UNEP, 2011) (BARBOSA, 2015).

Existem três âmbitos para que ocorra o monitoramento de substâncias químicas, o ambiental, químico e biológico que, basicamente, têm como objetivo quantificar a ecotoxicologia e prevenir possíveis danos aos diferentes ecossistemas (BERNARDI et al., 2008). A bioacumulação pode ser definida como um processo em que poluentes são absorvidos pelo organismo a partir das vias de exposição e que antecede a biomagnificação, definida como a transferência dos poluentes incorporados de um organismo para outros, resultando em maiores concentrações em níveis tróficos mais elevados. (GRAY, 2002).

Existem leis que visam proteger o meio ambiente, seja ele terrestre ou marinho. A Lei 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente) estabelece que qualquer indivíduo que prejudique o meio ambiente deve pagar uma indenização, para recuperar o prejuízo causado. Há também o Projeto de Lei 6969/2013, conhecido como “Lei do Mar ou Política Nacional para a Conservação e o Uso Sustentável do Bioma Marinho Brasileiro” (PNCMar), que defende que haja o monitoramento de emissão de poluentes no oceano, pelo menos 10% de proteção do ambiente marinho e costeiro, além da proteção de espécies marinhas ameaçadas (OLIVEIRA et al., 2021).

Sendo assim, o presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica do conhecimento sobre acumulação de detritos plásticos (DP), metais pesados e poluentes orgânicos persistentes (POPs) em tecidos e órgãos das toninhas devido à bioacumulação, causada pela poluição. Além de quantificar e comparar a taxa de capturas incidentais por redes de pesca entre as áreas de acordo com a distribuição geográfica da espécie e demonstrar fatores que podem contribuir na preservação das *Pontoporia blainvillei*.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia do presente Trabalho de Conclusão de Curso consiste na análise de dados que foram obtidos através de uma revisão bibliográfica, utilizado como ferramenta de pesquisa o Google Scholar, na busca de artigos científicos nacionais e internacionais, teses de doutorados, dissertação de mestrado, trabalhos de conclusão de curso e resumo expandido publicados a partir de 2007 até o dia 12 de outubro de 2022, resultando no período de 15 anos. As palavras chaves utilizadas na busca foram nos idiomas inglês e português, sendo elas "pollution", "bioaccumulation", "incidental capture", "threat", "poluição", "bioacumulação", "captura incidental" e "ameaças".

Foram definidos alguns critérios para a exclusão de trabalhos na presente revisão, sendo eles: os que não possuem foco na espécie *Pontoporia blainvillei*; os que fizeram o uso da espécie em outros assuntos como genética, parasitologia, reprodução; os que estão fora do período de 15 anos a partir da data determinada; os que não possuem informações e dados sobre a relação da espécie com a poluição, captura acidental e bioacumulação, podendo assim, fugir do objetivo principal. Já os critérios utilizados na inclusão de trabalhos foram: artigos científicos nacionais e internacionais, teses de doutorado, dissertação de mestrado, trabalhos de conclusão de curso e resumo expandido que tivessem como foco a espécie *Pontoporia blainvillei* dentro do objetivo; que estivessem em inglês, espanhol ou português; que possuíssem informações de acordo com as áreas que a espécie foi encontrada. A Figura 1 apresenta o número total de trabalhos encontrados, conforme o tema de pesquisa, e o número de trabalhos selecionados para a presente revisão, seguindo os critérios pré-estabelecidos.

