

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
COORDENADORIA ESPECIAL DE OCEANOGRAFIA

Giulia Zanato

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE COMPOSTOS  
ORGANOCLORADOS NA CAMADA SUBCUTÂNEA DE  
*PONTOPORIA BLAINVILLEI***

FLORIANÓPOLIS

2022

Giulia Zanato

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE COMPOSTOS  
ORGANOCOLORADOS NA CAMADA SUBCUTÂNEA DE  
*PONTOPIRIA BLAINVILLEI***

Trabalho de Conclusão do Curso de Oceanografia do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Leonel

Coorientadora: Dra. Tábata Martins de Lima

Florianópolis  
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Zanato, Giulia

Distribuição vertical de compostos organoclorados na  
camada subcutânea de *Pontoporia blainvillei* / Giulia Zanato  
; orientadora, Juliana Leonel, coorientadora, Tábata  
Martins de Lima, 2022.

41 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Físicas e Matemáticas, Graduação em Oceanografia,  
Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Oceanografia. 2. Oceanografia. 3. Poluentes orgânicos  
persistentes. 4. *Pontoporia blainvillei*. 5. Camada de  
gordura subcutânea. I. Leonel, Juliana. II. Lima, Tábata  
Martins de . III. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Graduação em Oceanografia. IV. Título.

Giulia Zanato

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE COMPOSTOS ORGANOCLORADOS NA CAMADA  
SUBCUTÂNEA DE *PONTOPIRIA BLAINVILLEI***

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Oceanografia e aprovado em sua forma final pelo Curso Oceanografia.

Florianópolis, 12 de julho de 2022.

---

Prof<sup>a</sup>. Alessandra Larissa Fonseca, Dra.  
Coordenadora do Curso

**Banca examinadora**

---

Prof.(a) Juliana Leonel, Dr.(a)  
Orientador(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Daniele de Almeida Miranda, Dr.(a)  
Avaliadora  
Universidade de Notre Dame

---

Kalina Manabe Brauko, Dr.(a)  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Aos meus pais e amigos, que possibilitaram minha  
chegada até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais, Cesar e Gicela, por terem me proporcionado todas as condições para a conclusão da minha graduação, por todos os ensinamentos, por todo o amor, por toda a motivação e compreensão. Amo vocês e essa conquista é nossa.

Agradeço aos meus irmãos, Nicole e César Augusto, por todos os momentos e risadinhas compartilhados.

À família que me escolheu: meus amigos. À Bruna, por me acompanhar nas mais diversas loucuras, ouvir minhas reclamações 24/7, compartilhar o gosto por sertanejo, trocar TikToks comigo e me motivar sempre, sendo um dos meus maiores exemplos de força e perseverança. À Millenne, por todas as jantas, rolês, risos e principalmente pelo amor e parceria infinita em todos os momentos que eu precisei de um ombro amigo. À Miriã, por todo o amor, toda a fofoca, toda a preocupação, motivação, bolos do CCE e por segurar comigo muito mais vezes do que imagina a barra que foi essa graduação. À Malu, por todas as risadas, protestos, passadas de pano, idas à praia, almoços, carinho e por todo o alívio cômico que trouxe pros meus dias difíceis. À Gabs, por todas as piadinhas, surtos compartilhados, memes do Twitter e amizade. Ao Júlio, pelas risadas infinitas, pelo carinho e pelas refeições maravilhosas. À Natasha, pelo amor, carinho, preocupação e risadas. Às meninas do apartamento 403, Lisa, Bruna e Ana, por todos os rolês, fofocas e risos compartilhados. À Juana, por todos os surtos e devaneios. À Bárbara, por ter chegado há pouco tempo e já ter se feito casa (e tantas outras coisas) pra mim. E à Vitória, por ainda ser tão presente depois de tanto tempo e por ser uma das melhores companhias na minha vida. Agradeço também aos queridos amigos Dora, Matheus, Gui, Hector, Vino e Bel, pelo apoio em diferentes momentos dessa caminhada.

À minha orientadora, prof. Ju, por toda a dedicação, solicitude, apoio e aprendizado, por todas as horas dedicadas para me salvar, pela experiência compartilhada em 3 semestres incríveis de monitoria. Foi um prazer e uma honra gigantesca trabalhar com uma pesquisadora extraordinária como você. Também agradeço à minha co-orientadora Tábata, ao LAPOGEO-MAR e a todos os seus integrantes pelo incentivo e carinho.

Agradeço também à minha segunda casa em Florianópolis: a Mutama. Por tudo que já me proporcionou e por ter sido meu maior refúgio nesses 4 anos que estamos juntas, em especial à Sami, por todas as trocas, partilhas, risadas e conhecimentos - você é uma das mulheres mais fortes que eu conheço e eu te admiro imensamente. Ao Vini por todos os ensinamentos e motivações (e por ser um dos melhores professores que eu já tive) e à Laís por ser simplesmente incrível.

Aos tripulantes e equipe do Ciências do Mar I por reacenderem a chama da minha paixão pela Oceanografia, em especial às profs. Alessandra e Fernanda, aos profs. Raphael, Oscar e Stefan e aos colegas com quem compartilhei essa experiência: Bárbara, Fran, Hellen, Juana, Lucas, Pedro e Vic.

Aos demais colegas de graduação, pela companhia na jornada, pela partilha de experiências, por todas as risadas no CAO e por todas as vivências singulares que a Oceanografia nos trouxe.

Agradeço aos demais professores da Universidade Federal de Santa Catarina que contribuíram de alguma forma para a minha formação e também à Coordenadoria Especial de Oceanografia por todo o empenho em formar profissionais qualificados com o que há disponível, apesar de todos os empecilhos impostos por um país que desvaloriza a ciência e o ensino público.

Finalmente, agradeço à banca avaliadora pelo tempo e disposição dedicados.

“aqui  
nesta pedra  
alguém parou  
olhando o mar  
o mar  
não parou  
pra ser olhado  
foi mar  
pra tudo quanto é lado”

Paulo Leminski

## RESUMO

A camada de gordura subcutânea dos mamíferos é um tecido amplamente utilizado em estudos de monitoramento da contaminação por compostos orgânicos nesses animais, uma vez que são substâncias lipofílicas que são preferencialmente armazenadas nesse tecido. Entre os diversos grupos de contaminantes já detectados em toninhas (*Pontoporia blainvillei*), um pequeno cetáceo que vive em águas costeiras no oeste do Oceano Atlântico Sul, os poluentes orgânicos persistentes (POPs) são um grupo amplamente citado. A variação de POPs em relação à profundidade da gordura de pequenos odontocetos é pouco estudada apesar de poder contribuir para o entendimento da toxicocinética desse grupo de contaminantes na espécie, contribuindo, conseqüentemente, para os estudos de preservação e conservação a longo prazo das suas populações. Os dados de POPs de 15 amostras coletadas de toninhas capturadas acidentalmente em redes de arrasto foram analisados com o objetivo de entender a dinâmica destes contaminantes ao longo da camada de gordura subcutânea desses indivíduos. Os resultados obtidos demonstram que as concentrações de POPs analisadas (PCBs, DDTs, HCLs, HCB, Dieldrin e Mirex) não variaram significativamente entre as camadas de gordura subcutânea interna e externa. Além disso, os padrões de acumulação para os distintos grupos homólogos de PCBs, de DDTs e de HCLs não apresentaram diferenças significativas entre as camadas.

**Palavras-chave:** Poluentes orgânicos persistentes, *Pontoporia blainvillei*, camada de gordura subcutânea.

## ABSTRACT

The subcutaneous fat layer (blubber) of mammals is a tissue widely used in studies to monitor contamination by organic compounds in these animals, since they are lipophilic substances that are preferentially stored in this tissue. Among the diverse groups of contaminants already detected in porpoises (*Pontoporia blainvillei*), a small cetacean that lives in coastal waters in the western South Atlantic Ocean, persistent organic pollutants (POPs) are a widely cited group. The variation of POPs in relation to the blubber depth of small odontocetes is little studied, although it can contribute to the understanding of the toxicokinetics of this group of contaminants in the species, contributing, consequently, to the studies of preservation and long-term conservation of their populations. Selected POPs concentration data from 15 samples collected from porpoises incidentally captured were analyzed in order to understand the dynamics of these contaminants along the blubber of these individuals. The results obtained demonstrate that the concentrations of POPs analyzed (PCBs, DDTs, HCLs, HCB, Dieldrin and Mirex) did not vary significantly between the inner and outer blubber. Furthermore, the accumulation patterns for the different homologous groups of PCBs, DDTs and HCLs did not show significant differences between the layers.

