

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS SANTANA ANTIQUERA

ANÁLISE DE ELEMENTOS TRAÇO EM TONINHAS (*Pontoporia blainvillei*
GERVAIS & d'ORBIGNY, 1844): UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



MATINHOS

2019

MATHEUS SANTANA ANTIQUERA

ANÁLISE DE ELEMENTOS TRAÇO EM TONINHAS (*Pontoporia blainvillei*
GERVAIS & d'ORBIGNY, 1844): UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Bacharelado em Gestão Ambiental,
Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Liliani Marília Tiepolo

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Camila Domit

MATINHOS

2019

TERMO DE APROVAÇÃO

MATHEUS SANTANA ANTIQUERA

ANÁLISE DE ELEMENTOS TRAÇO EM TONINHAS (*Pontoporia blainvillei*
GERVAIS & d'ORBIGNY, 1844): UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Gestão Ambiental, Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Prof^a. Dr^a. Liliani Marilia Tiepolo
Orientadora, Universidade Federal do Paraná

Dr^a. Liana Rosa
Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar

MSc. Nubya Gonçalves Cavallini
Universidade Federal do Paraná

Matinhos, 22 de Novembro de 2019.

Dedico este trabalho de conclusão de curso a todos e todas que lutam por um planeta biodiverso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Gilvete C. Santana A, ao meu pai, Jonas R. Antiquera e a minha irmã, Mariana Santana Antiquera, por todo apoio e batalhas que vocês tiveram para a construção do meu ser e também para que eu pudesse cursar uma graduação. Agradeço também aos demais familiares e amigos e amigas que me acompanharam nessa jornada esplendorosa em minha vida.

Agradeço a todos professores (as), técnicos (as) e servidores (as) que fizeram parte da minha construção de vida, desde o ensino fundamental ao ensino superior, assim como as mulheres que foram fundamentais para as ideias iniciais, inspiração e conclusão deste trabalho, são elas, Liliani Marília Tiepolo, Liana Rosa e Camila Domit.

Expresso minha profunda gratidão a toda equipe do Laboratório de Ecologia e Conservação do Centro de Estudos do Mar – UFPR, por toda paixão pela linda fauna marinha que vocês transpassam.

Gratidão a todas e todos que fizeram parte durante meus períodos de Apoio Técnico no Projeto de Monitoramento de Praia da Bacia de Santos – UFPR (PMP-BS) e também no estágio no Projeto Sentinelas Marinhos (SentiMar), todos e todas foram de extrema importância em minha formação profissional e para construção deste trabalho.

RESUMO

Pontoporia blainvillei, um pequeno cetáceo conhecido como toninha, está criticamente ameaçado de extinção e entre os principais impactos que afetam estes animais está a poluição dos oceanos e as consequências de altos níveis de contaminação química que bioacumulam em seus tecidos. Assim, o presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica com enfoque no levantamento do status atual do conhecimento acerca da contaminação por elementos traço, nas toninhas. Este levantamento sistematiza informações publicadas sobre os níveis de contaminação em animais com ocorrência em diferentes áreas, assim como considera as variações entre fases de vida, sexo e também os diferentes níveis de bioacúmulo em diversos tecidos. A avaliação da literatura permitiu evidenciar as lacunas de conhecimento e demandas para estudos futuros, assim como para orientar ações de conservação para as toninhas e de seus ecossistemas visando que trata-se de um animal sentinela, evidenciando regiões que apresentam maiores níveis de contaminação entre os anos 1990 e 2017.

Palavras-chave: poluição 1. cetáceo 2. conservação 3. revisão literal 4.

ABSTRACT

Pontoporia blainvillei, a small cetacean known as the franciscana, is critically endangered of extinction and among the main impacts affecting these animals is ocean pollution and the consequences of high levels of chemical contamination that accumulate in their tissues. Thus, this paper presents a literature review focusing on the current status of knowledge about trace element contamination in franciscana. This survey systematizes published information on the levels of contamination in animals occurring in different areas, as well as considers the variations between life stages, sex and also the different levels of bioaccumulation in different tissues. The evaluation of the literature showed the knowledge gaps and demands for future studies, as well as to guide conservation actions for franciscanas and their ecosystems aiming at being a sentinel animal, evidencing regions that present higher levels of contamination among 1990s and 2017.

Keywords: contamination 1. Cetacean 2. conservation 3. literal review 4.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -- <i>Pontoporia blainvillei</i> (GERVAIS & D'ORBIGNY, 1844)	15
FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDOS EM QUE FORAM REALIZADOS OS ARTIGOS.	29
FIGURA 3 – TECIDOS BIOLÓGICOS DE <i>P. blainvillei</i> AVALIADOS QUANTO A NÍVEIS DE ELEMENTOS TRAÇO, DE ACORDO COM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.	29
FIGURA 4 – ELEMENTOS TRAÇO AVALIADOS EM TECIDOS DE <i>P. blainvillei</i> EM DIFERENTES ESTUDOS REALIZADOS NO PERÍODO DE 1990 A 2017.	30
FIGURA 5 – MÉDIA DE CONCENTRAÇÕES DE Hg NO FÍGADO, MÚSCULO E RÍM RELATIVO AS REGIÕES EM QUE FORAM REALIZADOS OS ESTUDOS	33
FIGURA 6 – MÉDIA DE CONCENTRAÇÕES DE Cd NO FÍGADO, MÚSCULO E RÍM RELATIVO AS REGIÕES EM QUE FORAM REALIZADOS OS ESTUDOS	34
FIGURA 7 – MÉDIA DE CONCENTRAÇÕES DE Se NO FÍGADO, MÚSCULO E RÍM RELATIVO AS REGIÕES EM QUE FORAM REALIZADOS OS ESTUDOS	34
FIGURA 8 – MÉDIA DE CONCENTRAÇÕES DE Cu NO FÍGADO, MÚSCULO E RÍM RELATIVO AS REGIÕES EM QUE FORAM REALIZADOS OS ESTUDOS	35
FIGURA 9 - MÉDIA DE CONCENTRAÇÕES DE Zn NO FÍGADO, MÚSCULO E RÍM RELATIVO AS REGIÕES EM QUE FORAM REALIZADOS OS ESTUDOS	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Artigos encontrados através das buscas por palavras-chave em relação á toninhas e elementos traço, destacando as informações sobre: autores, nome do artigo, revista, ano, qualis da revista, área de estudo, tecidos pesquisados, elemento analisados e valores de elementos traço analisados (média $\pm$ DP) medidos em μ .g. 23

TABELA 2 - Médias das concentrações dos cinco elementos traço e dos três tecidos mais notórios em número de publicações. 27

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ICMBIO	- Instituto Chico Mendes de Biodiversidade
VU	- Vulnerável
CR	- Criticamente Ameaçado de Extinção
FMA	- Franciscana Management Áreas
PAN	- Plano de Ação Nacional
Cd	- Cádmio
Zn	- Zinco
Hg	- Mercúrio
Se	- Selênio
Fe	- Ferro
Cu	- Cobre
Mn	- Manganês
Pb	- Chumbo
Ni	- Níquel
Cr	- Cromo
Mo	- Molibdênio
Co	- Cobalto
Ag	- Prata
Sn	-Estanho
As	- Arsênio
V	-Vanádio
Ga	-Gálio
Rb	-Rubídio
RJ	- Rio de Janeiro
SP	- São Paulo
PR	- Paraná
RS	- Rio Grande do Sul
AR	- Argentina
DP	- Desvio padrão

LISTA DE SÍMBOLOS

$\mu\text{g.g}^{-1}$ - Micrograma por grama

$\pm$ - Desvio padrão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	ESPÉCIE FOCO	14
1.2	HISTÓRICO DE CONTAMINAÇÃO EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS	17
2	MATERIAL E MÉTODOS	21
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira é, “o espaço delimitado pela interface entre o oceano e a terra, ou seja a faixa terrestre que recebe influência marítima, e a faixa marítima que recebe influência terrestre” (Rodríguez e Windevoxhel, 1998). Esta região é área de descanso, migração e forrageamento de grande parte da biodiversidade mundial, entretanto, além de apresentar caracteres de importância ambiental, também agrega atributos de relevância sociocultural e econômica (Gray, 1997). O uso e ocupação da zona costeira, fortalecido pela crescente expansão das atividades humanas, acarretou diversas pressões antrópicas que geram impactos agudos e crônicos na dinâmica ecológica e à biodiversidade marinha. Entre os impactos está a poluição por resíduos sólidos, a poluição química e sonora, a sobreexploração de recursos pela pesca industrial e caça, e mesmo de maneira mais geral pela degradação de ecossistemas estuarinos (Gray, 1997).

Entre estes a poluição química em sistemas hídricos é resultante do acúmulo de diversas atividades antrópicas, tais como destinação incorreta de resíduos, falta de saneamento básico, atividades industriais e portuárias sem destinação correta de efluentes, queima de combustíveis fósseis, mineração e aplicação de agrotóxicos e fertilizantes (Pereira, 2004). Todos estes fatores citados contribuem de alguma forma com contaminantes denominados elementos traço, os quais formam um grupo de metais e semi-metais (metalóides) que em sua maioria são altamente tóxicos e ecotóxicos. Diversos elementos traço são de origem natural no ecossistema, oriundos de fontes como solos e minérios e no entanto, em alta concentração ou quando incorporados em matrizes biológicas também apresentam algum grau de toxicidade. Os elementos traço são subdivididos em duas categorias, os metais essenciais para a vida como, Mn, Fe, Co, Zn e Mo, e os não essenciais como, Pb, Hg e Cd que apresentam toxicidade mesmo em baixas concentrações, causando sérios e irreversíveis danos ao meio ambiente e a biodiversidade (Strachan, 2010).