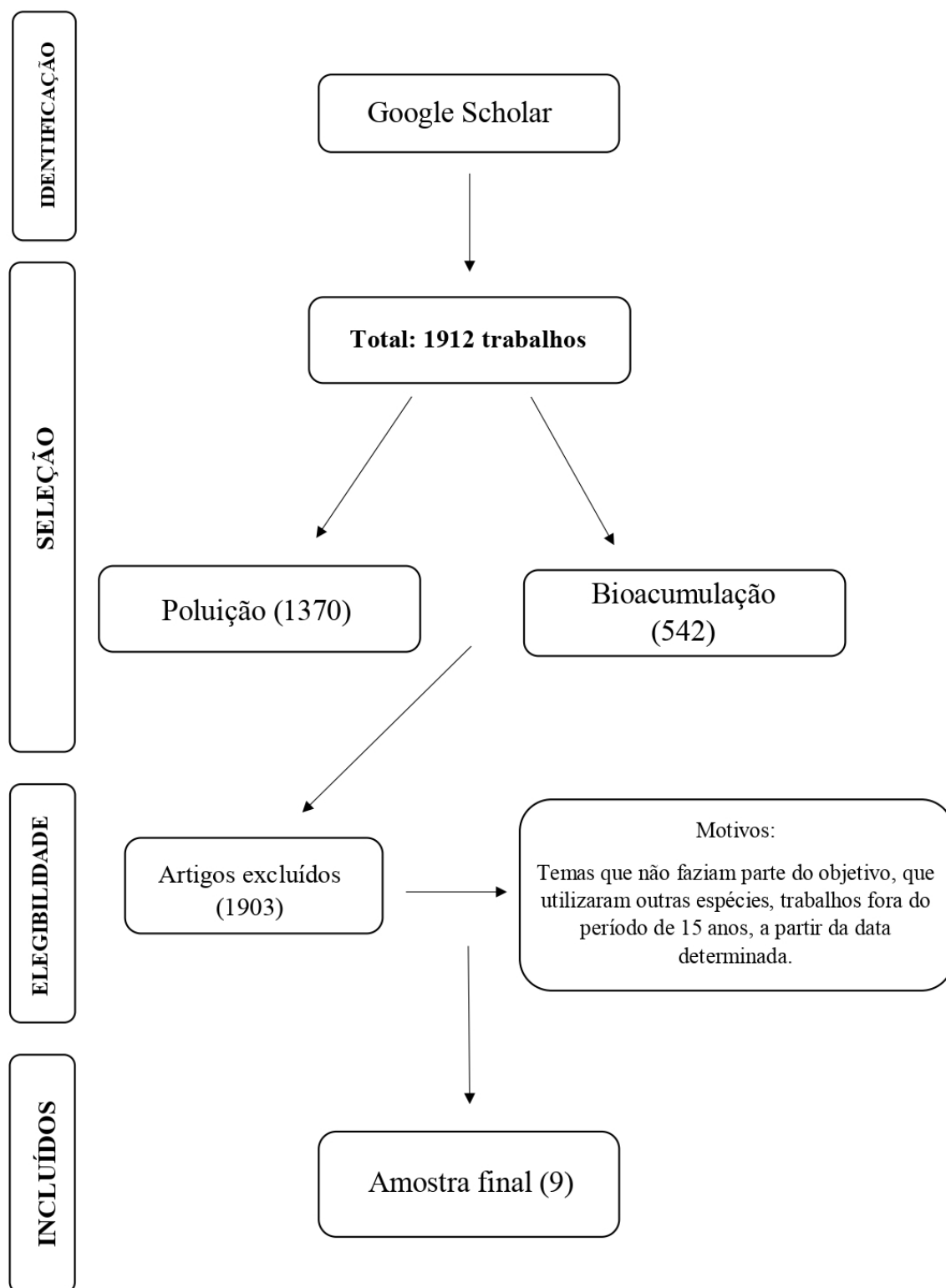


Figura 1 - Fluxograma demonstrando a ordem do processo de seleção dos artigos do levantamento bibliográfico.



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa resultou em 1912 trabalhos, sendo eles 1370 sobre poluição e 542 sobre bioacumulação. Desses, com base nos critérios previamente estabelecidos, foram selecionados nove trabalhos que se encaixavam nos dados necessários para a obtenção dos resultados.

Dos nove trabalhos selecionados, seis foram realizados no Brasil e três foram realizados na Argentina (Tabela 1). A distribuição dos locais estudados variou entre os estados no Brasil, sendo o de São Paulo com quatro trabalhos, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Espírito Santo com um trabalho e, em Buenos Aires, na Argentina, com três trabalhos.

Tabela 1 - Distribuição dos locais de estudo dos trabalhos selecionados.

País	Estado	Número de estudos
Brasil	São Paulo	4*
	Espírito Santo	1
	Rio de Janeiro	1
	Rio Grande do Sul	2*
Argentina	Buenos Aires	3

\* Inclui um estudo realizado em ambos os estados.

Guari (2016) analisou 43 indivíduos, acometidos pela presença do metal pesado mercúrio (Hg) em amostras de fígado e rim, sendo 25 exemplares do estado de São Paulo e 18 exemplares do estado do Rio Grande do Sul. Denuncio et al. (2011) analisaram 106 indivíduos, provenientes da região de Buenos Aires, sendo 49 exemplares da Bahía Samborombón (área estuarina) e 57 exemplares do Mar del Plata (área costeira marinha), acometidos pela ingestão de detritos plásticos, encontrados na análise do conteúdo estomacal. Panebianco et al. (2012) analisaram 24 indivíduos, provenientes de Buenos Aires, em Necochea (14), Claromecó (6), Monte Hermoso (2), Bahía Blanca (2), acometidos pela presença de metais pesados em amostras de fígado. Panebianco et al. (2011) analisaram 38 indivíduos, também provenientes de Buenos Aires (Necochea, Claromecó, Monte Hermoso, Bahía Blanca) acometidos pela acumulação de metais pesados em amostras de rim. Gonçalves (2011) analisou 48 indivíduos, provenientes do estado de São Paulo e espalhados entre Ilha Comprida, Ilha de Cananéia e Ilha

do Cardoso, os quais apresentaram POPs na gordura (blubber). Barbosa (2015) analisou 19 indivíduos, provenientes do estado de São Paulo (Ilha de Cananéia e Ilha Comprida), que demonstraram a presença de POPs em amostras de gordura, fígado, rim e músculo. Manhães et al. (2022) analisaram 19 indivíduos provenientes do Espírito Santo, evidenciando a presença de metais pesados em amostras de músculo, fígado e rim. Lavandier (2015) analisou nove exemplares de *Pontoporia blainvillei*, provenientes do Rio de Janeiro (Região dos Lagos e Norte Fluminense), acometidas pela presença de POPs em amostras de músculo e fígado. Seabra et al. (2018) analisaram 90 indivíduos, provenientes do estado de São Paulo (São Sebastião, Guarujá, Santos, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe, Iguape), que apresentou detritos plásticos no trato gastrointestinal. A Tabela 2 apresenta essas informações de forma resumida.

Tabela 2 - Informações sobre os trabalhos selecionados na presente revisão.

Referência	Estado	Indivíduos	Substância	Amostra
Guari (2016)	São Paulo	25	Metais Pesados	Fígado/Rim
	Rio Grande do Sul	18	Metais Pesados	Fígado/Rim
Denuncio et al. (2011)	Bueno Aires	106	Detrito Plastico	Estômago
Panebianco et al. (2012)	Bueno Aires	24	Metais Pesados	Fígado
Panebianco et al. (2011)	Bueno Aires	38	Metais Pesados	Rim
Gonçalves (2011)	São Paulo	48	POPs	Gordura
Barbosa (2015)	São Paulo	19	POPs	Gordura/Fígado/Músculo
Manhães et al. (2022)	Espírito Santo	19	Metais Pesados	Fígado/Rim
Lavandier (2015)	Rio de Janeiro	9	POPs	Músculo/Fígado
Seabra et al. (2018)	São Paulo	90	Detrito Plastico	Estômago

Fonte: da própria autora.

Os trabalhos realizados na Argentina datam de 2001 a 2010 e os realizados no Brasil, de 1991 a 2019. Entre os estudos realizados na Argentina, plástico foi encontrado em um deles e metais pesados em dois. No Brasil, plástico foi encontrado em um trabalho, metais pesados em três e POPs em três. Foram analisados um total de 378 indivíduos, abrangendo de nove a 106 indivíduos por trabalho publicado, provenientes da pesca incidental ou de encalhe. Durante as necropsias foram retiradas amostras de fígado, rim, músculo e gordura (blubber), para identificação de metais pesados e POPs e analisados os conteúdos do estômago e trato gastrointestinal para detecção de detritos plásticos. Para ser considerada POP, uma substância química deve possuir algumas características, sendo elas: “persistência, bioacumulação, potencial de transporte por longas distâncias através do meio ambiente e produzir efeitos

adversos para a saúde humana e para o meio ambiente” (ALBUQUERQUE, 2003). A Tabela 3 apresenta a lista de POPs e sua categorização.