**Palavras-chave:** Persistent organic pollutants, *Pontoporia blainvillei*, blubber.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação de POPs nas camadas interna (identificador terminado em “I”) e externa (identificador terminado em “O”) da toninha. As cores vermelho e azul representam, respectivamente, a camada interna e externa. A) PCBs; B) DDTs; C) CHLs; D) HCB; E) Dieldrin; F) Mirex.....	22
Figura 2 - Gráfico Quantil-Quantil (Q-Q) para o conjunto de dados de cada agrupamento ou composto organoclorado. A) PCBs; B) DDTs; C) CHLs; D) HCB; E) Dieldrin; F) Mirex.....	25
Figura 3 - Porcentagem das diferentes clorações de PCBs para a camada interna de gordura subcutânea de <i>Pontoporia blainvillei</i> .....	29
Figura 4 - Porcentagem das diferentes clorações de PCBs para a camada externa de gordura subcutânea de <i>Pontoporia blainvillei</i> .....	29
Figura 5 - Fração da concentração dos grupos homólogos da camada interna ( $\text{ng g}^{-1}$ peso lipídico/ $\Sigma\text{PCB}$ ) comparada com a Fração da concentração dos grupos homólogos da camada externa ( $\text{ng g}^{-1}$ peso lipídico/ $\Sigma\text{PCB}$ ).....	30
Figura 6 - Porcentagem dos diferentes DDTs para a camada interna de gordura subcutânea de <i>Pontoporia blainvillei</i> .....	30
Figura 7 - Porcentagem dos diferentes DDTs para a camada externa de gordura subcutânea de <i>Pontoporia blainvillei</i> .....	31
Figura 8 - Porcentagem dos diferentes Clordanos para a camada interna de gordura subcutânea de <i>Pontoporia blainvillei</i> .....	31
Figura 9 - Porcentagem dos diferentes Clordanos para a camada externa de gordura subcutânea de <i>Pontoporia blainvillei</i> .....	32
Figura 10 - Poluentes orgânicos (PCBs, DDTs, CHLs, HCB, Dieldrin e Mirex) para cada parcela da camada de gordura subcutânea de <i>Pontoporia blainvillei</i> .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Identificação das amostras e dados biológicos dos organismos utilizados neste estudo.....	19
Tabela 2 - Estatística e valor de p obtidos no teste Mann-Whitney U para os compostos organoclorados analisados.....	26
Tabela 3 - Concentrações de compostos organoclorados (ng g <sup>-1</sup> peso lipídico) nas camadas interna e externa de gordura subcutânea.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CHLs	Clordanos
DDD	Dicloro-difenildicloro-etano
DDE	Dicloro-difenildicloro-etileno
DDTs	Dicloro-difeniltricloro-etano
HCB	Hexaclorociclobenzeno
PCBs	Bifenilos Policlorados
POPs	Poluentes Orgânicos Persistentes
UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2. HIPÓTESE</b>	<b>17</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
3.1 Objetivo Geral	18
3.2 Objetivos Específicos	18
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>18</b>
4.1 Amostras	18
4.2 Processamento das Amostras	20
4.3 Processamento dos dados	21
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>21</b>
5.1 Diferenças nas concentrações entre camadas	21
5.2 Variações na composição dos grupos de POPs entre camadas	28
5.3 Implicações Gerais	32
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>34</b>
<b>APÊNDICE A</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE B</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo da zona costeira brasileira já foram registradas mais de 54 espécies de mamíferos marinhos (ABREU et al., 2020). Dentre estas, a toninha (*Pontoporia blainvillei*) se destaca devido ao seu status de vulnerável na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), avaliado em 2017 (ZERBINI et al., 2017).

A toninha é um pequeno cetáceo que vive em águas costeiras e estuarinas rasas, com a sua distribuição restrita ao oeste do Oceano Atlântico Sul, do centro do Brasil ao centro da Argentina (BASTIDA et al., 2007). Por ser uma espécie costeira, com ampla ocorrência próxima a regiões urbanizadas, a toninha sofre uma série de pressões de origem antrópica. A principal ameaça enfrentada pela espécie é a captura acidental em operações de pesca (ROSAS et al., 2002), no entanto, a espécie também sofre com a suscetibilidade à contaminação por compostos orgânicos (SEIXAS et al., 2007; KAJIWARA et al., 2004).

Entre os diversos grupos de contaminantes já detectados em *Pontoporia blainvillei* os poluentes orgânicos persistentes (POPs) são um grupo amplamente citado nos trabalhos (BARBOSA et al., 2018; LEONEL et al., 2010; MONTONE et al., 2022; YOGUI et al., 2010). Os POPs são compostos orgânicos lipofílicos com a capacidade de persistir por longos períodos de tempo no meio ambiente, além de bioacumular, apresentam toxicidade e podem ser transportados por longas distâncias (STOCKHOLM CONVENTION, c2019). Em 2001, na Convenção de Estocolmo, doze substâncias foram consideradas POPs: Aldrin, Bifenilos Policlorados (PCBs), Clordanos (CHLs), Dicloro-difeniltricloro-etano (DDTs), Dieldrin, Dioxinas, Endrin, Furanos, Heptacloro, Hexaclorociclobenzeno (HCB), Mirex e Toxafeno - todas do grupo dos organoclorados. Atualmente, no entanto, a lista inclui mais de 30 compostos ou grupos de compostos (STOCKHOLM CONVENTION, c2019).

Diversos estudos indicam que os compostos organoclorados podem causar uma série de efeitos adversos nas populações de mamíferos marinhos, como a depressão do sistema endócrino e imunológico e a subsequente ocorrência de doenças infecciosas, insuficiência reprodutiva, lesões das glândulas supra-renais e outros órgãos, cânceres e a indução de lesões ósseas (AGUILAR et al., 2002;

GARCÍA-ALVAREZ et al., 2014; SCHWACKE et al., 2011). Com o intuito de monitorar a presença de poluentes no ambiente aquático, mamíferos marinhos têm sido muito usados como biomonitores, porque, em sua maioria, são considerados predadores de topo da cadeia trófica, mantêm uma grande reserva de energia na forma de gordura subcutânea, podem ter baixa mobilidade e têm um período de vida relativamente longo (MUIR et al., 1990; TANABE & SUBRAMANIAN, 2006; REIJNDERS, 1986). Além de serem usados como biomonitores, esses animais também podem ser considerados importantes modelos para o estudo dos efeitos tóxicos de POPs em baixa dose a longo prazo, por estarem altamente expostos a esses compostos (TANABE et al., 1997; LEONEL et al., 2014; TANABE & SUBRAMANIAN, 2006)

A camada de gordura subcutânea dos mamíferos marinhos (também chamada de *blubber*) é frequentemente o tecido de escolha para o biomonitoramento desses animais, já que sua análise possui grande potencial para fornecer informações sobre várias características fisiológicas e ecológicas de uma espécie, tais como termorregulação, energética, metabolismo de jejum e padrões sazonais de ingestão alimentar, entre outros (STRANDBERG et al., 2008). A gordura subcutânea também é um tecido amplamente utilizado em estudos de monitoramento da contaminação por compostos orgânicos em mamíferos marinhos, pois são substâncias lipofílicas que são preferencialmente armazenadas nesse tecido (STRANDBERG et al., 2008).

Há uma diferença na composição dos ácidos graxos entre as camadas interna e externa de mamíferos marinhos (ELLISOR et al., 2013; WAUGH et al., 2014) assim como variações no nível de homogeneidade entre elas que é motivado pelos hábitos e idade do indivíduo. Por exemplo, indivíduos imaturos tendem a ter uma camada de gordura menos espessa e, portanto, mais homogênea (CAON et al., 2007; ELLISOR et al., 2013). Além disso, hábitos como lactação e ovulação (em fêmeas), jejum sazonal e migração também influenciam na espessura e composição da camada de gordura (CAON et al., 2007). A maior ou menor heterogeneidade na camada de gordura de mamíferos marinhos também é um ponto que precisa ser considerado para a coleta de amostras para estudos ambientais. Em geral, amostras de gordura subcutânea podem ser colhidas de duas formas: a) coletas realizadas a partir de indivíduos mortos onde toda a camada de gordura pode ser amostrada, que

é o caso deste estudo; ou b) coleta a partir de organismos vivos, por meio de biópsias utilizando dardos, onde apenas a camada mais externa é amostrada (ELLISOR et al., 2013; MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2016).

A distribuição e o metabolismo dos compostos organoclorados estão intimamente ligados aos dos lipídios: são encontrados nos diferentes tecidos proporcionalmente ao conteúdo lipídico destes (AGUILAR, 1985). É provável que os POPs estejam em equilíbrio dinâmico com os adipócitos e outros tecidos e que esse equilíbrio seja em função do conteúdo lipídico (YORDY et al., 2010). As camadas interna e média são principalmente dedicadas à mobilização de gordura e o conteúdo lipídico varia muito dependendo do ciclo reprodutivo e migratório dos indivíduos (MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2016). A deposição de gordura ocorre principalmente na camada externa, que é considerada metabolicamente mais inerte e tem como função primordial o isolamento térmico. A camada externa também é pouco afetada por mudanças nas condições nutritivas (MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2016; AGUILAR & BORRELL, 1991; GÓMEZ-CAMPOS et al., 2015).

Apesar da análise química da camada de gordura subcutânea de mamíferos marinhos ser o tecido amplamente utilizado para monitorar a exposição destes animais a POPs, em comparação a mamíferos marinhos maiores, a variação de POPs em relação à profundidade da gordura de pequenos odontocetos é pouco estudada (ELLISOR et al., 2013) e, no caso da toninha, desconhecida. Dessa forma, estudar a distribuição vertical dos compostos organoclorados na camada de gordura subcutânea da toninha contribuirá para o entendimento da toxicocinética desse grupo de contaminantes na espécie, contribuindo, conseqüentemente, para os estudos de preservação e conservação a longo prazo das suas populações (AGUILAR et al., 2002).

## **2. HIPÓTESE**

As concentrações dos POPs presentes serão maiores na camada interna que na camada externa de gordura subcutânea da toninha.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

O objetivo principal deste estudo é entender a dinâmica de distribuição dos compostos organoclorados em amostras da camada de gordura subcutânea de machos de *Pontoporia blainvillei*.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Comparar a concentração e a distribuição de compostos organoclorados em duas camadas (interna e externa) de amostras de gordura subcutânea da toninha coletadas de indivíduos capturados acidentalmente por redes de pesca.
- Determinar quais compostos organoclorados estão mais presentes na camada mais interna e na camada mais externa de gordura subcutânea da toninha.

### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

Os dados utilizados neste trabalho foram gerados no projeto Ocorrência de Poluentes Orgânicos Persistentes em *Pontoporia blainvillei* em uma parceria do Laboratório de Química Orgânica Marinha do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo com o Geochemical and Environmental Research Group da Texas A&M University.

#### **4.1 Amostras**

As amostras de gordura subcutânea de toninha (Tabela 1) foram cedidas pelo Banco de Amostras de Mamíferos, Aves e Quelônios Marinhos (BAMM) do Laboratório de Microntaminantes Orgânicos e Ecotoxicologia (CONECO) e foram coletadas pelo Laboratório de Mamíferos Marinhos, ambos pertencentes ao Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande, a partir de capturas acidentais em redes de arrasto.