Estes elementos não se degradam e não são solúveis em água, assim apresentam tendência a serem absorvidos por produtores primários, e podem entrar na cadeia trófica assim como biomagnificar. Elementos traço

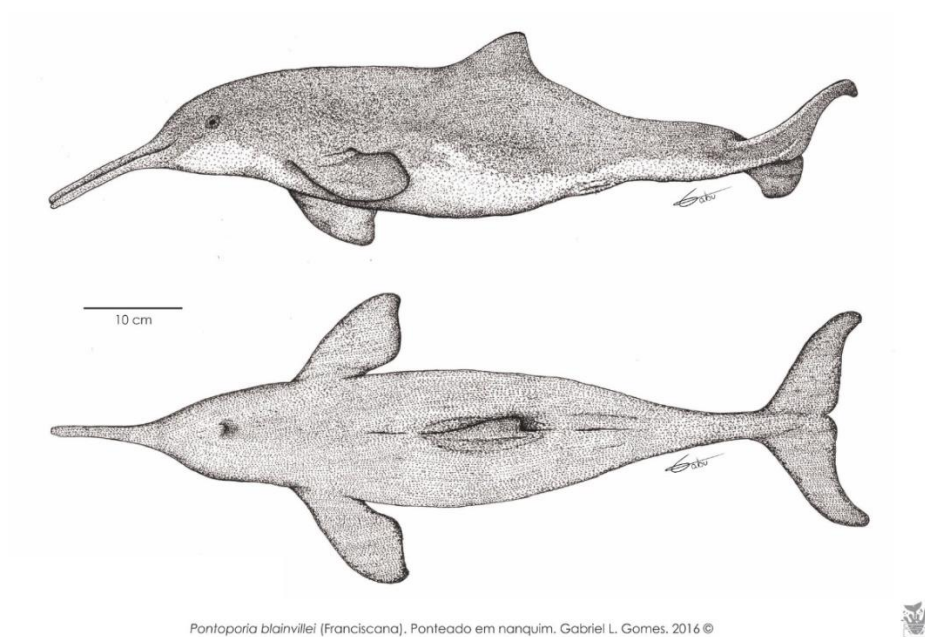
podem ser Bioacumulados e biomagnificarem ao longo da cadeia e os animais topo da cadeia alimentar são os que apresentam maiores níveis de contaminação (Jakimska et al, 2011).

Entre os predadores de topo de cadeia trófica marinha costeira esta a *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844), golfinho de pequeno porte popularmente conhecida como toninha. A dieta da toninha reflete seu habitat, sendo composta principalmente por peixes ósseos e lulas, ambos de pequeno porte (PAN/ICMBIO, 2010). Devido ao habitat costeiro e o hábito alimentar há intensa sobreposição com as atividades antrópicas, principalmente com a pesca costeira, e a espécie está ameaçada de extinção. Segundo a lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza as toninhas estão classificadas como “vulneráveis” (VU, A3d), porém segundo o Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBIO) no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção de 2018 a espécie está classificada como “criticamente em perigo” (CR). Essa espécie representa o golfinho mais ameaçado de extinção do oceano Atlântico sul ocidental (Cunha et al., 2014).

1.1 ESPÉCIE FOCO

A *Pontoporia blainvillei*, pertencente à família Pontoporiidae, é conhecida popularmente como toninha, mas também possui diversos nomes vernaculares como manico, boto-garrafa e boto-cachimbo. Em países de língua inglesa e espanhola é conhecida popularmente como Franciscana (PAN/ICMBIO, 2010).

Figura 1: *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844)



Fonte: Gabriel L. Gomes, 2016.

A dieta da espécie é baseada em peixes ósseos e lulas de ambientes estuarinos e costeiros, sendo registrados mais de 80 itens em toda sua área de distribuição, geralmente alimentando-se de presas com tamanho médio de 10 cm. Em seu trato gastrointestinal há registros de bicos de cefalópodes, camarão sete-barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*) e diversos peixes ósseos, como exemplo as pescadas (ex. *Cynoscion jamaicensis*) (PAN/ICMBIO, 2010).



Fonte: GEMARS, FUNBIO – Fundo Brasileiro para a Biodiversidade, 2017

A distribuição é restrita às águas costeiras do Oceano atlântico na América do Sul, com área de ocorrência de Itaúnas (18°25'S), Estado do Espírito Santo no sudeste do Brasil, até o Golfo San Matias (~42°S), Província de Chubut, na Argentina; a espécie ocorre preferencialmente em águas mais rasas de até 30 milhas náuticas da costa ou regiões de até 30 metros de profundidades (Di Benedetto e Ramos, 2001).

Evidências de diferentes grupos genéticos na população de toninhas são divulgadas na literatura desde 1991 (Pinedo, 1991). Os grupos ao norte, no estado do Espírito Santo e Rio de Janeiro apresentam características osteológicas de tamanhos menores quando comparadas com os comprimentos levantados para Toninhas do Uruguai (Kasuya e Brownell, 1979; Di Benedetto e Ramos, 2001). Estas informações foram sendo avaliadas e refinadas com o apoio de ferramentas moleculares e uma ruptura evolutiva entre os indivíduos do norte e do sul foram evidenciadas em estudos como o de Secchi et al. (2003) e de Cunha, et.al (2014).

Estas variações e diferenças regionais são relevantes para a base de ações de conservação, em 2003 foi proposto que para o manejo em relação a conservação da *Pontoporia blainvillei*, o reconhecimento dos limites das populações era necessário. Assim, os diferentes estoques populacionais foram estabelecidos (Secchi et al. 2003) com base no conhecimento quanto à morfometria, distribuição, dados fenotípicos e genotípicos, sendo estes agrupados em quatro áreas de manejo para a espécie. Conhecidos como Franciscana Management Areas (FMA): a FMA I localizada ao norte do Espírito Santo e inclui o estado do Rio de Janeiro; FMA II abrangendo os estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, incluindo a Baía da Babitonga no município de São Francisco do Sul; a FMA III no litoral sul do estado de Santa Catarina, passando pelo litoral do estado do Rio Grande do Sul e Uruguai até o início do litoral argentino; e a FMA IV apenas no litoral da Argentina, até o golfo de San Matias na província de Chubut (Secchi et al. 2003). Estas áreas estão sendo subdivididas com base em estudos mais recentes (Cunha, et al. 2014)

A toninha um pequeno cetáceo, com maturidade física específica por sexo e região, sendo que na FMAII a maturação ocorre entre 113,3 e 117,1 cm para machos, e entre 128,9 e 144,7 cm para fêmeas (Ramos et al., 2000; PAN/ICMBIO, 2010); na FMA III e IV, é alcançada entre 129,8 e 136,4 cm, para machos, e 146,4 e 161,9 cm, para fêmeas (Kasuya & Brownell, 1979). Com relação a idade, a maturidade sexual é atingida entre 2 e 5 anos, e o período de gestação é de 11 meses, com os filhotes nascendo com o comprimento médio entre 70 a 80 cm (ICMBIO, 2010). A idade máxima conhecida de uma toninha é de 21 anos (Pinedo & Hohn, 2000).

A toninha é considerada o golfinho mais ameaçado de extinção da América do Sul ocidental (Cunha et al. 2014), principalmente devido ao habitat costeiro e a pressão antrópica exercida nesta região. O esforço pesqueiro, especificamente com redes de emalhes, é uma das principais ameaças à conservação da espécie (Secchi et al. 2003; PAN/ICMBIO, 2010). Entretanto, outras atividades e fontes de impacto são citadas como relevantes , “diversos processos de degradação

ambiental nas áreas costeiras e estuarinas devem ser levados em conta” (PAN/ICMBIO, 2010) quando se discute iniciativas de conservação para a toninha. Impactos como ingestão e interação com resíduos sólidos, degradação do habitat por grandes empreendimentos e também poluição química do ecossistema aparecem como problemáticas relevantes (PAN/ICMBIO, 2010). O fato das toninhas serem topo de cadeia alimentar as torna animais sentinelas de seu ecossistema, demonstrando os diferentes impactos que outras espécies que convivem e fazem parte de sua dieta sofrem.

Logo percebe-se a relevância de conhecer os níveis de contaminação das toninhas para conhecermos e compreendermos as contaminações para além de uma espécie e sim de um ecossistema integrado (Koch et al., 2018).

1.2 HISTÓRICO DE CONTAMINAÇÃO EM MAMÍFEROS AQUÁTICOS

Com o aumento da população e de atividades humanas, a poluição química apresenta-se como um impacto crescente. Em geral, os contaminantes acabam se depositando nos subsistemas aquáticos e se biodisponibilizando para diversos organismos. Os elementos traço, são parte deste grupo de micropoluentes que estão na cadeia trófica marinha, afetando diretamente os cetáceos, pois ocupam um alto nível trófico na cadeia alimentar. Os elementos traço têm tido um aumento de disponibilidade nos ambientes aquáticos através de depósitos naturais, bem como de fontes antrópicas como a indústria, portos, mineração, agricultura e tráfego de embarcações (Bellante et al. 2009; Dorneles et al. 2007; Jakimska et al. 2011).

