

# Avaliação e Interpretação de Resultados de Hidrocarbonetos de Petróleo, Organoclorados e Organobromados em Amostras Biológicas de Tetrápodes Provenientes de Programas de Monitoramento Ambiental da Petrobras.

**RTP – Relatório Técnico Parcial 01**



**Volume 1**

**E&P**

Revisão 00  
Fev/2019



**Avaliação e Interpretação de Resultados  
de Hidrocarbonetos de Petróleo,  
Organoclorados e Organobromados em  
Amostras Biológicas de Tetrápodes  
Provenientes de Programas de  
Monitoramento Ambiental da Petrobras.**

**Relatório Técnico Parcial – RTP 01**

**Volume 01**

**BR 00000000/00**

**Revisão 00**

**Fevereiro/2019**



**E&P**

## CONTROLE DE REVISÕES – BR00000000/00

REV	DESCRIÇÃO	DATA
00	Documento Original	14/02/2019

	Original	
Data	14/02/2019	
Elaboração	Rafael Lourenço, Márcia Bícego, Satie Taniguchi	
Verificação	Rafael Lourenço	
Aprovação	Rafael Lourenço	

## ÍNDICE GERAL

<b>I. RESUMO .....</b>	<b>8</b>
<b>II. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<i>II.1 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.....</i>	<i>13</i>
<i>II.2 Poluentes Orgânicos Persistentes .....</i>	<i>14</i>
<b>III. OBJETIVO .....</b>	<b>18</b>
<b>IV. MÉTODO ANALÍTICO .....</b>	<b>18</b>
<i>IV.1 Determinação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos e Poluente</i> <i>Orgânicos Persistentes.....</i>	<i>18</i>
<b>V. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<i>V.1 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.....</i>	<i>24</i>
V.1.1 Mamíferos Marinhos – PMP-BS.....	25
V.1.2 Aves Marinhas – PMP BS .....	32
V.1.3 Tartarugas Marinhas – PMP BS .....	44
V.1.4 Cetáceos - PMC.....	55
<i>V.2 Poluentes Orgânicos Persistentes.....</i>	<i>62</i>
V.2.1 <i>Chelonia mydas</i> .....	62
V.2.2 <i>Larus dominicanus</i> .....	72
<b>VI. CONSIDERAÇÕES .....</b>	<b>78</b>
<b>VII – EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>80</b>
<b>VIII. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>81</b>

## TABELAS E QUADROS

TABELAS OU QUADROS	PÁG.
<b>Tabela II.1</b> – Regionalização do monitoramento de praias pelas instituições, de Norte para Sul.	12
<b>Tabela V.1</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de pinípedes.	25
<b>Tabela V.2</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de mistictetos.	26
<b>Tabela V.3</b> – Intervalo de concentração de HPA nas amostras de odontocetos.	27
<b>Tabela V.4</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Stenela longirostris</i> .	28
<b>Tabela V.5</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Stenella frontalis</i> .	29
<b>Tabela V.6</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Phocoena dioptrica</i> .	29
<b>Tabela V.7</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Steno bredanensis</i> .	29
<b>Tabela V.8</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Tursiops truncatus</i> .	30
<b>Tabela V.9</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Sotalia guianensis</i> .	30
<b>Tabela V.10</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Pontoporia blainvillei</i> .	31
<b>Tabela V.11</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de mamíferos.	32
<b>Tabela V.12</b> – Intervalo de concentração de HPA nas amostras de aves costeiras e oceânicas.	34
<b>Tabela V.13</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Procellaria aequinoctialis</i> .	34
<b>Tabela V.14</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Pterodroma mollis</i> .	34
<b>Tabela V.15</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Charadrius semipalmatus</i> .	35
<b>Tabela V.16</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Calonectris diomedea</i> .	35
<b>Tabela V.17</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Puffinus gravis</i> .	35
<b>Tabela V.18</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Macronectes giganteus</i> .	35
<b>Tabela V.19</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Oceanites oceanicus</i> .	36
<b>Tabela V.20</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Thalassarche melanophris</i> .	36
<b>Tabela V.21</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Ardea alba</i> .	36