Todas as amostras (n = 15) são oriundas de organismos capturados acidentalmente em redes de pesca na área adjacente à Lagoa do Patos, Rio Grande do Sul entre os anos de 1999 e 2003. As amostras eram constituídas de toda a

camada subcutânea de gordura, sendo designada como parte interna aquela que fica em contato com o músculo e externa aquela em contato com a pele.

A maturação foi determinada examinando seções testiculares ampliadas em 100x sob um microscópio de acordo com DANILEWICZ et al., 2004 e seguiram-se os critérios de classificação baseados em HOHN et al., 1985. A determinação do estado reprodutivo seguiu a terminologia recomendada pela Comissão Baleeira Internacional (PERRIN et al., 1984).

A estimativa da idade dos organismos analisados foi realizada a partir da extração dos dentes do centro do maxilar inferior esquerdo e processados de acordo com os procedimentos padrão estabelecidos para a toninha (KASUYA & BROWNELL, 1979; PINEDO & HOHN, 2000).

**Tabela 1:** Identificação das amostras e dados biológicos dos organismos utilizados neste estudo.

Código	Sexo	Comprimento Total (cm)	Maturação	Idade (anos)	Ano de Coleta
CA203	Macho	99,3	I	0	1999
CA230	Macho	138,0	M	6	2000
CA260	Macho	127,0	M	8	2002
CA254	Macho	119,0	M	2	2001
CA275	Macho	129,0	M	2	2002
CA281	Macho	137,0	M	3	2002
CA286	Macho	106,0	I	1	2002
CA288	Macho	80,5	I	0	2002

CA289	Macho	82,0	I	0	2002
CA290	Macho	125,0	M	2	2002
CA295	Macho	146,0	M	2	2003
CA303	Macho	107,0	nd	nd	2003
CA304	Macho	133,0	M	nd	2003
CA307	Macho	111,0	I	1	2003
CA318	Macho	110,0	I	0	2003

---

nd = não determinado; I = imaturo; M = maturo;

Fonte: a autora (2022).

## 4.2 Processamento das Amostras

O processamento das amostras assim como a identificação e quantificação dos compostos organoclorados foram realizadas no *Geochemical and Environmental Research Group* da Texas A&M University, EUA e os detalhes podem ser encontrados em Leonel *et al.* (2010). Resumidamente, alíquotas de 0,25 g de amostra de gordura subcutânea (camada interna e camada externa) foram maceradas com sulfato de sódio anidro e 300 mL de diclorometano usando um *tissumizer* (PRO Scientific Inc. modelo PRO 250). Os extratos foram inicialmente limpos por cromatografia em coluna de adsorção (sílica/alumina) e depois purificados por cromatografia de permeação em gel. Em seguida, os extratos foram concentrados para 1 mL em *n*-hexano. Os PCB 103 e PCB 198 foram usados como padrão surrogado e o TCMX como um padrão interno. O conteúdo lipídico foi determinado gravimetricamente. A identificação e quantificação dos compostos foi feita por cromatografia de fase gasosa acoplada a um espectrômetro de massas.

### 4.3 Processamento dos dados

O processamento dos dados e a construção de gráficos foram realizados utilizando a linguagem de programação Python, por meio do Jupyter Notebook e utilizando as bibliotecas *pandas*, *matplotlib.pyplot*, *numpy* e *seaborn*. A normalidade dos dados foi investigada visualmente pelo gráfico Quantil-Quantil (Q-Q) e também através do teste de Shapiro-Wilk. A comparação dos valores de POPs nas duas camadas foi feita através do teste não paramétrico de Mann-Whitney U. Os notebooks utilizados podem ser encontrados no link: <https://bit.ly/3zeNcfS>.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados e discussões sobre a contaminação da espécie (nessas e em outras amostras) podem ser encontradas em Leonel *et al.* (2010). Neste trabalho o foco dos resultados e discussão será a distribuição dos POPs nas distintas camadas de gordura.

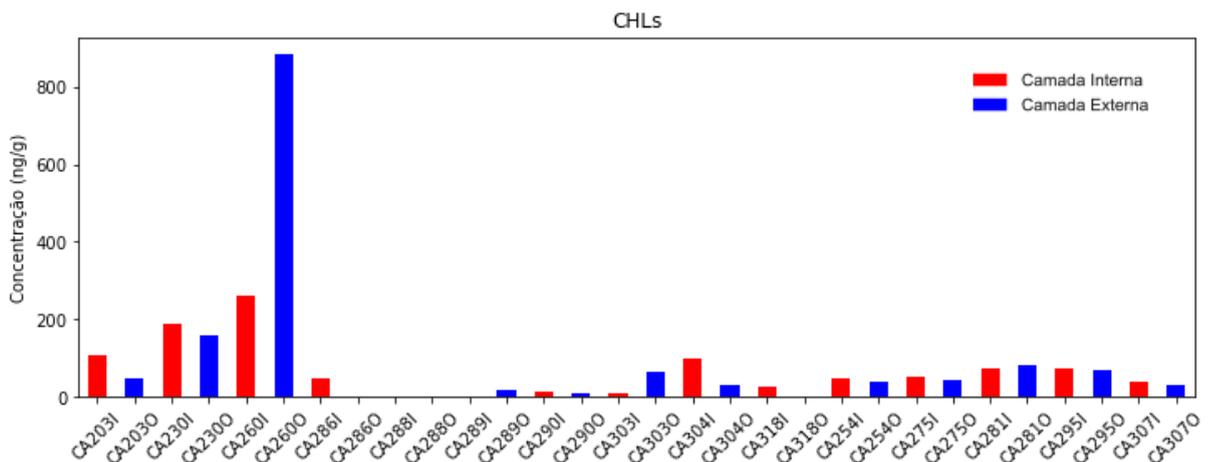
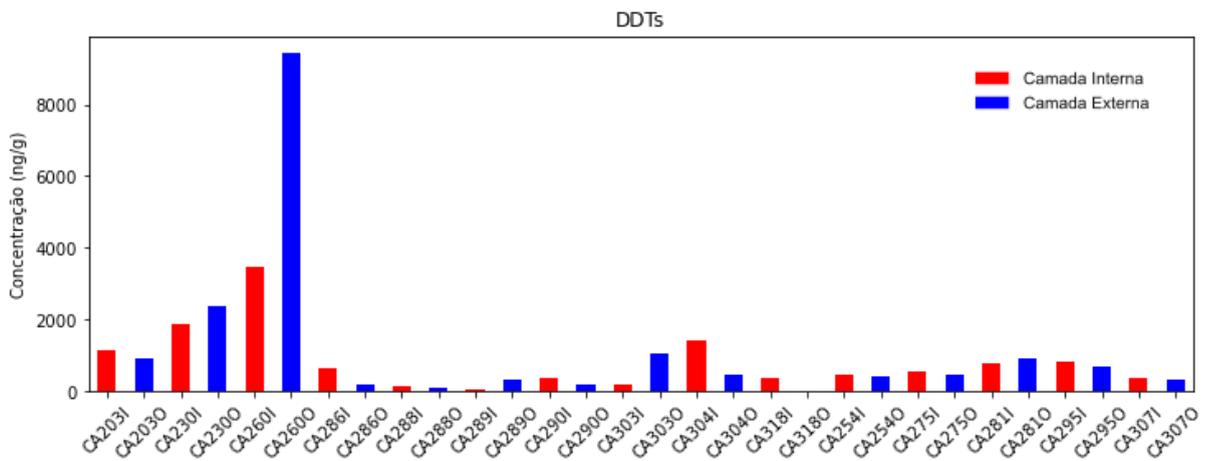
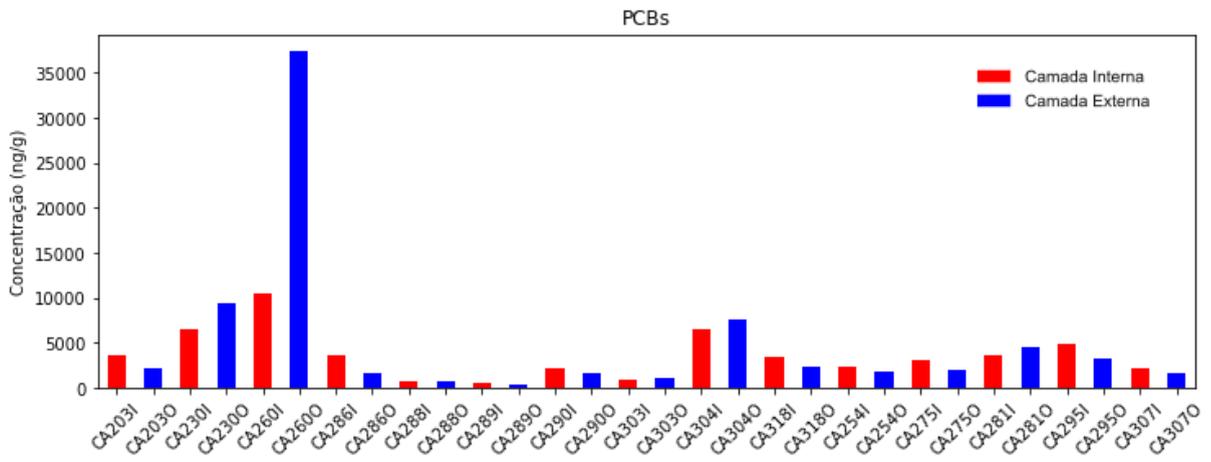
### 5.1 Diferenças nas concentrações entre camadas