Os elementos traço se inserem nos organismos principalmente pela via alimentar, mas também são citados na literatura a exposição pela via respiratória e/ou absorção pela pele. Os níveis de contaminação dependem de diversos fatores biológicos (intrínsecos), tais como comprimento total, massa corpórea, idade, sexo, dieta e

metabolismo, mas também de diversos fatores abióticos (exógenos) tais como, salinidade, temperatura, acidez da água e tipo do habitat da espécie (Jakimska et al. 2011).

"As diferenças entre graus de dispersão, adsorção e absorção dos íons metálicos referem-se ao estado em que os elementos se encontram disponíveis, ou seja, de acordo com a especiação química dos metais que são dependentes dos fatores físico-químicos específicos, como: temperatura da água e do ar, pH e oxigênio dissolvido, demanda química e bioquímica de oxigênio, condutividades, solubilidade, salinidade, matéria orgânica suspensa e dissolvida, turbidez, dureza e carga sedimentar" (CAVALLINI, 2018, P. 106).

Os elementos traço não se degradam e tem meia vida longa, causando assim uma biodisponibilidade mais duradoura no ambiente e uma maior biomagnificação nos tecidos. Por conseguinte, faz com que eles se tornem mais prejudiciais para animais que ocupam alta posição na cadeia alimentar, pois traz a contaminação bioacumulada por vários animais de níveis mais baixos na cadeia trófica para apenas um predador topo de cadeia, encaminhando uma grande carga de bioacumulação para os mesmos (Jakimska et.al, 2011) como o que ocorre com a Toninha.

Diferentes tecidos acumulam níveis de contaminação que variam de acordo com seu metabolismo, fisiologia e bioquímica, sendo que os elementos traço frequentemente são mais altos no fígado, pois é o órgão que realiza a desintoxicação, não apenas bioacumulado mas também do biotransformando através da homeostase, etapa que permitirá a excreção destes pela urina. A homeostase que aparece com frequência na literatura científica é a ligação do mercúrio (Hg) com o selênio (Se), formando a metaloteína MeHg. As metaloteínas exercem um papel de grande importância na ligação e liberação de metais e metalóides. No entanto, se a intoxicação for crônica alguns elementos passam do fígado para os rins e conseqüentemente são acumuladas pelo músculo (Jakimska et al. 2011).

A contaminação por elementos traço é capaz de gerar variados efeitos colaterais através de sua toxicidade. Alguns dos efeitos colaterais são a imunossupressão, disfunção do sistema endócrino, distúrbios de crescimento, disfunção do sistema reprodutor e

neurológico. O efeito colateral diverge com os elementos que estão causando a contaminação, e os elementos traço essenciais quando em grande quantidade também tornam-se tóxicos (Jakimska et al. 2011; Koch et al. 2018).

Visto isso, diversas pesquisas quantificando a contaminação por elementos traço já ocorreram em diferentes áreas de estudos levantando importantes dados primários. Porém, para compreendê-los, para conhecer as lacunas de conhecimento que ainda necessitam serem pesquisadas e trabalhar em tomadas de decisões com a temática abordada, necessita-se de compilação e comparação dos diversos dados já existentes, facilitando e direcionando os olhares do trabalho de pesquisadores e tomadores de decisões. Entretanto há dificuldade em encontrar levantamentos teóricos que discutam as pesquisas de dados primários com o intuito de conhecer e compreender o universo da temática pesquisada.

O Plano de Ação Nacional (PAN) Toninhas construído por meio da Portaria nº 91, de 27 de agosto de 2010, traz diversos objetivos a serem cumpridos por pesquisadores e órgãos ambientais que visem a conservação da espécie criticamente ameaçada de extinção, entre esses objetivos estão os 7.7, 7.19 e 7.24 que tratam de “Identificar os compostos poluentes emergentes nas áreas de manejo I, II e III” e também os objetivos 7.8, 7.20 e 7.25 onde visam “Quantificar a magnitude das concentrações dos micropoluentes e seus efeitos, principalmente sobre o sistema imune e reprodutivo, nas Áreas de Manejo I, II e III”. Assim o presente trabalho estará contribuindo com as seis ações previstas nos objetivos do Plano de Ação Nacional do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade.

O objetivo do presente estudo foi levantar informações disponíveis na literatura sobre a contaminação por elementos traço na toninha, *Pontoporia blainvillei*. Com base nestes resultados, os objetivos específicos estabelecidos visaram : (1) Apontar quais foram as regiões com maior esforço em pesquisa no tema, e os principais

autores/instituições que investigaram a espécie com relação a contaminação por elementos traço; (2) Avaliar os principais achados científicos em termos qualitativos e quantitativos (níveis de contaminação) para a espécie segundo a literatura; (3) Verificar a relação dos resultados dos diferentes estudos com as políticas nacionais de conservação da espécie, tal como o plano de ação nacional e a lista vermelha de fauna ameaçada.

1 MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de dados bibliográficos foi realizado por meio de buscas direcionadas em plataformas online, Portal de Periódicos Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Acadêmico, Scielo e ScienceDirect, bem como pelo acervo de livros da biblioteca da Universidade Federal do Paraná.

Para o levantamento bibliográfico foram utilizadas as seguintes combinações de palavras chave: "*Pontoporia blainvillei*", "Trace elements AND Franciscana", "Trace elements AND *Pontoporia blainvillei*", "Heavy metals AND Franciscana", "Heavy metals AND *Pontoporia blainvillei*", "Pollution AND *Pontoporia blainvillei*" e "Emerging pollutants AND *Pontoporia blainvillei*". As mesmas palavras-chave foram pesquisadas em língua portuguesa, mas para estas combinações não foi obtido nenhum resultado diferente em termos de artigos publicados e relatórios técnicos, apenas sendo identificados alguns artigos iguais aos encontrados na língua inglesa.

O período de levantamento da busca se referiu a trabalhos entre 1990 e 2017, abrangendo toda a área de distribuição da espécie (Brasil, Uruguai e Argentina). Para proceder as análises dos achados, os mesmos foram tabulados em uma planilha [®]Excel, incluindo os seguintes campos: Título do trabalho, autor, revista/livro, ano de publicação, resumo do trabalho, palavras-chave, contaminantes, tecidos analisados, nível de contaminação por matriz analisada, número amostral, local de estudo, centro de pesquisa, país e região. Os trabalhos também foram numerados para melhor organização e avaliação dos resultados e discussão abordados pelos estudos.

A avaliação dos dados obtidos na literatura ocorreram através de estatística descritiva com o planilhamento das médias de elementos traço para cada trabalho, convertendo todos os valores para micrograma por grama e separando por elementos e tecidos analisados. A partir desses resultados realizou-se o cálculo da média de absorção de elementos traço nos três tecidos e cinco elementos mais utilizados, o cálculo foi feito por região em que foram realizados os estudos, para então produzir gráficos de

barra que comparam as médias por região, tecido e elemento. Avaliou-se e comparou-se a prevalência dos diferentes problemas pesquisados em cada artigo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A toninha, por representar uma alta posição na cadeia alimentar, é considerada uma espécie sentinela de seu habitat, e a avaliação dos níveis de contaminação nestes organismos evidencia a qualidade do ambiente onde vivem. Os resultados nos animais podem indicar a disposição de poluentes no ambiente, sendo estes fontes de informações sobre biodisponibilidade de contaminação por elementos traço e saúde ecossistêmica (Koch et.al, 2018; Dorneles et al. 2007). Além disso, o potencial de biomagnificação e bioacumulação nos tecidos da toninha, podem causar alterações e consequências fisiológicas, reprodutivas e mesmo comportamentais nestes animais (Jakimska et al. 2011). Porém, é importante destacar que, devido ao hábito alimentar preferencialmente composto por peixes, cefalópodes e crustáceos de pequeno tamanho corpóreo e pertencentes a menores níveis tróficos do que os consumidos por outros odontocetos, as toninhas apresentam níveis de contaminação menores que de outros cetáceos (Lailson-Brito et al. 2002; Lemos, et al. 2013).

Ao avaliar os resultados das buscas de literatura específica, apenas 16 artigos foram encontrados evidenciando levantamento de dados primários sobre a contaminação por elementos traço nas toninhas entre os anos de 1990 e 2017 (Tabela 1). Os estudos foram realizados nas regiões do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Argentina. Estes estudos de maneira geral avaliaram 18 elementos traço diferentes, sendo eles: Cd, Zn, Hg, Se, Fe, Cu, Mn, Pb, Ni, Cr, Mo, Co, Ag, Sn, As, V, Ga, Rb. A maioria dos estudos avalia em média 6 elementos, sendo os mais comuns Cd, Hg, Se, Cu e Zn. Entre as matrizes avaliadas foram citados, músculo, fígado, rim, melão, gordura e cérebro. Os níveis de contaminação encontrados variaram conforme a região geográfica do animal amostrado, o tecido avaliado e o tipo de elemento traço, no entanto vários entre sexo, fase de desenvolvimento e idade também são citados por 12 trabalhos.