Tabela 3 - Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) de acordo com a sua categorização.

<b>POPs (Poluentes Orgânicos Persistentes)</b>		
<b>Pesticidas</b>	<b>Produtos químicos industriais</b>	<b>Subprodutos</b>
“Drins” (aldrin, dieldrin, endrin)	HCB (hexaclorobenzeno)	HCB (hexaclorobenzeno)
Clordano	PCBs (bifenilas policloradas)	PCBs (bifenilas policloradas)
HCB (hexaclorobenzeno)	PBDEs (éteres difenil polibromados)	
Mirex		
DDTs (dicloro difenil tricloroetano)		
HCHs (hexaclorociclohexano)		
Endosulfan		

Fonte: da própria autora.

O termo pesticida inclui um grande número de substâncias, sendo elas, inseticidas, raticidas, fungicidas, herbicidas e fumigatórios. São compostos químicos utilizados para controle de pragas e doenças em lavouras (GOODMAN & GILMAN, 2005). A classe dos pesticidas organoclorados é representada pelos hidrocarbonetos clorados (DDT), Dieldrin (“Drins”), Clordano, Mirex, Lindano, entre outros (BARBOSA, 2015).

O Aldrin, Endrin, Dieldrin e Isodrin, formam o grupo “drins”, inseticidas não naturais no ambiente, fabricados em laboratórios. O uso foi banido no Brasil, em 1985, pela Portaria 329 do Ministério da Agricultura (CIPRO, 2007). O Clordano (cis e trans), por sua vez, é um inseticida, utilizado na agricultura e no controle de cupins (BARBOSA, 2015). Esse possui um metabólito do Clordano técnico, chamado Oxiclordana, muito persistente em mamíferos marinhos (DEARTH; HITES, 1991).

O HCB (hexaclorobenzeno) é um subproduto da produção solvente. Foi utilizado como pesticida até 1965 e na fabricação de corantes, fogos de artifício, munições, entre outros. Entra no ambiente por meio de vapor liberado na combustão de lixo e de indústrias

metalúrgicas, e disseminado globalmente por meio da água da chuva (GONÇALVEZ, 2011; BARBOSA, 2015).

O Mirex foi utilizado como inseticida e retardante de chamas. Possui meia vida de até dez anos, sendo considerado, um dos mais estáveis e persistentes no solo. Possui poder de bioconcentração em organismos aquáticos, além de alta absorção de matéria orgânica no solo e no sedimento e pouca mobilidade no ambiente (GONÇALVEZ, 2011; BARBOSA, 2015).

O DDT, pesticida com alta toxicidade, grande efeito residual e baixo custo, que com o passar do tempo os insetos desenvolveram resistência a ele e impactos negativos no ambiente foram demonstrados, e que por apresentar atividade estrogênica, pode causar efeitos no sistema reprodutivo de mamíferos. Tem como produtos de degradação, o diclorodifenildicloroetano (DDD) e diclorodifenildicloroetileno (DDE), que apresentam maior persistência comparado ao composto original, no entanto o DDE apresentou baixa toxicidade em relação aos insetos, não sendo utilizado como pesticida (GONÇALVEZ, 2011; BARBOSA, 2015).

Os HCHs são os únicos compostos que apresentam uma solubilidade em água considerável, comumente usados na preservação de madeiras compensadas e serradas, forros e assoalhos e indústria moveleira. Apresentam concentrações altas em meios aquáticos por possuir características hidrofílicas. O  $\gamma$ -HCH (Lindano) apresenta as maiores propriedades inseticidas, utilizado até em shampoos contra piolho. Proibido no Brasil em 1985, pois o HCH pode permanecer no ar e ser transportado por longos períodos (GONÇALVEZ, 2011; BARBOSA, 2015).

O Endosulfan é um inseticida, utilizado em culturas de algodão, café e cana de açúcar, altamente tóxico, e em 2010, foi banido no Brasil (GOLÇALVEZ, 2011).

Já os PCBs possuem aproximadamente 113 congêneres presentes no meio ambiente e são uma classe de compostos organoclorados (USEPA,1997). Tem como propriedade física e química, a alta constante dielétrica e elevada estabilidade térmica, sendo utilizado em diversos setores industriais. Por ser uma substância lipofílica, é preocupante, pois tende a se acumular em organismos (GONÇALVES, 2011).

Os PBDEs foram introduzidos após a proibição do uso de PCBs e são compostos conhecidos como retardantes de chamas bromados, pois inibem/diminuem a dispersão do fogo (PESTANA et al., 2008). Sua toxicidade está associada a solubilidade, e causam efeitos como hepatotoxicidade, alterações imunológicas, neurotoxicidade, ações endócrinas e desenvolvimento de câncer em animais (BARBOSA, 2015). São bioacumuladores e, devido ao alto grau de lipofilicidade e alta estabilidade, sofrem processos de biomagnificação ao longo da cadeia alimentar (Alaee; Wenning, 2002).

Dos nove estudos, três trouxeram informações sobre a presença de POPs nos tecidos das toninhas. Gonçalves (2011) identificou concentrações de “produtos químicos industriais” (PCBs) e “pesticidas” (DDT, Clodano, PBDEs, Mirex, “Drins”, HCB, HCH e Endosulfan). Barbosa (2015) identificou “pesticidas” (HCH, HCB, DDT, Mirex) e “produtos químicos industriais” (PCBs e PBDEs). Lavandier (2015) identificou “produtos químicos industriais” (PCBs e PBDEs) e “pesticidas” (HCB, Mirex, HCHs e DDT). Sendo assim, produtos químicos industriais e pesticidas foram encontrados em três estudos.