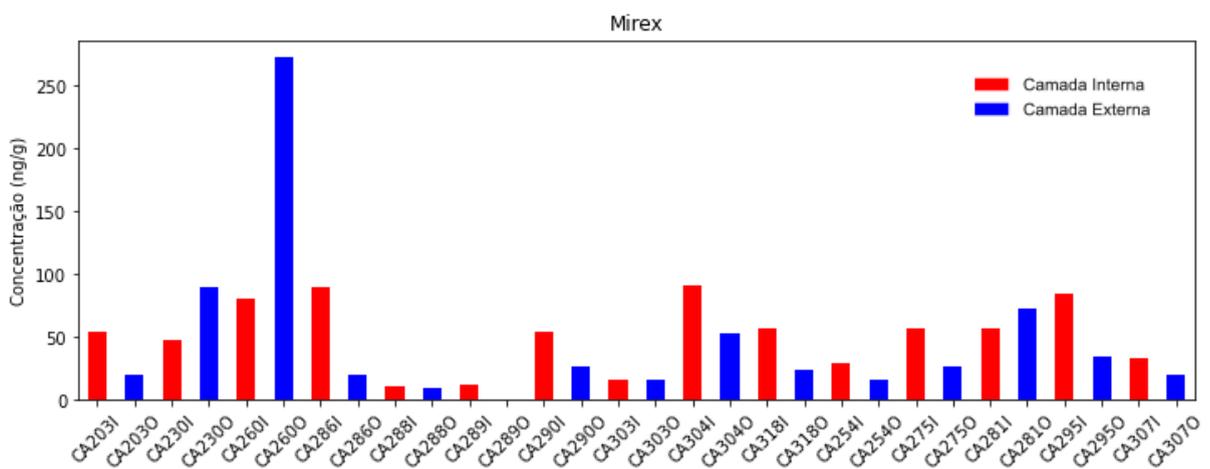
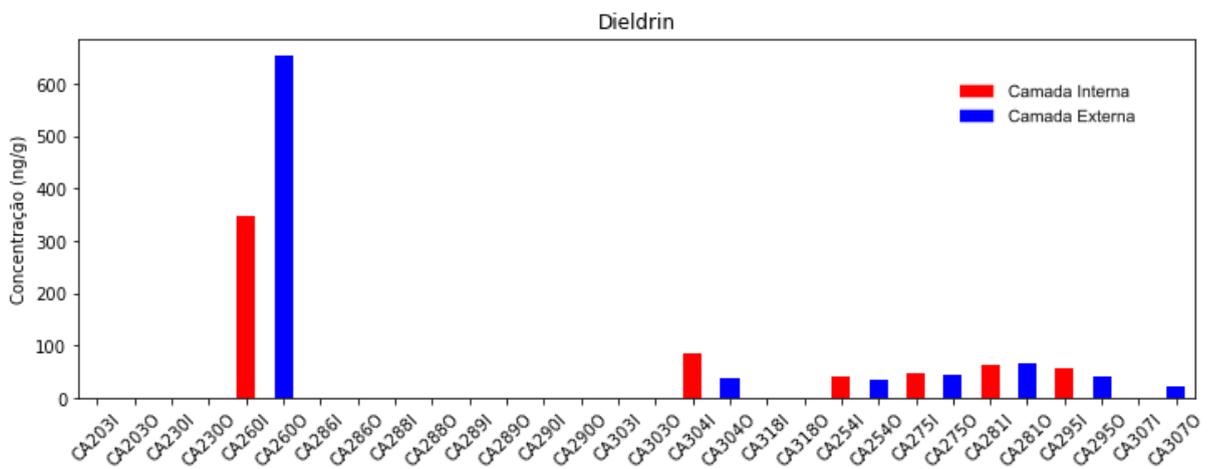
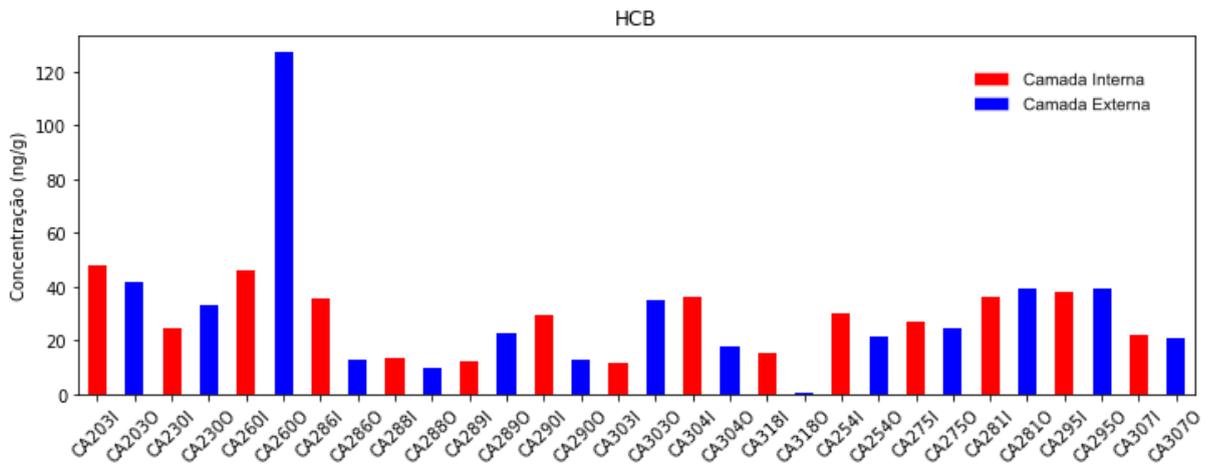
As concentrações dos compostos organoclorados foram apresentadas na Figura 1 com base em peso lipídico. Os resultados das concentrações de PCBs são referentes ao somatório das concentrações dos 209 congêneres (exceto PCBs planares), variando, na camada interna de 564,1 a 10514,1 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico (média de 3478,1 ± 2630,3 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico) e na camada externa de 335,2 a 37401,3 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico (média de 1942,8 ± 9271,4 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico). Os valores de DDTs (4,4'-DDE; 2,4'-DDD; 4,4'-DDD; 2,4'-DDT e 4,4'-DDT) variaram, na camada interna, de 60,2 a 3446,6 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico (média de 558 ± 875,4 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico) e na camada externa de 22,1 a 9447,2 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico (média de 474 ± 2356 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico). As concentrações de CHLs (cis- e trans-nonacloro; heptacloro epóxido e alpha-clordano), na camada interna, variaram de <1,4 a 259,8 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico (média de 46 ± 72,4 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico) e, na camada externa, de <1,3 a 884,9 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico (média de 39,5 ± 221,4 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico). Os valores de HCB variaram de 11,6 a 48,2 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico (média de 29,4 ± 11,8 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico) na camada inteira e de <0,3 a 127,4 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico (média de 22,7 ± 29,4 ng g<sup>-1</sup> peso lipídico) na camada externa. As concentrações de Dieldrin

variaram, na camada interna, de  $<0,4$  a  $347,2 \text{ ng g}^{-1}$  peso lipídico (média de  $0,4 \pm 89,2 \text{ ng g}^{-1}$  peso lipídico) e, na camada externa, de  $<0,3$  a  $654,1 \text{ ng g}^{-1}$  peso lipídico (média de  $0,4 \pm 165,8 \text{ ng g}^{-1}$  peso lipídico). Por fim, os resultados referentes às concentrações de Mirex, na camada interna, variaram de 11 a  $91,3 \text{ ng g}^{-1}$  peso lipídico (média de  $54,6 \pm 27,3 \text{ ng g}^{-1}$  peso lipídico) e, na camada externa, de  $<0,4$  a  $272,8 \text{ ng g}^{-1}$  peso lipídico (média de  $23,6 \pm 67 \text{ ng g}^{-1}$  peso lipídico). As concentrações individuais dos compostos analisados para cada organismo podem ser encontradas no Apêndice A e as diferenças nas concentrações entre as camadas podem ser visualizadas no Apêndice B .

Para todos os compostos o maior valor encontrado na camada externa, e também na interna, foi na amostra CA260, um indivíduo maduro de 8 anos (Figura 1). O menor valor encontrado para os PCBs foi na camada externa da amostra CA289 (indivíduo imaturo). Para os DDTs e para os CHLs, foi na camada externa da amostra CA318 (indivíduo imaturo). Para o HCB a amostra CA318 apresentou valor abaixo do limite de detecção e, desta forma, o menor valor encontrado foi na camada externa da amostra CA288 (indivíduo imaturo). Para o Dieldrin, as amostras CA203, CA230, CA286, CA288, CA289, CA290, CA303 e CA318 apresentaram valores abaixo do limite de detecção para ambas as camadas e, portanto, o menor valor encontrado foi na camada externa da amostra CA307 (indivíduo imaturo com 1 ano). Para o Mirex, o menor valor encontrado foi na camada externa da amostra CA289 (indivíduo imaturo).

**Figura 1** - Variação de POPs nas camadas interna (identificador terminado em “I”) e externa (identificador terminado em “O”) da toninha. As cores vermelho e azul representam, respectivamente, a camada interna e externa.