Os 16 artigos encontrados foram publicados em 10 revistas diferentes, sendo as mais publicadas, *Environmental Pollution* com três artigos publicados, e as revistas *Latin American Journal of Aquatic Mammals*,

Journal of the Brazilian Chemical Society e *Marine Pollution Bulletin* cada uma com duas publicações cada (tabela 1). A revista com maior número de publicações é classificada na Qualis/CAPES como A1, as revistas em geral variam entre A1 e B4. O primeiro autor com maior número de publicações (n=3) está citado como afiliado à instituição do Departamento de Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, mas universidades como Universidade Nacional de Mar del Plata, Universidade Estadual do Norte Fluminense e Universidade Federal do Rio Grande, também estão entre as de maior contribuição aos estudos publicados.

A tabela 1 expõe a compilação dos trabalhos publicados, evidenciando os níveis de elementos traço nas toninhas ao longo de uma escala temporal de 27 anos.

Tabela 1: Artigos encontrados através das buscas por palavras-chave em relação á toninhas e elementos traço, destacando as informações sobre: autores, nome do artigo, revista, ano, qualis da revista, área de estudo, tecidos pesquisados, elemento analisados e valores de elementos traço analisados (média $\pm$ DP) medidos em $\mu\text{g g}^{-1}$

(CONTINUA)

Autor	Artigo	Revista	Ano	Qualis	Local	Tecido	Elemento	X $\pm$ DP
de Carvalho, C. E. V. et al.	Heavy metal distribution in two cetacean species from Rio de Janeiro State, south-eastern Brazil	Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom	2008	B1	Rio de Janeiro	Músculo	Cd	0.10 $\pm$ 0.32
							Zn	19.7 $\pm$ 34.8
							Hg	0.06 $\pm$ 0.27
						Fígado	Cd	0.05 $\pm$ 0.17
							Zn	21.7 $\pm$ 46.6
							Hg	0.30 $\pm$ 2.70
Dorneles, P. E. et al.	Cadmium concentrations in Franciscana Dolphin (<i>Pontoporia blainvillei</i>) From south Brazilian coast	Brazilian Journal of Oceanography	2007	A4	Rio de Janeiro	Fígado	Cd	39 $\pm$ 4144
Seixas, T. G. et al.	Total mercury, organic mercury and selenium in liver and kidney of a South American	Environmental Pollution	2008	A1	Rio de Janeiro	Fígado	Hg	0.66 $\pm$ 9.65
							Se	0.84 $\pm$ 9.05
						Rim	Hg	0.45 $\pm$ 5.11

Polizzi, P. S et al.	Fine scale distribution constrains cadmium accumulation rates in two geographical groups of Franciscana dolphin from Argentina	Marine Pollution Bulletin	2013	A1	Argentina	Fígado		1.81±3.39
						Músculo	Cd	0.08 ±0.01
						Rim		4.22 ±5.60
Romero, M. B. et al.	Metals as chemical tracers to discriminate ecological populations of threatened Franciscana dolphins (Pontoporia blainvillei) from Argentina	Environmental Science and Pollution Research	2017	A2	Argentina	Fígado	Fe	1397 ± 468
							Mo	4.58 ± 0.94
							Mn	12.70 ± 4.41
							Cr	0.065 ± 0.015
							Ni	0.067 ± 0.015
							Co	0.067 ± 0.016
							Ag	4.96 ± 4.02
							Pb	0.055 ± 0.003
							Sn	0.755 ± 0.253
						Rim	Fe	973 ± 301
							Mo	0.88 ± 0.12
							Mn	3.88 ± 1.35
							Cr	0.173 ± 0.142
							Ni	0.101 ± 0.028
							Co	0.089 ± 0.032
							Ag	0.030 ± 0.010
							Pb	0.054 ± 0.006
							Sn	0.039 ± 0.005
						Cérebro	Fe	79.0 ± 230.0
							Mo	0.201 ± 0.307
							Mn	2.52 ± 2.58
							Cr	0.041 ± 0.057
							Ni	0.195 ± 0.256
							Co	0.027 ± 0.045
							Ag	0.231 ± 0.258
							Pb	D.I.
							Sn	0.017 ± 0.402
*Seixas, T. G. et al.	Ecological and biological determinants of trace elements accumulation in liver and kidney of Pontoporia blainvillei	Science of the Total Environment	2007	A1	Rio de Janeiro Rio Grande do Sul	Fígado	Hg	5.98 ± 2.31
							Cd	0.96± 0.95
							Se	6.52± 3.99
							As	1.36 ± 1.23
						Rim	Hg	1.51±1.27

							Cd	7.83±8.07
							Se	7.83±8.07
							As	1.12 ± 0.93
Seixas, T. G. et.al	Trace Elements in Different Species of Cetacean from Rio de Janeiro Coast	Journal of the Brazilian Chemical Society	2009	A2	Rio de Janeiro	Fígado	As	1.10 ± 0.79
							Cd	0.55 ± 0.9
							Cu	25.64 ± 41.28
							Pb	0.67 ± 0.45
							Se	3.24 ± 2.00
							Ag	0.60 ± 0.63
*Moreira, I. et.al	Selenium and Mercury (Total and Organic) in Tissues of a Coastal Small Cetacean, Pontoporia blainvillei	Journal of Coastal Research	2009	B1	Rio de Janeiro	Fígado	Hg	0.83 ± 51.65
							Se	0.84 ± 54.33
					Rio Grande do Sul	Rim	Hg	0.45 ± 5.11
							Se	1.49 ± 12.33
Marcovecchio, J. E. et.al	Tissue Distribution of Heavy Metals in Small Cetaceans from the Southwestern Atlantic Ocean	Marine Pollution Bulletin	1990	A1	Argentina	Fígado	Hg	3.8 ± 1.6
							Cd	3.3 ± 1.4
							Zn	83.4 ± 40.0
							Cu	16.0 ± 3.3
						Músculo	Hg	3.0 ± 1.2
							Cd	0.1 ± 0.1
							Zn	49.3 ± 4.8
							Cu	2.5 ± 1.5
						Rim	Hg	1.9 ± 0.7
							Cd	9.9 ± 3.9
							Zn	79.4 ± 421.4
							Cu	14.0 ± 4.9
						Gordura	Hg	D.I.
							Cd	D.I.
							Zn	6.6 ± 0.6
							Cu	2.8 ± 0.3
						Melão	Hg	D.I.
							Cd	D.I.
							Zn	1.9 + 0.3
							Cu	1.4 ± 0.3
Baptista, G. et.al	Mercury, selenium and stable isotopes in four small cetaceans from the Southeastern Brazilian coast: Influence of feeding strategy	Environmental Pollution	2016	A1	Rio de Janeiro	Músculo	Hg	1.92 ± 0.96
							Se	1.80 ± 0.37
Gerpe, M. S. et.al	Accumulation of heavy metals in the franciscana (Pontoporia blainvillei) from	Latin American Journal of aquatic mammals	2002	B4	Argentina	Fígado	Hg	0.095 ± 6.086
							Cd	0.020 ± 0.918
							Zn	0.288 ±

	buenos aires province, argentina							14.618
							Cu	0.201 ± 12.739
						Músculo	Hg	0.017 ± 1.029
							Cd	0.014 ± 0.961
							Zn	0.280 ± 17.169
							Cu	0.280 ± 17.169
						Rim	Hg	0.017 ± 1.010
							Cd	0.052 ± 2.653
							Zn	0.148 ± 6.132
							Cu	0.149 ± 6.132
*Kunitoa. T. et. al	Concentration and subcellular distribution of trace elements in liver of small cetaceans incidentally caught along the Brazilian coast	Marine Pollution Bulletin	2004	A1	São Paulo Paraná	Fígado	V	0.089 ± 0.040
							Cr	0.49 ± 0.60
							Mn	14.8 ± 2.3
							Fe	816.0 ± 280.0
							Co	0.040 ± 0.008
							Cu	44.5 ± 89.0
							Zn	152 ± 82
							Ga	0.003 ± 0.004
							As	1.2 ± 0.4
							Se	9.1 ± 5.5
							Rb	5.34 ± 0.89

(CONCLUSÃO)

LEGENDA: * representa os artigos que abordaram duas áreas de estudos e apresentaram os valores mínimos e máximos das áreas em conjunto, sem distinção de área. D.I = Dados Insuficientes.

Para melhor elucidação na comparação das médias de contaminação por trabalho e região elaborou-se a tabela 2 que traz a compilação dos dados referentes aos três tecidos e cinco elementos mais publicados dentre o presente levantamento bibliográfico.

Tabela 2: Médias das concentrações dos cinco elementos traço e dos três tecidos mais notórios em número de publicações.