Em relação às amostras de gordura das toninhas, Gonçalves (2011), com base em amostras de 2005-2006, relatou a maior quantidade de PCBs (1532 ng/g), PBDEs (38,4 ng/g), Mirex (30,7 ng/g), HCHs (7,59 ng/g). Também nesse trabalho foi identificada a presença de Clordanos (64 ng/g), “drins” (25,2 ng/g) e Endosulfan (6,22 ng/g). Já Barbosa (2015), com base em amostras de 2012-2014, relatou uma maior quantidade de DDTs (572,78 ng/g), PBDEs 31,75 (ng/g), HCBs (12,29 ng/g). Ambos os trabalhos foram realizados no estado de São Paulo.

Nas amostras de músculo, apenas Barbosa (2015) relatou a presença de HCB (0,03 ng/g) e PBDEs (0,05 ng/g). As quantidades de HCHs (0,03 ng/g), Mirex (0,13 ng/g), DDTs (2,8 ng/g) e PCBs (4,49 ng/g) foram menores que as relatadas em Lavandier (2015), sendo, respectivamente, 2,73 ng/g; 3,02 ng/g; 3,54 ng/g e 43,53 ng/g, em amostras coletadas entre 2011-2012, no estado do Rio de Janeiro. As mesmas substâncias foram identificadas em amostras de fígado. Barbosa 2015 identificou HCHs (2,14 ng/g), HCBs (0,25 ng/g), DDTs (11,3 ng/g), Mirex (0,44 ng/g), PCBs (18,9 ng/g) e PBDEs(0,32 ng/g), enquanto Lavandier (2015), identificou HCHs (2,88 ng/g), HCBs (2,97 ng/g), DDTs (9,87 ng/g), Mirex (4,51 ng/g), PCBs (109,38 ng/g) e PBDEs (17,77 ng/g). Somente a quantidade de DDTs foi maior em Barbosa, 2015.

O que pode explicar as consideráveis variações entre os estados, é local de estudo. Lavandier (2015) menciona que na costa Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, que compreende a Região dos Lagos, possui uma característica oceanográfica, a ressurgência, que está associada à estrutura trófica da região. Tais locais apresentam um significativo estoque pesqueiro, sendo rota de diversos mamíferos marinhos, sendo que a ressurgência mobiliza os POPs ali presentes, retornando-os à coluna d'água ou às camadas mais superficiais dos oceanos (LAVANDIER, 2015).

A gordura possui grande capacidade de captar substâncias, assim como o músculo, no entanto, o que torna a bioacumulação de POPs maior em tecidos lipídicos é sua característica físicoquímica, por meio da transferência trófica (FERNÍCOLA, 2002). Apesar do fígado e o rim serem altamente vascularizados, o fígado por ser um órgão metabolizador importante, ocasiona

a presença de concentrações maiores de contaminantes. Nas comparações das quantidades de poluentes, pode-se observar que a acumulação de POPs foi maior nas amostras de gordura das toninhas, tecido considerado o mais adequado para avaliar esses contaminantes, ademais, o fígado é mais apropriado para análise toxicológica, possibilitando avaliar a contaminação no animal (BARBOSA, 2015).

Os metais pesados acabam interagindo com organismos vivos pois permanecem no ecossistema marinho por um longo período. Existem três categorias para classificar essa interação, avaliando a abundância e toxicidade de cada metal (Tabela 4). Fe, Rb, Sr, Al considerados não-críticos, Ti, Ga, Hf e La considerados tóxicos, mas insolúveis ou raros e Co, Au, Hg, Ni, Cu, Pb, Zn e Cd, muito tóxicos e relativamente disponíveis (SILVA, 2011).

Tabela 4 - Categorias de classificação dos metais pesados conforme interação com organismos vivos.

<b>Metais Pesados</b>		
<b>Não-críticos</b>	<b>Muito tóxicos, relativamente disponíveis</b>	<b>Tóxicos, insolúveis e raros</b>
Ferro (Fe)	Cobalto (Co)	Titânio (Ti)
Rubídio (Rb)	Ouro (Au)	Gálio (Ga)
Estrôncio (Sr)	Mercúrio (Hg)	Háfnio (Hf)
Alumínio (Al)	Níquel (Ni)	Lantânio (La)
	Cobre (Cu)	
	Chumbo (Pb)	
	Zinco (Zn)	
	Cádmio (Cd)	

Fonte: da própria autora.

Quatro estudos trouxeram informações sobre metais pesados. Entre eles, Guari (2016)\* relatou a bioacumulação de mercúrio total (HgT) em amostras coletadas entre 2012-2015 e 2011-2014. No estado de São Paulo, em amostras do rim, a média apresentada foi de 216 ng/g e, no fígado, de 891 ng/g. Já no estado do Rio Grande do Sul, o rim apresentou média de 523 ng/g, enquanto no fígado, 4726 ng/g. Manhães et al. (2022), com base em amostras coletadas entre 2003-2019, identificaram a média de bioacumulação no fígado de 2790 ng/g e no rim de 2360 ng/g. Na avaliação de amostras de músculo, esses autores relataram a média de

2240 ng/g. O mercúrio foi avaliado e considerado “muito tóxico, relativamente disponível”, uma vez que:

A exposição ao mercúrio pode trazer danos principalmente ao sistema nervoso central dos mamíferos, como alterações motoras, comportamentais e sensoriais, além de prejuízos ao sistema imunológico, como comprovado em alguns estudos em laboratório com exposições contínuas a esse contaminante, onde foi possível detectar o desenvolvimento de doenças autoimunes, diminuição do peso do baço e do timo de camundongos. (GUARI, 2016, p. 29-30).

Pode-se observar que a bioacumulação do Mercúrio foi maior no tecido do fígado em ambas as regiões dos três estados estudados, São Paulo, Rio Grande do Sul e Espírito Santo. “Para odontocetos, é sabido que o fígado é o órgão mais suscetível à acumulação de mercúrio total, seguido dos rins (ANDRÉ et al., 1990; ANDRÉ et al., 1991; CARDELLICCHIO et al., 2002; SEIXAS et al., 2008; LEGAT; LAILSONBRITO, 2010)” (GUARI, 2016).