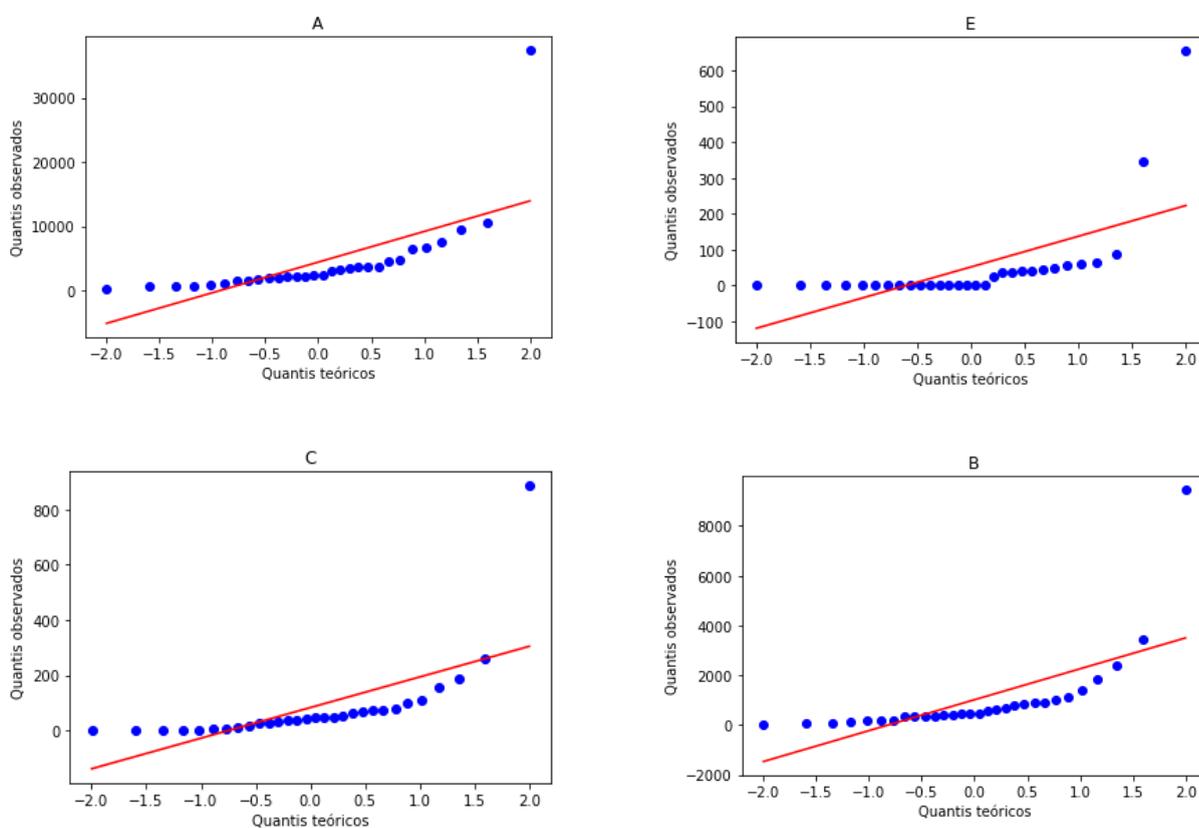


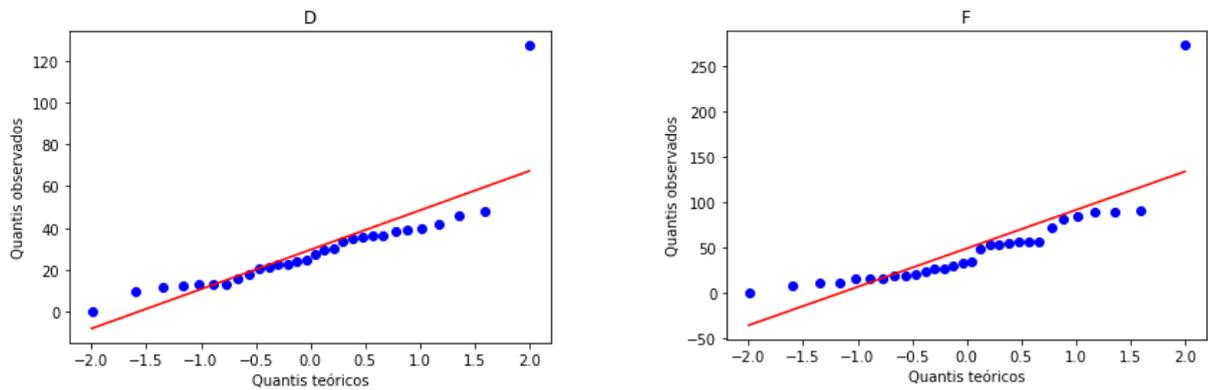
Fonte: a autora (2022).

Como os dados de PCBs, DDTs, CHLs, HCB, Dieldrin e Mirex não apresentaram normalidade - conforme visualizado nos gráficos Quantil-Quantil

(Figura 2) e também pelos resultados do teste de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) - foi realizado um teste não paramétrico (Mann-Whitney U) para comparar as concentrações na camada externa e camada interna (Tabela 2). O mesmo também foi feito para os dados de percentagem de lipídios para cada uma das camadas sem encontrar diferença significativa entre elas. Segundo os resultados do teste de Mann-Whitney U a distribuição dos compostos organoclorados analisados se mostrou homogênea entre as camadas interna e externa da gordura subcutânea da toninha.

**Figura 2** - Gráfico Quantil-Quantil (Q-Q) para: A) PCBs; B) DDTs; C) CHLs; D) HCB; E) Dieldrin; F) Mirex.





Fonte: a autora (2022).

**Tabela 2:** Estatística e valor de p obtidos no teste Mann-Whitney U para os compostos organoclorados analisados considerando o nível de significância  $p < 0,05$ .

Conjunto	Valor de p
PCBs	0,320
DDTs	0,709
CHLs	0,507
HCB	0,590
Dieldrin	0,619
Mirex	0,115
% Lipídios	0,320

Fonte: a autora (2022).

Outros estudos apresentam resultados semelhantes, por exemplo, Méndez-Fernandez *et al.* (2016) não encontraram diferenças significativas nas concentrações, tanto em peso úmido como lipídico, entre as camadas de gordura subcutânea de 10 indivíduos (4 machos e 6 fêmeas) de *Stenella frontalis*, o golfinho-pintado-do-Atlântico, um pequeno cetáceo pertencente à família Delphinidae. Adicionalmente, Ellisor *et al.* (2013) analisaram a distribuição de POPs em três camadas (interna, intermediária e externa) da gordura subcutânea de 6

machos de outro pequeno cetáceo pertencente à família Delphinidae: o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) e observaram que apenas as concentrações, em peso úmido, de hexaclorociclohexano e dos DDTs foram significativamente diferentes entre as camadas intermediária e externa. Contudo, quando os dados de POPs foram normalizados para lipídios, nenhum grupo de contaminantes foi significativamente diferente entre as camadas. Por outro lado, Tilbury *et al.*, (1997) observou diferença entre as camadas interna e externa de gordura subcutânea de 3 indivíduos (2 machos e 1 fêmea) de toninha-comum (*Phocoena phocoena*), tendo a camada interna apresentado concentrações maiores que a externa.

Segundo Aguilar e Borrel (1991) e Ellisor *et al.* (2013) há quatro fatores que podem levar a estratificação de POPs na camada de gordura subcutânea de cetáceos: a) conteúdo lipídico; b) composição lipídica; c) papel de cada camada de gordura na fisiologia e metabolismo dos lipídios; e d) taxa de renovação dos poluentes em cada camada. Para excluir o primeiro fator (conteúdo lipídico), as comparações devem ser feitas com as concentrações padronizadas pela percentagem de lipídios em cada camada analisada. Inclusive, vale ressaltar que a estratificação encontrada por Tilbury *et al.*, (1997) pode ser resultado da comparação ter sido feita sem padronizar as concentrações pela quantidade de lipídios. Já para os dados da toninha, a ausência de diferença significativa estatística na percentagem de lipídios entre as camadas pode explicar a semelhança encontrada entre as concentrações de POPs nas camadas interna e externa. Com relação a composição lipídica, embora Araújo (2005) tenha encontrado uma tênue estratificação vertical na composição de ácidos graxos na gordura subcutânea de toninhas, ela não pareceu ser suficiente para influenciar a distribuição de POPs. O mesmo parece ser o caso para o golfinho-nariz-de-garrafa em que estudos indicam estratificação da composição lipídica, mas não são observadas alterações nas concentrações de POPs (ELLISOR *et al.*, 2013). No que diz respeito às funções de cada camada na fisiologia e no metabolismo dos indivíduos, a camada externa é responsável pela termorregulação e flutuabilidade, enquanto a camada interna é mais metabolicamente ativa, sendo responsável pela recepção e pela mobilização de lipídios (AGUILAR & BORRELL, 1991; IVERSON, 2008). Essa diferença, entretanto, parece ser mais importante para grandes cetáceos, como os mysticetos,

de tal maneira que nesses organismos é mais comum de ser detectada a estratificação na distribuição de POPs, como apresentado em Aguilar & Borrell (1991). Em relação à taxa de renovação dos poluentes, a intensidade da troca de POPs entre a gordura e o sangue dos indivíduos depende da vascularização de cada tecido e, uma vez que a camada interna é mais vascularizada que a externa, os poluentes da primeira são transferidos para o sangue com maior facilidade que os depositados na segunda após mudanças nas taxas de ingestão ou excreção de organoclorados (AGUILAR & BORRELL, 1991). Esse fator, contudo, também parece ser mais importante para grandes cetáceos. É válido citar, todavia, que é um fator que pode influenciar também na composição dos grupos de POPs entre as camadas.

Embora não haja diferença significativa nas concentrações entre camadas, um organismo (CA260) destacou-se pelas altas concentrações de POPs e por ser a única amostra em que parece haver uma grande diferença entre as duas camadas; sendo que para alguns compostos a concentração foi até três vezes maior na camada externa que na camada interna. Esse resultado pode ser influenciado pela idade do indivíduo, já que, entre os amostrados, era o mais velho, enquanto os indivíduos mais jovens aparentemente não apresentaram essa diferença. Isso pode significar que, com o avanço da idade, as diferenças entre as camadas de gordura da toninha ficam mais evidentes. No entanto, mais estudos com organismos mais velhos são necessários para testar essa hipótese.