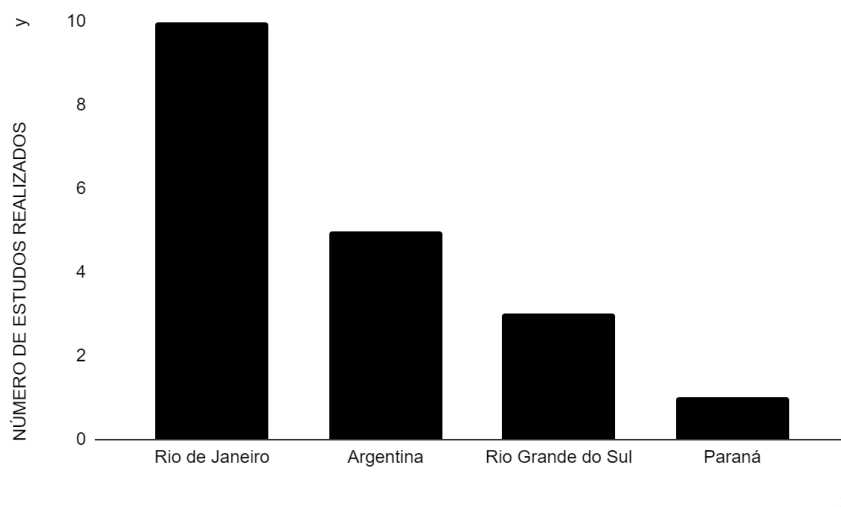
AUTOR	REGIÃO	TECIDO	Hg	Cd	Se	Cu	Zn
de Carvalho, C. E. V. et al.	RJ	Fígado	0.30 ± 2.70	0.05 ± 0.17			21.7 ± 46.6
		Musculo	0.06 ± 0.27	0.10 ± 0.3			0.06 ± 0.27
Dorneles, P. E. et al.	RJ	Fígado		39 ± 4144			
Seixas, T. G. et al.	RJ / RS	Fígado	0.66 ± 9.65		0.84 ± 9.05		
		Rim	0.45 ± 5.11		1.49 ± 11.58		
Kehrig, H. A.	RJ	Fígado	1.0 ± 2.8		1.0 ± 4.0		

et al		Musculo	1.7 ± 5.3		2.3 ± 3.2		
Lailson-BRITO, J. Jr. et al	RJ	Fígado	0.90 ± 47.0	0.02 ± 1.7		1.8 ± 21.0	1.1 ± 61
		Rim	0.42 ± 3.0	0.02 ± 1.20		1.6 ± 15.0	11.0 ± 15.9
Lemos, L. S. et al.	RJ	Fígado	0.33 ± 1.1	0.16 ± 0.5	0.91 ± 3.0	1.74 ± 5.80	0.04 ± 100.1
Panebianco a, M. V. et al.	ARG	Fígado		2.01 ± 2.06		5.03 ± 2.36	29.25 ± 7.68
Polizzi, P. S et al.	ARG	Fígado		1.81 ± 3.39			
		Musculo		0.08 ± 0.01			
		Rim		4.22 ± 5.60			
*Seixas, T. G. et al.	RJ / RS	Fígado	5.98 ± 2.31	0.96 ± 0.95	6.52 ± 3.99		
		Rim	1.51 ± 1.2	7.83 ± 8.07	7.83 ± 8.0		
Seixas, T. G. et.al	RJ	Fígado		0.55 ± 0.9	3.24 ± 2.00	25.64 ± 41.28	
*Moreira, I. et.a	RJ / RS	Fígado	0.83 ± 51.65		0.84 ± 54.33		
		Rim	0.45 ± 5.11		1.49 ± 12.33		
Marcovecchio, J. E. et.al	ARG	Fígado	3.0 ± 1.2	3.3 ± 1.6		16.0 ± 3.3	83.4 ± 40.0
		Musculo	3.0 ± 1.2	0.1 ± 0.1		2.5 ± 1.5	49.3 ± 4.8
		Rim	1.9 ± 0.7	9.9 ± 3.9		14.0 ± 4.9	79.4 ± 421.4
Baptista, G. et.al	RJ	Músculo	1.92 ± 0.96		1.80 ± 0.37		
Gerpe, M. S. et.al	ARG	Fígado	0.095 ± 6.086	0.020 ± 0.918		0.201 ± 2.739	0.288 ± 4.618
		Músculo	0.017 ± 1.029	0.014 ± 0.961		0.280 ± 7.169	0.280 ± 17.169
		Rim	0.017 ± .010	0.052 ± 2.653		0.149 ± 6.132	0.148 ± 6.132
*Kunito, T. et.al	SP / PR	Fígado			9.1 ± 5.5	44.5 ± 89.0	152 ± 82

Entre todos os artigos cinco estados foram abordados, assim como todas as áreas de manejo (FMA): Rio de Janeiro, sudeste brasileiro inserido no FMA I com 10 estudos, trazendo o número mais representativo de pesquisas na área, mas com a maioria dos estudos realizados no litoral norte do estado; Argentina inserida na FMA IV, com cinco artigos realizados nas províncias de Bahía Blanca, Monte Hermoso, Claromecó, Necochea e Mar del Plata; o estado Rio Grande do Sul, inserido no FMA III, com três artigos publicados. No entanto, é válido observar que os três artigos abordados no estado do Rio Grande do Sul foram escritos comparando os resultados também com o estado do Rio de Janeiro. Os estados de São Paulo e Paraná inseridos no FMA II, são descritos em apenas um artigo (Tabela: 1).

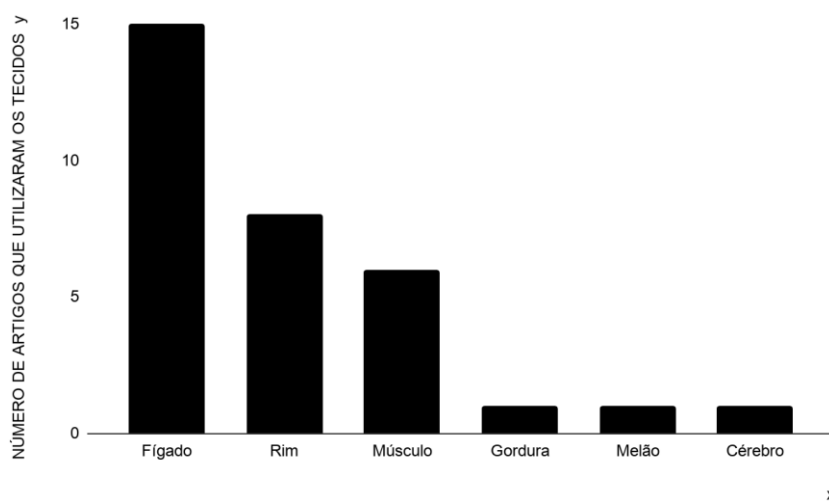
O gráfico elucida a distribuição de trabalhos realizados em cada área de estudos, demonstrando a relevância do número de pesquisas realizadas (Figura 2)

Figura 2: Distribuição das áreas de estudos em que foram realizados os artigos.



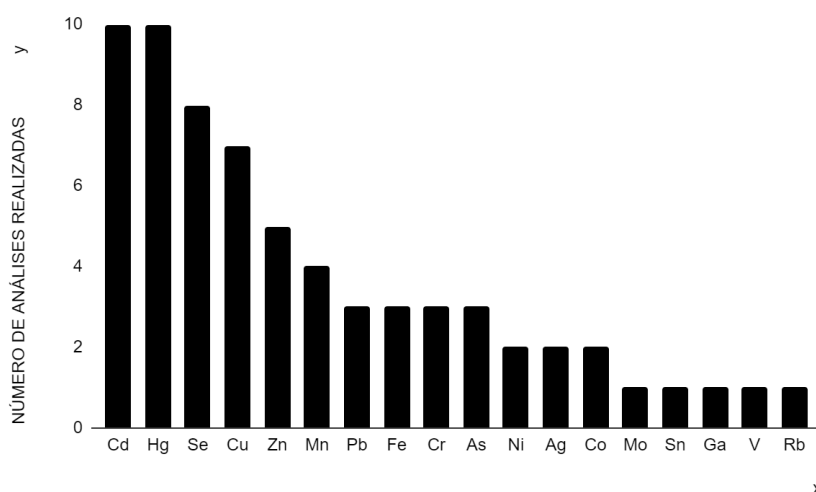
Os tecidos analisados com maior frequência foram o fígado (n=15), o rim (n=8), músculo (n=6) e melão, gordura e cérebro ambos com um estudo realizado. Melão e gordura foram analisados apenas no artigo desenvolvido por Marcovecchio e colaboradores (1990), os quais buscaram conhecer a distribuição dos elementos traço nos diferentes tecidos (Figura 3).

Figura 3: Tecidos biológicos de *P. blainvillei* avaliados quanto a níveis de elementos traço, de acordo com levantamento bibliográfico.



A produção científica avaliada revela que os elementos traço mais representativos em estudos com a espécie são o cádmio e o mercúrio, cada qual representado em 10 publicações. Em seguida aparecem selênio (n=8) e cobre (n=7), zinco (n=5), manganês (n=4), seguidos por chumbo, ferro, cromo e arsênio cada um citado em três publicações. Outros elementos como, níquel, prata e cobalto estão representados em pelo menos duas publicações. Entretanto, molibdênio, estanho, gálio, vanádio e rubídio aparecem em apenas uma publicação cada (Figura 4), realizada na região de São Paulo e Paraná.

Figura 4: Elementos traço avaliados em tecidos de *P. blainvillei* em diferentes estudos realizados no período de 1990 a 2017.



Dentre os trabalhos pesquisados sete investigaram a diferença de absorção de elementos traço entre a *toninha* e outras espécies de cetáceos. A maioria dos estudos compara os resultados com o boto-cinza (*Sotalia guianensis*; n=6). No entanto há também comparações com o golfinho-pintado-do-Atlântico (*Stenella frontalis*, n=3), com o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) e com o golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), para os quais foram registrados dois estudos. Um único trabalho traz uma análise comparativa dos níveis de contaminação em toninhas em relação a múltiplas-espécies, tais como *Kogia breviceps*, *Ornicus orca*, *Feresa attenuata*, *Tursiops gephyreus* e *Delphinus capensis*. Dentre todas as espécies a toninha apresentou maiores níveis de elementos

traço apenas quando comparados com a *K. breviceps*. No entanto, no artigo que aborda esta avaliação com exemplares do estado do Paraná e São Paulo (Kunito et al., 2004) a espécie também apresentou maiores níveis de Mn, Co, As e Rb em relação às espécies *S. guianensis*, *S. frontalis* e *D. capensis*.