As regiões de São Paulo, utilizadas no trabalho de Guari (2016), são áreas de descarte de dejetos químicos, descarga de esgotos domésticos e aterros sanitários e de intensa urbanização. Tais características são fontes pontuais de poluição na região, além disso, a pesca também é exercida pelas comunidades ribeirinhas. As regiões do Rio Grande do Sul, são expostas à contaminação antrópica por conta das atividades portuárias executadas nesses locais. A contaminação por mercúrio provém principalmente das descargas de efluentes domésticos da região central da capital, sendo que outros elementos também foram listados como contaminantes nas regiões (níquel, cobre, chumbo, cádmio e zinco). A pesca se destaca como ação antrópica, podendo ser artesanal (águas estuarinas, costeiras e interiores) ou industrial (águas marinhas, costeiras e oceânicas) (GUARI, 2016).

Já nas regiões do Espírito Santo, a espécie se concentra próxima à costa, que está repleta de ameaças devido às atividades antrópicas e alta influência do escoamento continental. Ainda, após o rompimento da barragem de Fundão, os rejeitos se espalharam amplamente nessas regiões (MANHÃES et al., 2022).

Considera-se que a *Pontoporia blainvillei* apresenta concentrações mais baixas de HgT em seus tecidos, quando comparada às outras espécies de odontocetos (GUARI, 2016). Esse fato pode ser explicado devido aos hábitos alimentares, uma vez que a absorção do mercúrio ocorre, principalmente, através da alimentação (ANDRÉ et al., 1990)

Metais pesados avaliados como “muito tóxicos, relativamente disponíveis” foram relatados por Panebianco et al. (2012) (Zinco, Cobre, Cádmio, Níquel, Chumbo) e por Panebianco et al. (2011) (Zinco, Cádmio e Cobre). Manhães et al. (2022) relataram a presença

de metais pesados avaliados como “não-cítricos” (Ferro) e “muito tóxicos, relativamente disponíveis” (Mercúrio, Cádmio, Cobre e Zinco).

A presença de zinco no rim foi relatada em dois trabalhos: Panebianco et al. (2011) com a média de 22500 ng/g em amostras coletadas de 2004-2010 e em Manhães et al. (2022), com 96360 ng/g, em amostras coletadas de 2003-2019. Já a presença desse composto no fígado foi relatada por Panebianco et al. (2012) com média de 29250 ng/g e por Manhães et al. (2022) com 148510 ng/g. Panebianco et al. (2011) e Panebianco et al. (2012), trabalharam com as mesmas quatro áreas, em Buenos Aires (AR), contaminadas por petróleo e fontes industriais, urbanas e agroquímicas. A presença desses metais pesados pode estar relacionada com fontes antropogênicas temporárias (PANEBIANCO et al., 2012).

Cobre foi relatado no fígado por Panebianco et al. (2012) e Manhães et al., (2022): 5030 ng/g e 32100 ng/g, respectivamente. No rim, Panebianco et al. (2011) identificaram 4520 ng/g e Manhães et al. (2022), 12470 ng/g, que também identificaram bioacumulação deste composto no músculo de suas amostras (2990 ng/g). Zinco e Cobre são metais essenciais para o desenvolvimento do sistema imunológico e auxiliam no processo de descontaminação química em mamíferos marinhos (LAHAYE et al., 2007).

O composto Cádmio foi encontrado no fígado por Panebianco et al. (2012) e Manhães et al. (2022): 2010 ng/g e 120 ng/g, respectivamente. E no rim, foi relatado nos trabalhos de Panebianco et al. (2011), com média de 5720 ng/g e 980 ng/g, em Manhães et al. (2022). Esses estudos apresentaram médias bem distintas, que pode estar relacionada ao local de coleta.

Ademais, em Panebianco et al. (2012), também houve a identificação de Níquel e Chumbo no fígado das amostras, com médias próximas de 680 ng/g e 640 ng/g, respectivamente. Manhães et al. (2022) identificaram Ferro no músculo (240660 ng/g), no rim (376840 ng/g) e no fígado (688600 ng/g). A maior concentração de HgT associa-se à presença de ferro na hemoglobina e mioglobina no músculo, aumentando a massa muscular dos cetáceos. (MANHÃES et al., 2022).

A exposição a metais pesados que os animais são submetidos, mesmo que em doses baixas, mas por longos períodos de tempo, pode acarretar na perda significativa dos índices zootécnicos, tornando-se um problema de saúde pública, pois, pelo fato desses metais possuírem baixa taxa de excreção, podem se acumular nos organismos, Sendo assim, produtos derivados de animais de produção expostos podem conter metais em índices acima daqueles permitidos por lei (HUEZA; SANT’ANA; PALERMO-NETO, 2008).

Por fim, os detritos plásticos foram analisados em dois trabalhos. Denuncio et al. (2011) realizaram seu trabalho na Argentina, da Bahía Samborombón (área estuarina) até Mar



del Plata (área costeira marinha), área caracterizada por praias turísticas e a pesca. Foram identificados detritos plásticos em 28,1% do total da amostra. Desses, 53,6% apresentaram um fragmento de plástico no estômago e 46,4% apresentaram de dois e cinco fragmentos por estômago.

Em Seabra et al. (2018), 14,4% do total das amostras apresentaram DP no trato gastrointestinal; desses, 13,3% foram no estômago. Das amostras que apresentaram DP, 46,1% apresentaram um fragmento e 53,9% apresentaram entre dois e cinco fragmentos.

A predominância do plástico no lixo marinho está relacionada à sua lenta decomposição e abundância nesse ecossistema. A ingestão por mamíferos marinhos pode ser explicada por se apresentarem como um item de curiosidade. Materiais de embalagem e petrechos de pesca descartados são as fontes de DP vultosas e estão ligadas diretamente com as atividades humanas (DENUNCIO et al., 2011).

## 5 CONCLUSÃO

A ingestão de resíduos e a bioacumulação de metais pesados e POPs nos tecidos da *Pontoporia blainvillei* é causada pela poluição dos oceanos, vinda de ações antrópicas como os processos de urbanização, derramamento de petróleo, descarte de resíduos em locais não devidos, fontes industriais e agroquímicas. Ambos ocorrem por via oral, uma vez que a bioacumulação, além de via respiratória e transferência horizontal, está ligada aos primeiros níveis tróficos da cadeia alimentar.