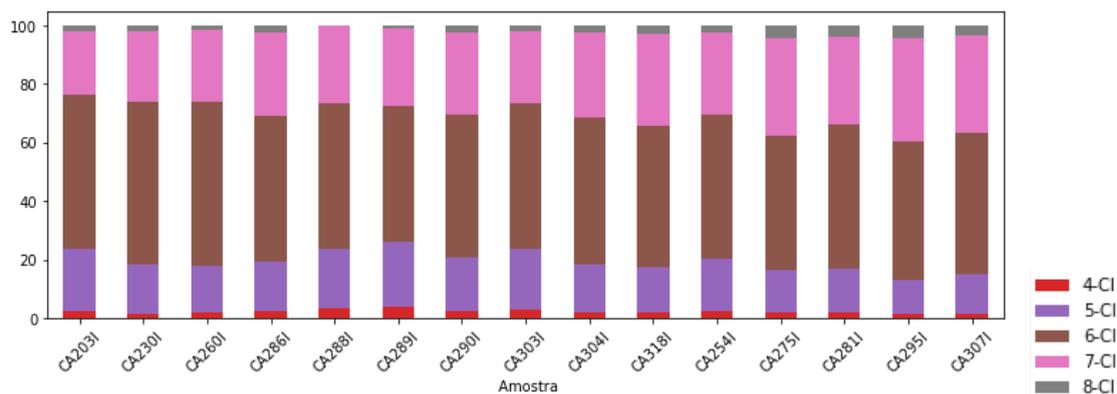
## **5.2 Variações na composição dos grupos de POPs entre camadas**

Além de avaliar possíveis diferenças nas concentrações entre camadas, também foram avaliadas possíveis variações na composição dos grupos de POPs. Isto é necessário pois distintas camadas de gordura podem apresentar variações na composição lipídica os grupos de POPs não tem afinidades iguais por todos os lipídios (TANABE et al. 1981; AGUILAR, 1985).

Para os grupos de PCBs mais abundantes em ambas as camadas foram os hexa-clorados, seguido dos penta- e hepta-clorados (Figuras 3 e 4). De uma forma geral, não houveram diferenças na distribuição dos homólogos entre as duas camadas de gordura analisadas como pode ser observado pela distribuição de 1:1

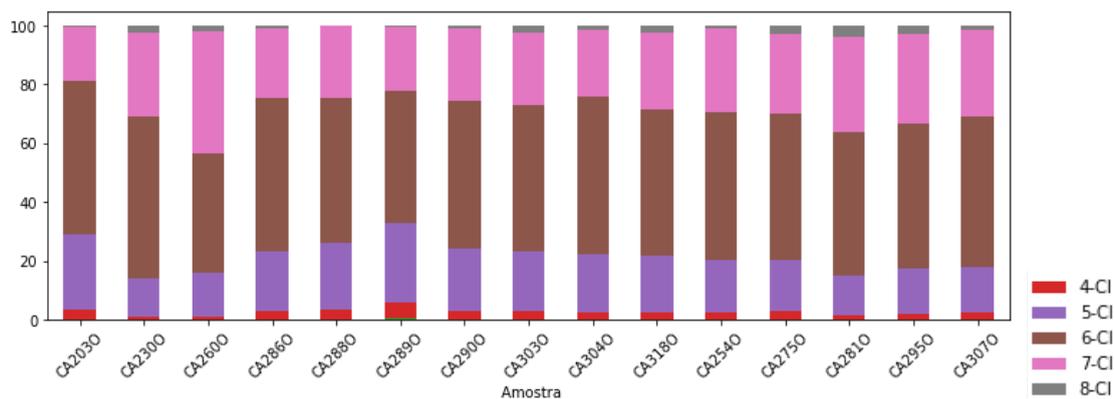
entre os grupos homólogos (Figura 5). Essa ausência de estratificação na distribuição entre as camadas pode ser justificada pela maior homogeneidade na distribuição de ácidos graxos entre as camadas de toninha em indivíduos mais jovens (ARAÚJO, 2005).

**Figura 3** - Porcentagem das diferentes clorações de PCBs para a camada interna de gordura subcutânea de *Pontoporia blainvillei*.



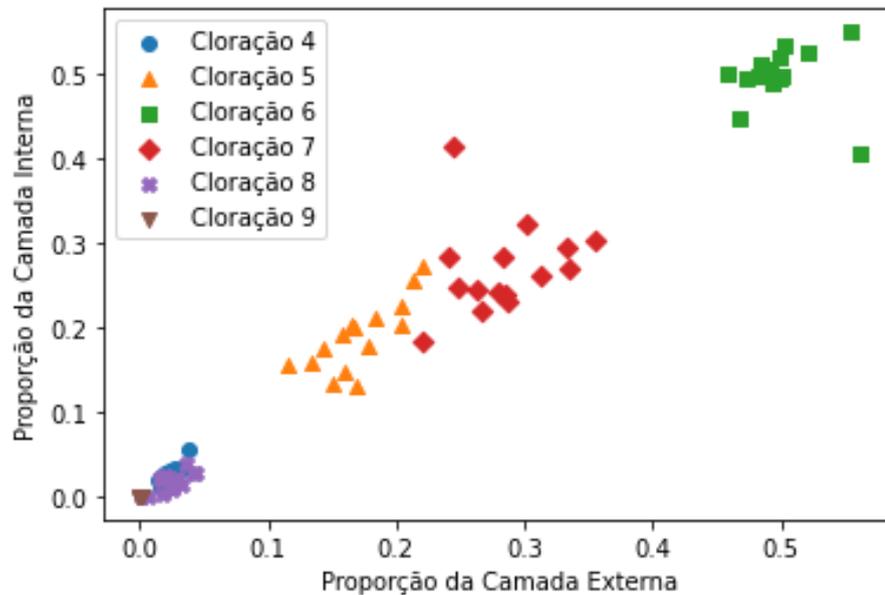
Fonte: a autora (2022).

**Figura 4** - Porcentagem das diferentes clorações de PCBs para a camada externa de gordura subcutânea de *Pontoporia blainvillei*.



Fonte: a autora (2022).

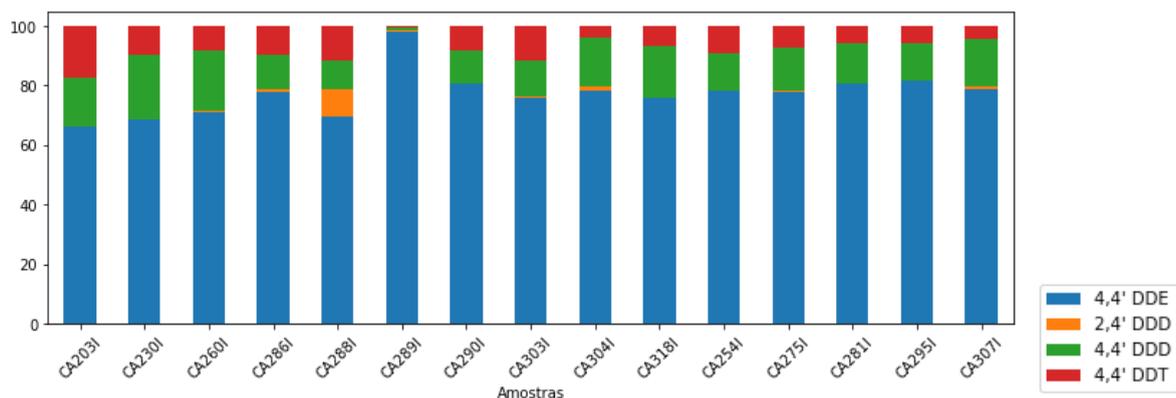
**Figura 5** - Fração da concentração dos grupos homólogos da camada interna ( $\text{ng g}^{-1}$  peso lipídico/ $\Sigma\text{PCB}$ ) comparada com a Fração da concentração dos grupos homólogos da camada externa ( $\text{ng g}^{-1}$  peso lipídico/ $\Sigma\text{PCB}$ ).



Fonte: a autora (2022).

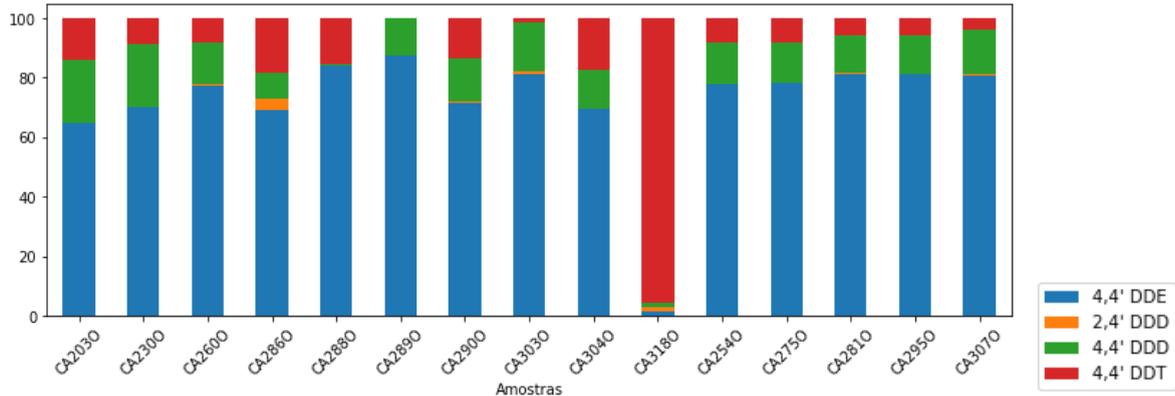
No geral, a homogeneidade na distribuição dos grupos de contaminantes também foi observada para os DDTs (Figuras 6 e 7), com poucas exceções. O DDT mais abundante em ambas as camadas foi o 4,4' DDE, exceto na camada externa do indivíduo CA318, em que o DDT mais presente foi o 4,4' DDT.

**Figura 6** - Porcentagem dos diferentes DDTs para a camada interna de gordura subcutânea de *Pontoporia blainvillei*.



Fonte: a autora (2022).

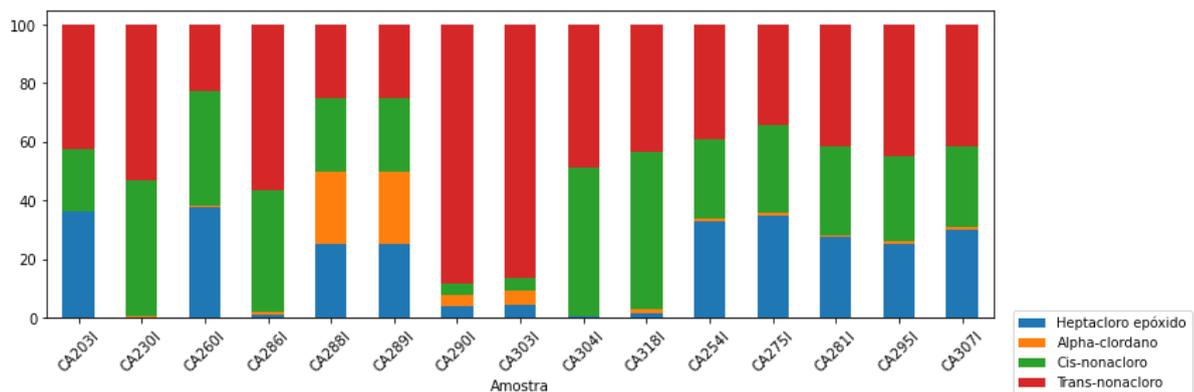
**Figura 7** - Porcentagem dos diferentes DDTs para a camada externa de gordura subcutânea de *Pontoporia blainvillei*.