Seixas et al. (2008) e Kunito et al. (2004) afirmam que o comprimento total, massa corpórea e dieta influenciam nos níveis de contaminação. Desta forma, as toninhas apresentam menores níveis de elementos traço quando comparados com outras espécies de cetáceos, as quais em geral são maiores e têm maior massa corpórea. Considerando a influência destes fatores intrínsecos, quatro artigos avaliaram estes parâmetros e registraram que animais maiores possuem maiores níveis de elementos traço (Panebianco et al, 2012; Seixas et al, 2007; Seixas et al, 2009; Moreira et al, 2009).

Além destes, oito artigos investigaram a relação entre estágio de desenvolvimento / idade e os valores quantitativos de elementos traço, sendo relatado por sete artigos indivíduos adultos com maiores níveis de contaminação. Apenas o trabalho desenvolvido por Gerpe et al. (2002) apresentou maiores taxas de contaminação por cádmio em indivíduos juvenis, fator por relatado no trabalho como possível consequência da dieta porém, foram investigados em oito artigos a relação entre os níveis de elementos traço e o sexo dos indivíduos, mas todos os estudos afirmam não ser este fator de relevância/interferência na absorção/acumulação de elementos traço. Não houve discussões nos trabalhos sobre os fatores intrínsecos e extrínsecos sobre as causas prováveis da não relação entre sexo e acumulação de elementos traço, porém de acordo com a revisão de O'shea (1999) mamíferos marinhos como os cetáceos geralmente não apresentam relações divergentes entre sexo e acumulação de elementos traço.

Considerando a influência geográfica associada a habitat e mesmo o hábito alimentar, a bioacumulação por elementos traço em toninhas foi avaliada em três estudos, os quais compararam resultados entre regiões distintas. Os trabalhos que compararam entre animais da região sudeste (Rio de Janeiro) e região sul (Rio Grande do Sul) evidenciaram maiores

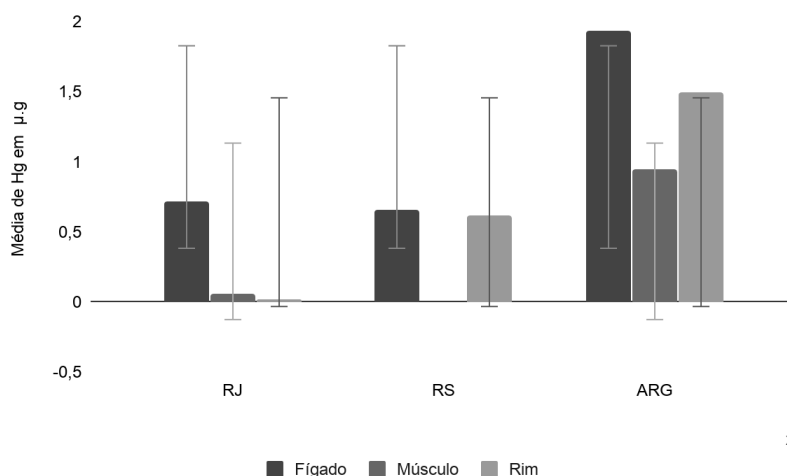
níveis de elementos traço no estado do Rio Grande do Sul, relacionando estas diferenças a dieta e ao fato dos indivíduos do sul terem a média de comprimento total e massa maiores quando comparadas aos indivíduos do sudeste. Outros três artigos investigaram a diferença em províncias de Buenos Aires, Argentina, sendo dois destes com enfoque na comparação entre animais que ocorrem em ambientes estuarinos ou costeiros (Romero et al, 2017; Panebianco et al, 2012). Polizzi et al. (2013). Observaram que as toninhas encontradas em ambientes costeiros estavam com os maiores níveis de elementos traço, associando a contaminação com as anchovas presentes na dieta dos indivíduos costeiros e que não está presente na dieta das toninhas que vivem no estuário. Entretanto, há divergências quanto a estes resultados, visto que Romero (2017) apresenta que os indivíduos provindos do ambiente estuarino estão mais contaminados que os indivíduos do ambiente costeiro, mostrando o fator extrínseco de maior degradação no ambiente estuarino como possível vetor de contaminação. Reforçando que ainda há muitos fatores a serem abordados na influência dos níveis de contaminação, Panebianco et al (2012) apresenta diversas divergência entre níveis de contaminantes em toninhas de origem relacionada a quatro províncias de Buenos Aires, também os associando a dieta.

Três artigos avaliaram as diferenças nos níveis de contaminação de elementos traço entre tecidos, tais como fígado, rim, músculo, melão e gordura. O tecido com maiores valores dentre os cinco elementos mais notórios foi o fígado ($152 \pm 82 \text{ ug g}^{-1}$), seguido do rim ($79.4 \pm 421.4 \text{ ug g}^{-1}$) e músculo ($49.3 \pm 4.8 \text{ ug g}^{-1}$) ambos valores apresentados com a acumulação de Zn. Elementos traço essenciais como o Zn e Cu facilmente são absorvidos pelo músculo pois são reincorporadas na circulação sanguínea para atender processos metabólicos (Seixas et al, 2007; Marcovecchio, 1990; Gerpe et al, 2002). Os demais órgãos/tecidos apresentaram baixos níveis, conforme pode ser verificado na tabela 1. Seixas (2007) e Marcovecchio (1990) destacam os maiores níveis de contaminação de Cd em rim, fator possivelmente relacionado a presença de proteínas de baixo peso molecular associadas a metalotetina como sistema de desintoxicação por Cd, bem como o Hg e Se apresentam-se comumente no fígado para processos de desintoxicação.

Os resultados obtidos em diferentes matrizes biológicas para os elementos Hg, Cd, Se, Cu e Zn são apresentados comparativamente nas figuras 5, 6, 7, e 8 evidenciando as variações registradas pelos diferentes estudos.

As concentrações médias de Hg registradas para os tecidos hepáticos em ordem decrescente são de respectivamente $1,94 \text{ ug g}^{-1}$ para a Argentina, seguido do Rio de Janeiro com $0,72 \text{ ug g}^{-1}$ e Rio Grande do Sul com $0,66 \text{ ug g}^{-1}$. Para os tecidos renais a média para Argentina foi de $0,95 \text{ ug g}^{-1}$, Rio Grande do Sul $0,62 \text{ ug g}^{-1}$ e Rio de Janeiro apresentou a menor média com $0,43 \text{ ug g}^{-1}$. Para os tecidos musculares os resultados são $1,5 \text{ ug g}^{-1}$ de média para Argentina e $0,06 \text{ ug g}^{-1}$ para o Rio de Janeiro. Não foram publicados dados de Hg para amostras de músculo de toninhas coletadas no estado do Rio Grande do Sul, e para nenhum tecido dos animais avaliados nos estados de São Paulo e Paraná (Figura 5)

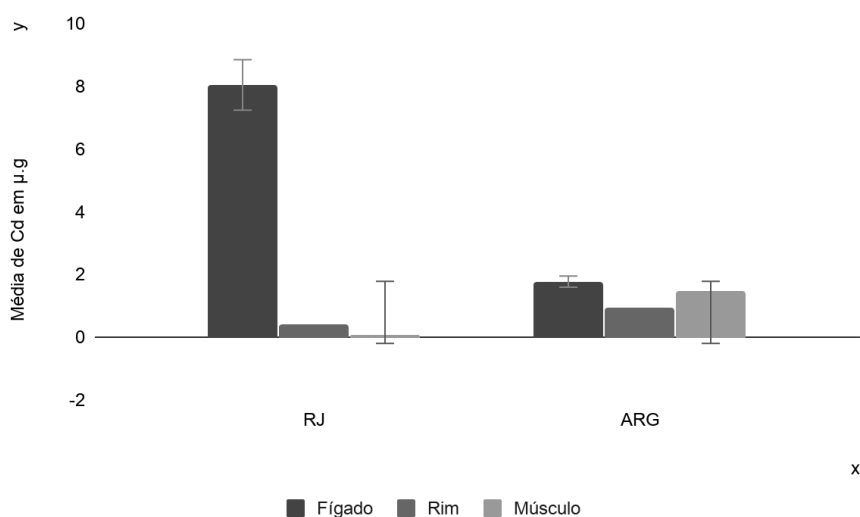
Figura 5: Média de concentrações de Hg em estudos que amostraram fígado, músculo e rim de *P. blainvillei*, em cada região em que foram realizados os estudos



As concentrações médias para Cd registradas nos tecidos hepáticos em ordem decrescente são de respectivamente $8,05 \text{ ug g}^{-1}$ para o Rio de Janeiro, seguido da Argentina com $1,94 \text{ ug g}^{-1}$. Para os tecidos renais a média para Argentina foi de $5,21 \text{ ug g}^{-1}$ e $0,02 \text{ ug g}^{-1}$ para o Rio de Janeiro. As concentrações de Cd no tecido muscular apresentaram as médias de $0,64 \text{ ug g}^{-1}$ para Argentina e $0,10 \text{ ug g}^{-1}$ para o estado do Rio de Janeiro com as menores médias. Não foram publicados dados de Cd para amostras de