As concentrações de Metais Pesados acumulados variaram de acordo com as regiões e tecidos que foram coletadas, assim como as dos Poluentes Orgânicos Persistentes. E, apesar de todos os trabalhos analisados evidenciarem a presença dessas substâncias, não houve relato de que a morte das amostras da espécie foi causada pela bioacumulação. No entanto, relatam que quando expostos a essas substâncias por longo período de tempo, podem sofrer mutações, disfunções endócrinas, alterações motoras e comportamentais e imunodepressão.

Há necessidade de maiores avaliações e estudo para concluir se a bioacumulação é um fator letal para a espécie e se existe um máximo e mínimo de concentrações, que se tornasse letal.

A análise de detritos plásticos nos estômagos evidencia a vulnerabilidade da *Pontoporia blainvillei* em relação a ingestão de resíduos. E as úlceras, apesar de relatadas em poucos indivíduos, servem para demonstrar a interação negativa.

Todos os indivíduos utilizados como amostra nos trabalhos foram provenientes de capturas incidentais ou encalhe, uma vez que a espécie é altamente suscetível a captura incidental principalmente por redes de emalhar, provenientes da pesca, já que sua ecolocalização é voltada para captura de presas e não para escaneamento ambiental. Esse tipo de dado reafirma que a espécie não consegue repor o número de indivíduos mortos em capturas incidentais, corroborando a classificação Criticamente em Perigo (CR) desse cetáceo.

O aumento expressivo da poluição nos oceanos ameaça todos os tipos de vida nesse ambiente. Existem ações capazes de modificar esse cenário, como evitar o uso de materiais descartáveis, e se atentar aos locais de descarte próprio de cada material, além de se conscientizar da importância da conservação da biodiversidade marinha. E ainda, alternativas em relação a pesca devem ser criadas a fim de mudar o atual cenário, com medidas mitigadoras para o desenvolvimento de ferramentas e/ou equipamentos que reduzam a captura acidental auxiliando na conservação das toninhas, como os mapas-referenciados que demonstrem a distribuição espaço-temporal e ações políticas eficientes.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L. **Poluentes orgânicos persistentes: uma análise da convenção de Estocolmo**. Dissertação (Pós Graduação/Mestrado em Direito, área de concentração - Relações Internacionais) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

ANDRÉ, J. M.; RIBEYRE, F.; BOUDOU, A. Mercury contamination levels and distribution in tissues and organs of delphinids (*Stenella attenuata*) from the eastern tropical Pacific, in relation to biological and ecological factors. **Marine Environmental Research**, 30(1):43-72, 1990.

BARBATO, B. H. A. **Identificação de unidades populacionais de *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Pontoporiidae) através de morfologia externa**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2008.

BARBOSA, A. P. M. **Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) em toninhas (*Pontoporia blainvillei*; Cetacea, Pontoporiidae) acidentalmente capturadas em operações de pesca no litoral sul de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2011.

BERNARDI, M. M. et al. Ecotoxicologia. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; PALERMONETO, J. **Toxicologia aplicada à medicina veterinária**. São Paulo, 815- 858, 2008.

CASTILHOS, G. G. DE. **Estudo etnobiológico sobre a captura acidental de *Pontoporia blainvillei* (Gervais: D'Orbigny, 1844), Toninha, em comunidades pesqueiras no Litoral Norte do Rio Grande do Sul**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha e Costeira) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul em convênio com a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2014.

CIPRO, C. V. Z. **Ocorrência de compostos organoclorados em *Euphausia superba* e em ovos gorados de pinguins do gênero *Pygoscelis***. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2007.

DANILEWICZ D. S. Reproduction of female franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals** 2: 67-78, 2003.

DANILEWICZ, D. S.; CLAVER J. A.; CARRERA A.L.P.; SECCHI E.R.; FONTOURA N. F. Reproductive biology of male franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) (Mammalia: Cetacea) from Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Fishery Bulletin**. 102:581-592, 2004.

DAS, K.; DEBACKER, V.; PILLET, S.; BOUQUEGNEAU, J. M. Heavy metals in marine mammals. Em: VOS, J. G.; BOSSART, G. D.; FOURNIER, M.; O'SHEA, T. J. **Toxicology of Marine Mammals**. Taylor and Francis Group, London, 135-167, 2003.

DE OLIVEIRA, A. N. M.; ESPINDOLA, G; KUROKAWA, S. S. S. Conscientização sobre o risco de extinção da Pontoporia Blainvillei no Brasil. **12º CONGRESSO DE INOVAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFSP**, 2021.

DEARTH, M. A.; HITES, R. A. Chlordane accumulation in people. **Environ Sci Tech**, 25:1279 - 1285, 1991.

DENUNCIO, P.; BASTIDA, R.; DASSIS, M.; GIARDINO, G.; GERPE, M.; RODRÍGUEZ, D. Plastic ingestion in Franciscana dolphins, Pontoporia blainvillei (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina. **Marine Pollution Bulletin**, 62(8): 1836–1841, 2011.

DI BENEDITTO, A. P. M.; CAMPOS, C. C. R.; DANILEWICZ, D. S.; SECCHI, E. R.; MORENO, E. B.; HASSEL, L. B.; TAVARES, M.; OTT, P. H.; SICILIANO, S.; SOUZA, S. P.; ALVES, V. C. **Plano de ação nacional para a conservação do pequeno cetáceo Toninha: Pontoporia blainvillei**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade ICMBio, 2010.

DI BENEDITTO, A. P. M.; RAMOS, R. M. A. Biology and conservation of the franciscana (Pontoporia blainvillei) in the north of Rio de Janeiro State, Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, 3(2): 185–192, 2001.

DI BENEDITTO, A. P. M.; RAMOS, R. M. A.; SICILIANO, S.; SANTOS, R. A.; BASTOS, G. C.; FAGUNDES NETTO, E. Stomach contents of delphinids from Rio de Janeiro, southeastern Brazil. **Aquatic Mammals**, Estados Unidos 27(1): 24-28, 2001.