Fonte: a autora (2022).

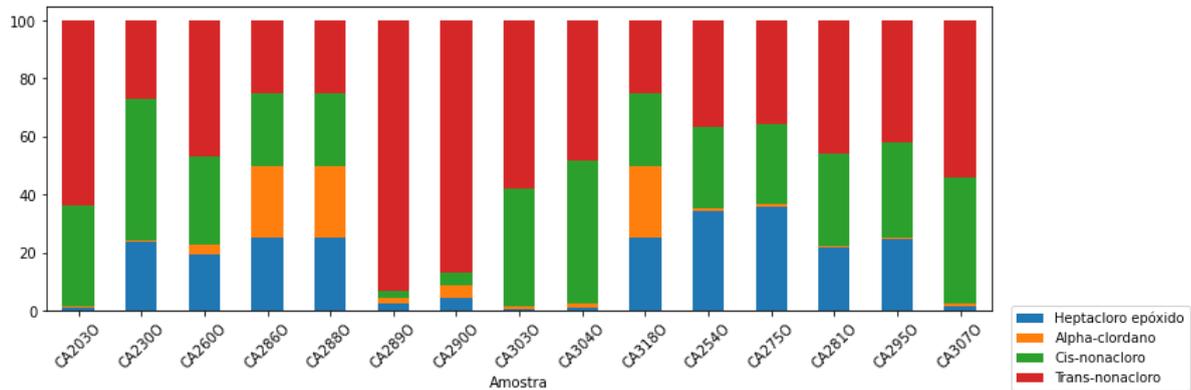
Nas Figuras 8 e 9 estão representadas as porcentagens dos diferentes Clordanos analisados na camada interna e externa, respectivamente. Embora esse grupo tenha sido o que apresentou a maior variabilidade na distribuição dos compostos tanto entre as camadas como entre as amostras, há pouca diferença entre as camadas. De maneira geral, os clordanos mais abundantes em ambas as camadas foram os cis/trans-nonacloro.

**Figura 8** - Porcentagem dos diferentes Clordanos para a camada interna de gordura subcutânea de *Pontoporia blainvillei*.



Fonte: a autora (2022).

**Figura 9** - Porcentagem dos diferentes Clordanos para a camada externa de gordura subcutânea de *Pontoporia blainvillei*.



Fonte: a autora (2022).

### 5.3 Implicações Gerais

Embora o mais comum para estudos de contaminação seja o uso de amostras de organismos encontrados mortos nas praias ou de captura acidental em redes de pesca, cada vez mais estudos têm usado amostras de biópsias. Nestes casos, nem sempre é possível amostrar a totalidade da camada de gordura subcutânea (da pele ao músculo) e surgem dúvidas sobre a representatividade dos dados. No entanto, a ausência de estratificação na distribuição dos POPs no sexo masculino da toninha sugere que as concentrações de POPs podem ser calculadas, em machos, a partir de amostras de biópsia de profundidade parcial ou em casos em que não for possível coletar a totalidade da camada de gordura, desde que os dados sejam padronizados pela porcentagem de lipídios como sugerido por outros autores (ELLISOR et al. 2013).

## 6. CONCLUSÃO

A ausência de variação nas concentrações e composição de POPs na camada de gordura de toninha parece ser resultado da homogeneidade desse tecido

para essa espécie. Além disso, esses resultados também sugerem a possibilidade do uso de biópsias ou amostras parciais para análise química da camada de gordura subcutânea de machos da toninha sem prejuízos à avaliação da contaminação da espécie. Sugere-se que mais estudos semelhantes sejam realizados com indivíduos mais velhos e também com fêmeas da espécie, a fim de comparar os diferentes indivíduos e corroborar as hipóteses aqui levantadas.

## REFERÊNCIAS

- ABREU E. F. et al. **Lista de Mamíferos do Brasil**. Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz). 2020. Disponível em: <<https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>>. Acesso em: 14. Set. 2021
- AGUILAR, A. Compartmentation and reliability of sampling procedures in organochlorine pollution surveys of cetaceans. **Residue Reviews**, [S.L.], p. 91-114, 1985. Springer New York. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-5132-3\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-5132-3_3).
- AGUILAR, A. & BORRELL, A. Heterogeneous distribution of organochlorine contaminants in the blubber of baleen whales: implications for sampling procedures. **Marine Environmental Research**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 275-286, jan. 1991. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0141-1136\(91\)90017-3](http://dx.doi.org/10.1016/0141-1136(91)90017-3).
- AGUILAR, A.; BORRELL, A.; REIJNDERS, P. J. H. Geographical and temporal variation in levels of organochlorine contaminants in marine mammals. **Marine Environmental Research**, [S.L.], v. 53, n. 5, p. 425-452, jun. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0141-1136\(01\)00128-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0141-1136(01)00128-3).
- ARAÚJO, D. M. de. A camada de gordura de toninhas, *Pontoporia blainvillei* (Mammalia, Cetacea) no litoral Sul do RS: variação na espessura e na composição de ácidos graxos em resposta a fatores ambientais e fisiológicos. 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Oceanografia Biológica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2005.
- BASTIDA, R. et al. **Mamíferos Acuáticos de Sudamérica y Antártida**. Vazquez Mazzini Editores, Buenos Aires, ed. 1, jan. 2007.
- BARBOSA, A. P. M. et al. Transplacental transfer of persistent organic pollutants in La Plata dolphins (*Pontoporia blainvillei*; Cetartiodactyla, Pontoporiidae). **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 631-632, p. 239-245, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.325>.
- CAON, G. et al. Body Fat Condition in Franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Journal Of Mammalogy**, [S.L.], v. 88, n. 5, p. 1335-1341, out. 2007. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1644/06-mamm-a-364r.1>.

DANILEWICZ, D. et al. Reproductive biology of male franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) (Mammalia: Cetacea) from Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Fishery Bulletin**, [S.L.], v. 102, p. 581–592, mai. 2004.

ELLISOR, D. et al. The distribution and stratification of persistent organic pollutants and fatty acids in bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) blubber. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 463-464, p. 581-588, out. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.06.017>.

GARCÍA-ALVAREZ, N. et al. Levels and profiles of POPs (organochlorine pesticides, PCBs, and PAHs) in free-ranging common bottlenose dolphins of the Canary Islands, Spain. **Science of The Total Environment**, [S.L.], v. 493, p. 22-31, set. 2014. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.125>

GÓMEZ-CAMPOS, E. et al. Topographical variation in lipid content and morphological structure of the blubber in the striped dolphin. **Scientia Marina**, [S.L.], v. 79, n. 2, p. 189-197, 8 jun. 2015. Editorial CSIC. <http://dx.doi.org/10.3989/scimar.04093.25a>.

HOHN, A. A.; CHIVERS, S. J.; BARLOW, J. Reproductive maturity and seasonality of male spotted dolphins, *Stenella Attenuata*, in the eastern tropical Pacific. **Marine Mammal Science**, [S.L.], v. 1, n. 4, p. 273-293, out. 1985. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.1985.tb00016.x>.

KASUYA, T. & BROWNELL JR., R. L. Age determination, reproduction, and growth of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. **Scientific Report of the Whales Research Institute**, [S.L.], v. 31, p. 45–67, 1979.

LAILSON-BRITO, J. et al. Organochlorine concentrations in franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei*, from Brazilian waters. **Chemosphere**, [S.L.], v. 84, n. 7, p. 882-887, ago. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.06.018>.

LEONEL, J. et al. Long-term trends of polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides in franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) from Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 60, n. 3, p. 412-418, mar. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.10.011>.

LEONEL, J. et al. PBDE levels in franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*): temporal trend and geographical comparison. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 493, p. 405-410, set. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06.003>.

MÉNDEZ-FERNANDEZ, P. et al. Validating the use of biopsy sampling in contamination assessment studies of small cetaceans. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 107, n. 1, p. 364-369, jun. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.04.021>.

MONTONE, R. C. et al. Persistent Organic Pollutants (Pops) in Franciscana Dolphin (*Pontoporia Blainvillei*) from Brazilian Southeastern Waters: Status of Contamination and Two-Decade Temporal Variations. **SSRN Electronic Journal**, [S.L.], fev. 2022. Elsevier BV. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4028277>

MUIR, D. C. G. et al. Organochlorine contaminants in beluga (*Delphinapterus leucas*) from Canadian waters. **Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences**, [S.L.], v. 224, p. 165–190, 1990.

PERRIN, W. F.; BROWNELL, R. L.; DEMASTER, D. P. **Reproduction of whales, dolphins and porpoises**. Reports of the International Whaling Commission, (Special Issue 6), Cambridge, United Kingdom, 1984.

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**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 1-27, jan. 2000. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.2000.tb00901.x>.

REIJNDERS, P. J. H. Perspectives for studies of pollution in Cetaceans. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 58-59, fev. 1986. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0025-326x\(86\)90290-0](http://dx.doi.org/10.1016/0025-326x(86)90290-0).

ROSAS, F. C. W., MONTEIRO-FILHO, E. L. A, OLIVEIRA, M. R. Incidental catches of franciscana (*Pontoporia blainvillei*) on the southern coast of São Paulo State and the coast of Paraná State, Brazil. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals**, (Special Issue), 1 (1): 161-167, jul. 2002.