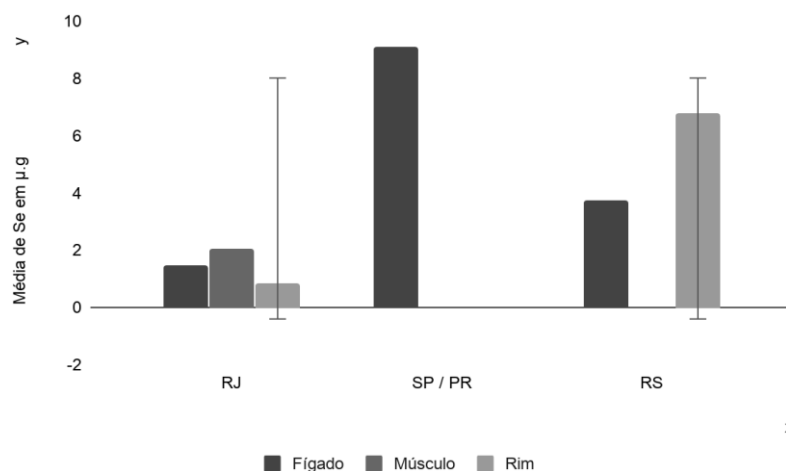
nenhum tecido dos animais avaliados nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo. (Figura 6).

Figura 6: Média de concentrações de Cd no fígado, músculo e rim relativo as regiões em que foram realizados os estudos



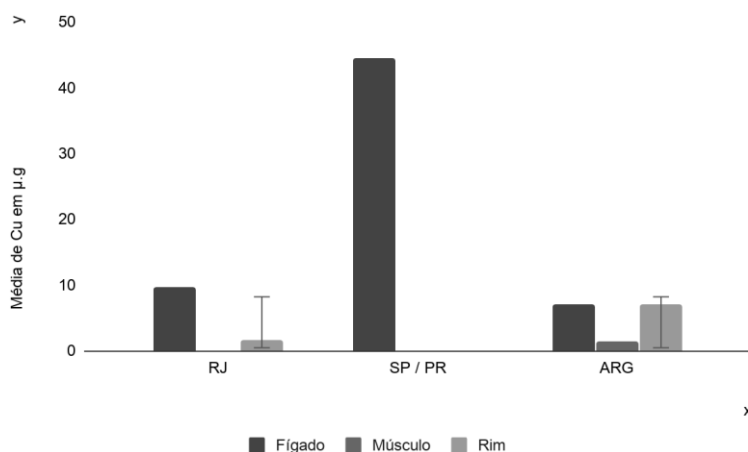
As concentrações médias para Se registradas nos tecidos hepáticos em ordem decrescente são de respectivamente $9,1 \text{ ug g}^{-1}$ para os estados de São Paulo e Paraná, seguido do Rio Grande do Sul $3,76 \text{ ug g}^{-1}$ e $1,5 \text{ ug g}^{-1}$ para o Rio de Janeiro. Para os tecidos renais a média para o Rio Grande do Sul foi de $6,79 \text{ ug g}^{-1}$ e $0,84 \text{ ug g}^{-1}$ para o Rio de Janeiro. A concentração de Se no tecido muscular apresentou a média de $2,05 \text{ ug g}^{-1}$. Não foram publicados dados de Se para amostras de músculo e rim para São Paulo e Paraná, e para nenhum dos animais avaliados na Argentina (Figura 7).

Figura 7: Média de concentrações de Se no fígado, músculo e rim relativo as regiões em que foram realizados os estudos



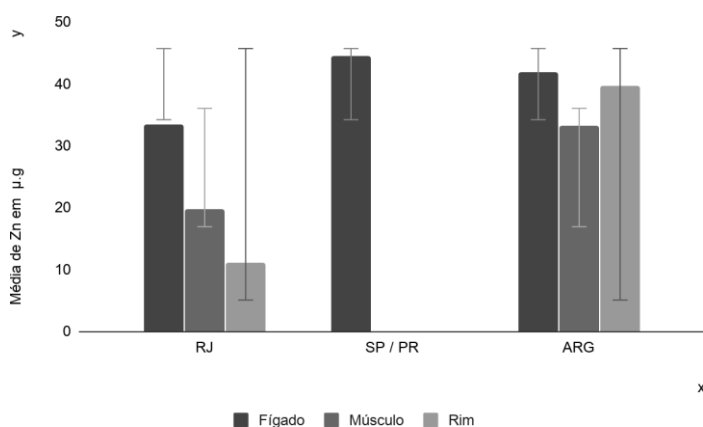
As concentrações médias para Cu registradas nos tecidos hepáticos em ordem decrescente são de respectivamente 44,5 $\mu\text{g g}^{-1}$ para os estados de São Paulo e Paraná, seguido do Rio de Janeiro com 9,73 $\mu\text{g g}^{-1}$ e Argentina com 7,07 $\mu\text{g g}^{-1}$. Para os tecidos renais a média para a Argentina foi 7,74 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 1,6 $\mu\text{g g}^{-1}$ para o Rio de Janeiro. A concentração Cu no tecido muscular apresentou a média de 1,39 $\mu\text{g g}^{-1}$ para Argentina. Não foram publicados dados de Cu para amostras de rim e músculo nos estados de São Paulo e Paraná, bem como não foi apresentado para amostras de rim no Rio de Janeiro, e para nenhum dos animais avaliados no Rio Grande do Sul (Figura 8).

Figura 8: Média de concentrações de Cu no fígado, músculo e rim relativo as regiões em que foram realizados os estudos



As concentrações médias para Zn registradas nos tecidos hepáticos em ordem decrescente são de respectivamente 152,0 $\mu\text{g g}^{-1}$ para os estados de São Paulo e Paraná, seguido da Argentina com 41,84 $\mu\text{g.g}$ e Rio de Janeiro com 19,7 $\mu\text{g g}^{-1}$. Para os tecidos renais a média para a Argentina foi de 39,774 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 11,0 $\mu\text{g g}^{-1}$ para o Rio de Janeiro. Para os tecidos musculares os resultados são de 33,23 $\mu\text{g g}^{-1}$ na Argentina e 19,7 $\mu\text{g g}^{-1}$ para o Rio de Janeiro. Não foram publicados dados de Zn para amostras de fígado e rim nos estados de São Paulo e Paraná, e para nenhum dos animais avaliados no Rio Grande do Sul (Figura 9).

Gráfico 9: Média de concentrações de Zn no fígado, músculo e rim relativo as regiões em que foram realizados os estudos



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A toninha é considerada o golfinho mais ameaçado de extinção do oceano Atlântico Sul. Apesar da contaminação química estar citada como uma das importantes ameaças à conservação da espécie, apenas 16 estudos abordando os níveis de elementos traço em toninhas foram publicados entre 1990 e 2017. Estes estudos estão concentrados em apenas algumas regiões ao longo da distribuição da espécie, não integram análises de múltiplos anos e raramente avaliam a mesma diversidade de elementos. Além disso, utilizam as mesmas matrizes biológicas. Fatores que dificultam comparações e mesmo avaliações de médio e longo prazo.

Apesar dos estudos destacarem a influência do habitat, hábito alimentar (dieta), fase de desenvolvimento e mesmo o tamanho dos animais com relação aos níveis de contaminação detectados, os estudos não permitem uma avaliação integrada de resultados e a detecção de áreas de maior exposição dos animais à contaminação, assim como uma discussão sobre fontes de influência e mesmo a mensuração quanto a contribuição da intensificação de uso antrópico na zona costeira em acumulação de elementos traço nas toninhas e ao longo das cadeias tróficas as quais estas pertencem.

Padronizar métodos de coleta de amostras, processamento analítico e fatores biológicos a serem avaliados são importantes passos para aprimorar estudos futuros. Ainda, avaliar os processos bioquímicos e fisiológicos potencialmente relacionados aos elementos traço avaliados é uma linha de pesquisa relevante e necessária para que futuramente seja possível avaliar as relações de causa e efeito em relação aos níveis de contaminação detectados em diferentes matrizes e espécimes de diferentes regiões. Há diversos estudos que demonstram patologias e alterações fisiológicas/moleculares potencialmente relacionadas a bioacumulação e biomagnificação de elementos traço, entretanto, os níveis que causam danos não são conhecidos para muitos dos elementos, principalmente para pequenos cetáceos como a toninha, havendo necessidade em se pesquisar tais lacunas de conhecimento.

O Plano de ação Nacional para a conservação da toninha destaca a prioridade de pesquisas com foco na avaliação de elementos-traço em toninhas desde 2010. Mesmo após a publicação deste documento, no Brasil apenas seis trabalhos foram publicados e o tema continua figurando como uma importante lacuna de conhecimento para a espécie. Custos altos e dificuldades analíticas podem justificar a escassez de informações.