DO AMARAL, K. B.; DANILEWICZ, D.; ZERBINI, A.; BENEDITTO, A. P.; ANDRIOLO, A.; ALVARES, D. J.; SECCHI, E.; FERREIRAL, E.; SUCUNZAC, F.; BORGES-MARTINS B. M.; SANTOS, C. O. M.; CREMER, M.; DENUNCIO, P.; OTT, P. H.; MORENO, I. B. Reassessment of the franciscana Pontoporia blainvillei (Gervais & d'Orbigny, 1844) distribution and niche characteristics in Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 508:1–12, 2018.

DOLMAN, S. J.; MOORE, M. J. Welfare Implications of Cetacean Bycatch and Entanglements. **Marine Mammal Welfare (Springer International Publishing)**, 17:41–65, 2017.

DOS SANTOS, R. A.; HAIMOVICI, M. Cephalopods in the trophic relations off southern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, 71(2): 753–770, 2002.

DURELL, S. E. A. L. V. D. Individual feeding specialisation in shorebirds: population consequences and conservation implications. **Biological Reviews**, 75(4): 503–518, 2000.

FERNÍCOLA, N. A. G. G. Poluentes Orgânicos Persistentes POPs. **Série Caderno de Referências Ambiental**, 13: 500, 2002.

FERREIRA, E. C.; MUELBERT, M. M. C; SECCHI, E. R. Distribuição espaço-temporal das capturas acidentais de toninhas (Pontoporia blainvillei) em redes de emalhe e dos encalhes ao longo da costa sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande 32(2):183–197, 2010.

FRIZZERA, F. C.; TOSI, C.; PINHEIRO, H.; MARCONDES, M. Captura acidental de toninha (*Pontoporia blainvillei*) na costa norte do Espírito Santo, Brasil. **Bol Do Mus Biol Mello Leitão**, 29: 81–86, 2012.

GERPE, M. S.; RODRIGUEZ, D. H.; MORENO, V. J.; BASTIDA, R. O.; AIZPUN, J. E. Accumulation of heavy metals in the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) from Buenos Aires Province, Argentina. **LAJAM: Latin American Journal of Aquatic Mammals**, 1(1): 95-106, 2002.

GONÇALVES, R. M. **Poluentes orgânicos persistentes (POPs) em toninhas, *Pontoporia blainvillei* (Mammalia: Cetacea), coletadas no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Sudeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de Oceanografia Química e Geológica). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2011.

GONÇALVES, R. M. **Poluentes orgânicos persistentes (POPs) em toninhas, *Pontoporia blainvillei* (Mammalia: Cetacea), coletadas no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Sudeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2011.

GOODMAN & GILMAN. **As Bases Farmacológicas da Terapêutica**. 10. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2005.

GUARI, E. B. **Bioacumulação de mercúrio total (HgT) em tecidos de toninha, *Pontoporia blainvillei*, (Gervais & D Orbigny, 1844), no litoral de São Paulo e Rio Grande do Sul Brasil**. Dissertação (Mestrado em Caracterização, Diagnóstico e Evolução de Ambientes Marinhos) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

HUEZA, I. M.; SANT'ANA, M. G.; PALERMO-NETO, J. Toxicologia do chumbo, mercúrio, arsênio e outros metais. In: Spinosa, H. S.; Górnaiak, S. L.; Palermo-Neto, J. **Toxicologia aplicada à medicina veterinária**. São Paulo, 641-662, 2008.

JACOBSEN, J. K.; MASSEY, L.; GULLAND, F. Fatal ingestion of floang net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*). **Marine Pollution Bulletin** 60(5):765–767, 2010.

JACOBSEN, J. K.; MASSEY, L.; GULLAND, F. Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*). **Marine Pollution Bulletin**, 60(5): 765–767, 2010.

KING, M. **Fisheries Biology, Assessment and Management**. 2. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.

LACERDA, D. L.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. **Estudos Avançados**, 22(63): 173–190, 2008.

LAHAYE, V.; BUSTAMANTE, P.; LAW, R. J.; LEARMONTH, J. A.; SANTOS, M. B.; BOON, J. P.; ROGAN, E.; DABIN, W.; ADDINK, M. J.; LOPEZ, A.; ZUUR, A. F.; PIERCE, G. J.; CAURANT, F. Biological and ecological factors related to trace elements levels in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) from European waters. **Marine Environmental Research**, 64(3): 247-266, 2007.

LAVANDIER, R. C. **Contaminação por Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) em Organismos Marinhos da Costa Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Tese (Doutorado em Química). PUC-Rio, 2015.

MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. **MMA, Fundação Biodiversitas**, Brasília, DF, 2008.

MANHÃES, B. M. R.; VANNUCI-SILVA, M.; BRIÃO, J. A.; GUARI, E. B.; BOTTA, S.; COLOSIO, A. C.; LAILSON-BRITO, J. Temporal trends of trace elements bioaccumulation by a vulnerable cetacean (*Pontoporia blainvillei*) before and after one of the largest mining disasters worldwide. **Science of The Total Environment**. 804:150-196, 2022.

MANZINI, F. F.; SÁ, K. B.; PLICAS, L. M. A. Metais pesados: fonte e ação toxicológica. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, 06(12): 800-815, 2010.

MARCOGLIESE, D. J. Food webs and the transmission of parasites to marine fish. **Parasitology**, 124(7): 83–99, 2002.

MARCOVECCHIO, J. E. Land-based sources and activities affecting the marine environment at the Upper Southwestern Atlantic Ocean: an overview. **UNEP Regional Seas Reports & Studies**, 170:67, 2000.

MARIGO, J.; ROSAS, F. C. W.; ANDRADE, A. L. V.; OLIVEIRA, M. R.; DIAS, R. A.; CATÃO-DIAS, J. L. Parasites of *Pontoporia blainvillei* from São Paulo and Paraná States, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, 1(1): 115, 2002.

MIRANDA, M. R.; COELHO-SOUZA, S. A.; GUIMARÃES, J. R. D.; CORREIA, R. R. S.; OLIVEIRA, D. Mercúrio em sistemas aquáticos: fatores ambientais que afetam a metilação. **Oecologia Brasilienses**, 11(2), 240–251, 2007.

MONTAGNER, C. C.; DIAS, M. A.; PAIVA, E. M.; VIDAL, C. Microplásticos: Ocorrência Ambiental e Desafios Analíticos. **Química Nova**, 44:1328-1352, 2021.