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**, [S.L.], v. 385, n. 1-3, p. 208-220, 15 out. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.06.045>.

STRANDBERG, U. et al. Stratification, Composition, and Function of Marine Mammal Blubber: the ecology of fatty acids in marine mammals. **Physiological And Biochemical Zoology**, [S.L.], v. 81, n. 4, p. 473-485, jul. 2008. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1086/589108>.

SCHWACKE, L. H. et al. Anaemia, hypothyroidism and immune suppression associated with polychlorinated biphenyl exposure in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). **Proceedings Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 279, n. 1726, p. 48-57, 25 maio 2011. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2011.0665>.

TANABE, S. et al. Distribution and Total Burdens of Chlorinated Hydrocarbons in Bodies of Striped Dolphins (*Stenella coeruleoalba*). **Agricultural And Biological Chemistry**, [S.L.], v. 45, n. 11, p. 2569-2578, nov. 1981. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1080/00021369.1981.10864933>.

TANABE, S. et al. Persistent organochlorine residues in harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) from the Black Sea. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 34, n. 5, p. 338-347, maio 1997. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0025-326x\(96\)00081-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0025-326x(96)00081-1).

TANABE, S. & SUBRAMANIAN, A. Bioindicators of POPs: monitoring in developing countries. **Kyoto University Press**, 2006.

TILBURY, K. L. et al. Chemical contaminants in harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) from the North Atlantic coast: tissue concentrations and intra- and inter-organ distribution. **Chemosphere**, [S.L.], v. 34, n. 9-10, p. 2159-2181, maio 1997. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0045-6535\(97\)00076-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0045-6535(97)00076-3).

UNEP. **Stockholm Convention on Persistent organic pollutants**. United Nations Environment Programme. Revisado em 2019. [Stockholm], 2019. Disponível em <<http://www.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>>. Acesso em 13. Set. 2021.

WAUGH, C. A. et al. Vertical distribution of lipids, fatty acids and organochlorine contaminants in the blubber of southern hemisphere humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). **Marine Environmental Research**, [S.L.], v. 94, p. 24-31, mar. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.11.004>.

YOGUI, G. T. et al. Levels of persistent organic pollutants and residual pattern of DDTs in small cetaceans from the coast of São Paulo, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 60, n. 10, p. 1862-1867, out. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.07.022>.

YORDY, J. E. et al. Tissue-specific distribution and whole-body burden estimates of persistent organic pollutants in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **Environmental Toxicology And Chemistry**, [S.L.], p. 1263-1273, 19 fev. 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/etc.152>.

ZERBINI, A. N. et al. *Pontoporia blainvillei* (errata version published in 2018). **The IUCN Red List of Threatened Species 2017**: e.T17978A123792204. 2017. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T17978A50371075.en>

## APÊNDICE A - Concentrações de compostos organoclorados

**Tabela 3** - Concentrações de compostos organoclorados (ng g<sup>-1</sup> peso lipídico) nas camadas interna e externa de gordura subcutânea. Concentrações cujo valor está representado com o símbolo “<” estão assim identificados pois foram considerados abaixo do limite de detecção do método.

Amostras	Camada	PCBs	DDTs	CHLs	HCB	Dieldrin	Mirex
CA203I	Interna	3702,3	1144,6	108,3	48,2	< 0,4	54,6
CA203O	Externa	2121,0	892,5	48,6	41,9	< 0,4	20,4
CA230I	Interna	6481,2	1850,1	187,5	24,3	< 0,4	47,8
CA230O	Externa	9470,9	2373,9	157,3	33,5	< 0,4	89,9
CA260I	Interna	10514,1	3446,6	259,8	45,8	347,2	80,6
CA260O	Externa	37401,3	9447,2	884,9	127,4	654,1	272,8
CA286I	Interna	3576,6	635,6	45,6	35,6	< 0,4	89,1
CA286O	Externa	1544,7	180,6	< 1,4	13,2	< 0,3	19,3
CA288I	Interna	728,1	137,9	< 1,4	13,3	< 0,4	11,0
CA288O	Externa	684,1	92,1	< 1,7	9,9	< 0,4	8,6
CA289I	Interna	564,1	60,2	< 1,6	12,3	< 0,4	11,5
CA289O	Externa	335,2	339,2	17,1	22,7	< 0,4	< 0,4
CA290I	Interna	2144,4	383,3	11,2	29,4	< 0,4	53,6
CA290O	Externa	1697,5	180,5	8,3	13,2	< 0,4	26,4
CA303I	Interna	985,9	166,5	7,9	11,6	< 0,4	15,4

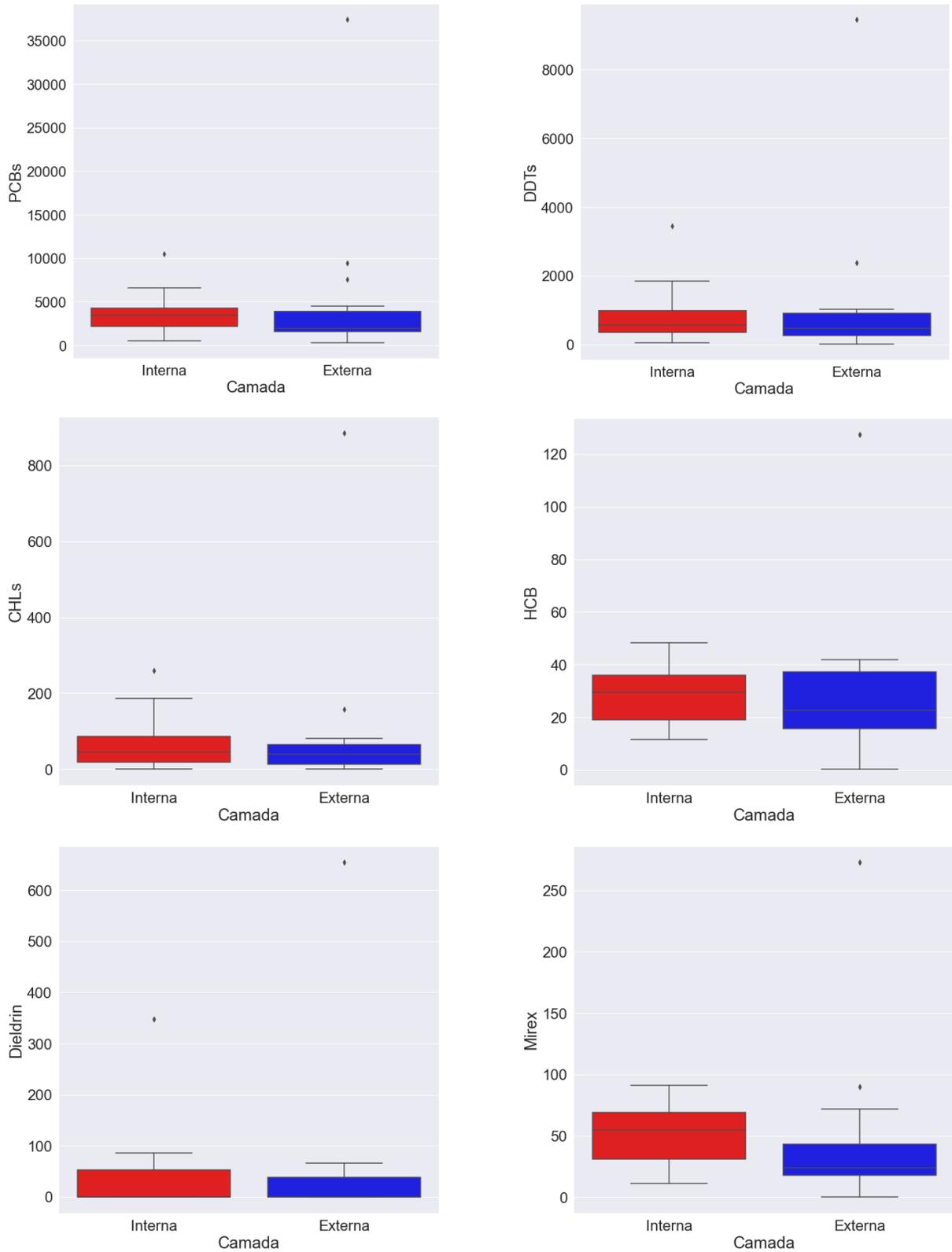
CA303O	Externa	1166,8	1029,5	62,7	35,2	< 0,4	15,3
CA304I	Interna	6591,6	1424,9	99,9	36,1	86,3	91,3
CA304O	Externa	7608,1	478,0	30,9	18,1	36,5	52,9
CA318I	Interna	3478,1	356,3	25,9	15,5	< 0,4	56,9
CA318O	Externa	2285,2	22,1	< 1,3	< 0,3	< 0,3	23,6
CA254I	Interna	2351,3	476,8	46,0	30,0	40,7	29,5
CA254O	Externa	1881,5	403,2	39,5	21,5	34,6	16,4
CA275I	Interna	3088,6	558,0	52,0	27,2	48,8	56,3
CA275O	Externa	1942,8	474,0	43,2	24,4	42,8	26,7
CA281I	Interna	3689,9	791,1	71,4	36,0	61,7	57,0
CA281O	Externa	4534,1	922,0	81,3	39,5	65,3	72,1
CA295I	Interna	4828,6	824,2	73,6	38,4	57,9	84,8
CA295O	Externa	3280,1	706,5	67,4	39,4	40,6	34,0
CA307I	Interna	2159,2	365,3	37,4	22,3	0,4	32,5
CA307O	Externa	1622,8	333,1	28,4	20,7	23,6	19,1

---

Fonte: a autora (2022).

## APÊNDICE B - Diferenças nas concentrações entre as camadas

**Figura 10** - Poluentes orgânicos (PCBs, DDTs, CHLs, HCB, Dieldrin e Mirex) para cada parcela da camada de gordura subcutânea de *Pontoporia blainvillei*.



Fonte: a autora (2022).