Sendo esta uma demanda prioritária, este estudo destaca a necessidade de maior esforço das instituições de pesquisa para avaliação de animais provenientes de distintas regiões e de estudos comparativos entre anos, animais em diferentes estágios de maturação, sexo, com ocorrência em áreas costeiras e estuarinas e principalmente, avaliações em múltiplas matrizes biológicas, que considerem o tempo de acúmulo e bioquímica dos distintos elementos.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Instituto Chico Mendes De Biodiversidade. **Plano de Ação Nacional: Toninhas**. 2010. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-deacao/pantoninha.pdf>> . Acessado em: 09. Nov. 2019.
- CUNHA, H. A.; MEDEIROS, B. V.; BARBOSA, L. A.; CREMER, M. J.; MARIGO, J.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A. F.; SOLÉ-CAVA, A. M. Population Structure of the Endangered Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*): Reassessing Management Units. **PLoS ONE**, Brasil, v. 9, n. 1, p. 1 – 8, 2014.
- GRUBER, N. L. S.; BARBOZA, E. G.; NICOLODI, J. L. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada das Zonas Costeiras. **GRAVEL**. Porto Alegre, RS, n. 1, p. 81 – 89, 2003.
- PEREIRA, R. S. Poluição Hídrica: Causas e Consequências. **REVISTA ELETRONICA DE RECURSOS HIDRÍCOS. IPH**, UFRGS, v. 1, n. 1, p. 20 – 36, 2004. Disponível em: < <http://www.abrh.org.br/informacoes/erh.pdf>> Acessado em: 08. Nov. 2019. **CURRENT ANAESTHESIA & CRITICAL CARE**. Reino Unido, v. 21, n. 1, p. 44 – 48, 2010.
- SECCHI, E. R.; DANILEWICZ, D. OTT. P. H. Applying the phylogeographic concept to identify franciscana dolphin stocks: implications to meet management objectives. **Journal Cetacean Research Manage**. FURG, v. 5, n. 1, p. 61 – 68, 2003.
- GRAY, J. S. Marine Biodiversity: Patterns, Threats and Conservation Needs. **Biodiversity & Conservation**. Oslo, v. 6, n. 1, p. 153 – 175, 1997.

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 Cetacean Research Manage.** Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 185 – 192, 2001.

PINEDO, M. C.; PRADERI, R.; BROWNELL, R. L. Review of the biology and status of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. In **Biology and Conservation of River Dolphins.** p. 46-51, 1989.

JAKIMSKA, A.; KONIECZKA, P.; SKÓRA, K.; NAMIÉŚNIK, J. Bioaccumulation of Metals in Tissues of Marine Animals, Part I: the Role and Impact of Heavy Metals on Organisms. **Journal Environmental Study.** Polonia, v. 20, n. 5, p. 1117 – 1125, 2011.

JAKIMSKA, A.; KONIECZKA, P.; SKÓRA, K.; NAMIÉŚNIK, J. Bioaccumulation of Metals in Tissues of Marine Animals, Part II: Metal Concentrations in Animal Tissues. **Journal Environmental Study.** Polonia, v. 20, n. 5, p. 1127 – 1146, 2011.

DE CARVALHO, C. E. V.; DI BENEDITTO, A. P. M.; SOUZA, C. M. M.; RAMOS, R. M. A.; REZENDE, C. E. Heavy metal distribution in two cetacean species from Rio de Janeiro State, south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.** Reino Unido, v. 88, n. 6, p. 1117 – 1120.

DORNELES, P. R.; LAILSON-BRITO, J.; SECCHI, E. R.; BASSOI, M.; LOZINSKY, C. P. C.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. Cadmium Concentrations In Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) From South Brazilian Coast. **BRAZILIAN JOURNAL OF OCEANOGRAPHY.** V. 55, n. 3, p. 179-186, 2007.

SEIXAS, T. G.; KEHRIG, H. A.; COSTA, M.; FILLMANN, G.; DI BENEDITTO, E. R.; SECCHI, E. R.; SOUZA, C. M. M.; MALM, O.; MOREIRA, I. Total mercury, organic mercury and selenium in liver and kidney of a South American coastal dolphin. **Environmental Pollution**. Rio de Janeiro, v. 154, p. 98 – 106, 2008.

LAILSON-BRITO, J.; AZEREDO, M. A. A.; MALM, O.; RAMOS, R. A.; DI BENEDITTO, A. P. M.; SALDANHA, M. F. C. Trace Metals In Liver And Kidney Of The Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) From The Northern Coast Of Rio De Janeiro State, Brazil. **Latin AMERICAN JOURNAL OF AQUATIC MAMMALS**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 107 - 114, 2002.

KOCH, M. S.; SILVA, V. P.; FREDERICO, A. P.; BRACARENSE, R. L.; DOMIT, C. Environmental aspects and diseases related to immunosuppression in cetaceans: a concise review. **VETERINARY MEDICINE**. Londrina, v. 39, n. 6, p. 28 – 97, 2018.

LEMOES, L. A.; MOURA, J. F.; HAUSER-DAVIS, R. A.; CAMPOS, R. C.; SICILIANO, S. Small cetaceans found stranded or accidentally captured in southeastern Brazil: Bioindicators of essential and non-essential trace elements in the environment. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. Rio de Janeiro, v. 97, p. 166 – 175, 2013.

PANEBIANCOA, M. V.; BOTTEB, S. E.; NEGRIA M, F.; MARCOVECCHIO, J. E.; CAPPOZZOA, H. L. Heavy Metals in Liver of the Franciscana Dolphin, *Pontoporia blainvillei*, from the Southern Coast of Buenos Aires, Argentina. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. Buenos Aires, v. 7, n. 1, p. 31 – 41, 2010.

POLIZZI, P. S.; BOUDET, C.; ROMERO, M. B.; DENUNCIO, P. E.; RODRÍGUEZ, D. H.; GERPE, M. S. Fine scale distribution constrains cadmium accumulation rates in two geographical groups of Franciscana dolphin from Argentina. **Marine Pollution Bulletin**. Buenos Aires, v. 72, p. 41 – 46, 2013.

ROMERO, M. B.; POLIZZI, P.; CHIODI, L.; ROBLES, A.; DAS, K.; GERPE, M. Metals as chemical tracers to discriminate ecological populations of threatened Franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) from Argentina. **Environmental Science and Pollution Research**. Argentina, v. 24, p. 3940 – 3950, 2016.

SEIXAS, T. G.; KEHRIG, H. A.; FILLMANN, G.; DI BENEDITTO, A.P. M.; SOUZA, C. M. M.; SECCHI, E. R.; MOREIRA, I.; MALM, O. Ecological and biological determinants of trace elements accumulation in liver and kidney of *Pontoporia blainvillei*. **Science of the Total Environment**. Rio de Janeiro, V. 385, p. 208 – 220, 2007.

MOREIRA, I.; SEIXAS, T. G.; KEHRIG, H. A.; FILMANN, G.; DI BENEDITTO, A. P.; SOUZA, C. M.; MALM, O. Selenium and Mercury (Total and Organic) in Tissues of a Coastal Small Cetacean, *Pontoporia blainvillei*. **Journal of Coastal Research**. Portugal, v. 56, p. 866 – 870, 2009.

MARCOVECCHIO, J. E.; MORENO, V. J.; BASTIDA, R. O.; GERPE, M. S.; RODRÍGUEZ, D. H. Tissue Distribution of Heavy Metals in Small Cetaceans from the Southwestern Atlantic Ocean. **Marine Pollution Bulletin**. Buenos Aires, v. 21, n. 6, p. 299 – 304, 1990.

BAPTISTA, G.; KEHRIG, A. P. M.; DI BENEDITTO, R. A.; HAUSER-DAVIS, C.; ALMEIDA, M. G.; REZENDE, C. E.; SICILIANO, S.; MOURA, J. F.; MOREIRA, I. Mercury, selenium and stable isotopes in four small cetaceans from the Southeastern Brazilian coast: Influence of feeding strategy. **Environmental Pollution**. Rio de Janeiro, v. 218, p. 1298 – 1307, 2016.

GERPE, M. S.; RODRÍGUEZ, D. H.; MORENO, V. J.; BATISTA, R. O.; MORENO, J. A. E. Accumulation Of Heavy Metals In The Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) From Buenos Aires Province, Argentina. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2002.

STRACHAN, S. Trace Elements. **CURRENT ANAESTHESIA & CRITICAL CARE**. V. 21, n. 1, 2010.

MIRANDA, L. B; CASTRO, B. M; KJERFVE, B. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. São Paulo: EDUSP, 2002.

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

PINEDO, M.C.; HOHN, A.A. Growth layer patterns in teeth from the franciscana, *Pontoporia blainvillei*: developing a model for precision in age estimation. **Marine Mammal Science**. V. 16, n. 1, p.1-27, 2000.

KASUYA, T. R.; BROWNELL, L. JR. Age determination, reproduction, and growth of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. **Scientific Reports of the Whales Research**. N. 31, p. 45-67, 1979.

BELLANTE, A.; SPROVIERI, M.; BUSCAINO, G.; MANTA, D. S.; BUFFA, G.; DI STEFANO V.; BONANNO A.; BARRA, M.; PATTI, B.; GIACOMA C.; MAZZOLA, S. Trace elements and vanadium in tissues and organs of five species of cetaceans from Italian coasts, **Chemistry and Ecology**. V. 25, n. 5, p. 311-323, 2009

O'Shea, T. J. In *Environmental Contaminants and Marine Mammals*; **Smithsonian Institution Press**: Washington, p. 485-563, 1999.

CAVALLINI, N. G. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO GUARAGUAÇU: DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA DE CONTAMINANTES INORGÂNICOS E DIAGNÓSTICO A PARTIR DE BIOINDICADOR. 2018 Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) – Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2018.