MOREL, F. M. M.; KRAEPIEL, A. M. L.; AMYOT, M. The Chemical Cycle and Bioaccumulation of Mercury. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 29: 543-556, 1998.

NIELSEN, T. P.; WAHLBERG, M.; HEIKKILÄ, S.; JENSEN, M.; SABINSKY, P.; DABELSTEEN, T. Swimming patterns of wild harbour porpoises *Phocoena phocoena* show detection and avoidance of gillnets at very long ranges. **Marine Ecology Progress Series**, 453: 241–248, 2012.

PANEBIANCO, M. V.; BOTTE, S. E.; NEGRI, M. F.; MARCOVECCHIO, J. E.; CAPPOZZO, H. L. Heavy Metals in Liver of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*, from the Southern Coast of Buenos Aires, Argentina. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, 7(1): 33–41, 2012.

PANEBIANCO, M. V.; NEGRI, M. F.; BOTTÉ, S. E.; MARCOVECCHIO, J. E.; CAPPOZZO, H. L. Metales pesados en el riñón del delfín franciscana, *Pontoporia blainvillei*

(Cetacea: Pontoporiidae) y su relación con parámetros biológicos. **Latin american journal of aquatic research**, 39(3): 526-533, 2011.

PESTANA, R. C.; BORGES, K. B.; FONSECA, P.; OLIVEIRA, D. P. Risco ambiental da aplicação de éteres de difenilas polibromadas como retardantes de chama. **Revista Brasileira de Toxicologia**. 21(2): 41–48, 2008.

PINEDO, M. C.; POLACHECK, T. Trends in franciscana (*Pontoporia blainvillei*) strandings rates in Rio Grande do Sul, Southern Brazil (1979-1998). **Journal of Cetacean Research and Management**, 1(2): 179–189, 1999.

POWLES, H.; BRADFORD, M. J.; BRADFORD, R. G.; DOUBLEDAY, W. G.; INNES, S.; LEVINGS, C. D. Assessing and protecting endangered marine species. **ICES Journal of Marine Science**, 57(3), 669-676, 2000.

ROCHA, A. A.; SILVA, R. Z.; SECCHI, E. R.; PEREIRA JR, J. Padrões temporais na ocorrência dos parasitos gastrointestinais de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) na costa sul do Rio Grande do Sul-RS, Brasil. **III Congresso Brasileiro de Oceanografia - CBO**, 2010.

ROSA, C. S. S. N. **Análise da captura incidental da toninha (*Pontoporia blainvillei* Gervais & d'Orbigny, 1844) (Cetacea: Pontoporiidae) na pesca de emalhe do estado de São Paulo**. Dissertação (Pós Graduação/Mestrado em Biodiversidade e Ecologia Marinha e Costeira) - Universidade Federal de São Paulo, campus Baixada Santista, 2019.

SANTOS, E. V. DOS. **Estrutura populacional e história filogeográfica da toninha (*Pontoporia blainvillei*)**. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SEABRA, C. B. **Helmintos gastrointestinais de toninha, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea; Pontoporiidae), do litoral de São Paulo, Brasil**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas com habilitação em Biologia Marinha) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista, 2015.

SEABRA, C. B.; RIBEIRO, V. L.; BERTOZZI, C. P.; JUNIOR, Í. R. B.; SANTOS L. V. DOS; VALLE, R. D. R. Ingestão de resíduos sólidos por toninhas (*Pontoporia blainvillei*) do litoral centro-sul de São Paulo, Brasil. **4º Congresso Latino-Americano de Reabilitação de Fauna Marinha**, 50-51, 2018.

SECCHI, E.R.; KINAS P. S.; MUELBERT M. Incidental catches of franciscana in coastal gillnet fisheries in the Franciscana Management Area III: period 1999-2000. **The Latin American J. of Aquatic Mammals**, 3(1):61-68, 2004.

SEIXAS, T. G.; KEHRIG, H. D. A.; FILLMANN, G.; DI BENEDITTO, A. P. M.; SOUZA, C. M.; SECCHI, E. R.; MALM, O. Ecological and biological determinants of trace elements accumulation in liver and kidney of *Pontoporia blainvillei*. **Science of the Total Environment**, 385(1-3): 208-220, 2007.

SICILIANO, S. A toninha, *Pontoporia blainvillei*, nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, costa sudeste do Brasil: caracterização dos habitats e fatores de isolamento de populações. **Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia**, 476:1-15, 2002.

SILVA, B. H. **Ecologia alimentar da toninha Pontoporia blainvillei (Cetacea)**. Dissertação (Mestrado em Ciências, na Área de Ecologia.) - Universidade de São Paulo, 2011.

SILVA, L. M. **Metais pesados em tecidos de Chelonia mydas encahadas no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha e Costeira) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2011.

STORELLI, M. M. et al. Trace elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the eastern Mediterranean sea: overview and evaluation. **Environmental Pollution**. Barking, Inglaterra, 135:163–170, 2005.

TRAVNIKOV, O. Contribution of the intercontinental atmospheric transport to mercury pollution in the Northern Hemisphere. **Atmospheric Environment**, 39(39): 7541–7548, 2005.

UNEP – United Nations Environment Programme. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Conference of Parties of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Fourth Meeting, UNEP/POP/COP.4/38. Geneva, 4-8, 2009.

UNEP – United Nations Environment Programme. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Conference of Parties of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Fifth Meeting, UNEP/POP/COP. 5/INF/27. Geneva, 25-29, 2011.

UNEP – United Nations Environment Programme. The International Programme on Chemical Safety (IPCS). Persistent Organic Pollutants. Ninth Meeting, 1995.

USEPA – U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Persistent Organic Pollutants: A Global Issue. A Global Response, 2009.

WALLNER-KERSANACH, M.; BIANCHINI, A. Metais traço em organismos: monitoramento químico e de efeitos biológicos. In: BAPTISTA NETO, J.A. et al. **Poluição marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 9:237-283.

WEBER, R. R. Poluição Marinha na Costa Brasileira: Uma ação crítica. In: Patrimônio Ambiental Brasileiro, Org. Ribeiro, W. C. **Editora da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo**. São Paulo, 547-556, 2003.