<b>Tabela V.22</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Thalasseus acutiflavus</i> .	36
<b>Tabela V.23</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Sterna hirundo</i> .	37
<b>Tabela V.24</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Sula Leucogaster</i> .	37
<b>Tabela V.25</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Puffinus puffinus</i> .	38
<b>Tabela V.26</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Larus dominicanus</i> .	39
<b>Tabela V.27</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Phalacrocorax brasilianus</i> .	40
<b>Tabela V.28</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Fregata magnificens</i> .	40
<b>Tabela V.29</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Egretta thula</i> .	40
<b>Tabela V.30</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Nycticorax nycticorax</i> .	41
<b>Tabela V.31</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Spheniscus magellanicus</i> .	42
<b>Tabela V.32</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de aves.	43
<b>Tabela V.33</b> – Intervalo de concentração de HPA nas amostras de tartarugas marinhas.	45
<b>Tabela V.34</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Caretta caretta</i> .	45
<b>Tabela V.35</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de <i>Chelonia mydas</i> .	46
<b>Tabela V.36</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de tartarugas.	54
<b>Tabela V.37</b> – Intervalo de concentração de HPA nas amostras de cetáceos - PMC.	56
<b>Tabela V.38</b> - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de cetáceos - PMC.	57
<b>Tabela V. 39</b> - Intervalo das concentrações de compostos organoclorados em amostras de tecido adiposo e hepático de <i>Chelonia mydas</i> .	62
<b>Tabela V.40</b> - Poluentes orgânicos persistentes em tecido adiposo e hepático de <i>Chelonia mydas</i> em várias partes do mundo.	71
<b>Tabela V.41</b> - Intervalo das concentrações de compostos organoclorados em amostras de tecido adiposo e hepático de <i>Larus dominicanus</i> .	72
<b>Tabela V.42</b> - Comparação das concentrações de POP em tecidos de <i>Larus dominicanus</i> em amostras coletadas em vários locais do mundo.	78

## FIGURAS

FIGURAS	PÁG.
<b>Figura V.1</b> - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras tecido adiposo de <i>T. truncatus</i> - PMC.	59
<b>Figura V.2</b> - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras tecido adiposo de <i>S. longirostris</i> - PMC.	59
<b>Figura V.3</b> - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras tecido adiposo de <i>S. frontalis</i> - PMC.	60
<b>Figura V.4</b> - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras tecido adiposo de <i>S. bredanensis</i> - PMC.	60
<b>Figura V.5</b> - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras tecido adiposo de <i>M. novaengliae</i> - PMC.	61
<b>Figura V.6</b> - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras tecido adiposo de <i>B. borealis</i> - PMC.	61
<b>Figura V.7</b> - Concentração de DDT totais em tecido adiposo de <i>Chelonia mydas</i> – Fêmeas.	65
<b>Figura V.8</b> - Concentração de DDT totais em tecido adiposo de <i>Chelonia mydas</i> – Machos.	65
<b>Figura V.9</b> - Concentração de DDT totais em tecido hepático de <i>Chelonia mydas</i> – Fêmeas.	66
<b>Figura V.10</b> - Concentração de DDT totais em tecido hepático de <i>Chelonia mydas</i> – Machos.	66
<b>Figura V.11</b> - Concentração de PCB totais em tecido hepático de <i>Chelonia mydas</i> – Fêmeas.	67
<b>Figura V.12</b> - Concentração de PCB totais em tecido hepático de <i>Chelonia mydas</i> – Machos.	68
<b>Figura V.13</b> - Concentração de PCB totais em tecido adiposo de <i>Chelonia mydas</i> – Fêmeas.	68
<b>Figura V.14</b> - Concentração de PCB totais em tecido adiposo de <i>Chelonia mydas</i> – Machos.	69
<b>Figura V.15</b> - Distribuição de PCB por nível de cloração nas amostras de tecido hepático da <i>Chelonia mydas</i> .	70
<b>Figura V.16</b> - Distribuição de PCB por nível de cloração nas amostras de tecido adiposo da <i>Chelonia mydas</i> .	71
<b>Figura V.17</b> - Concentração de DDT totais em tecido adiposo de <i>Larus dominicanus</i> .	73
<b>Figura V.18</b> - Concentração de DDT totais em tecido hepático de <i>Larus dominicanus</i> .	74
<b>Figura V.19</b> - Concentração de PCB totais em tecido adiposo de <i>Larus dominicanus</i> .	75
<b>Figura V.20</b> - Concentração de PCB totais em tecido hepático de <i>Larus dominicanus</i> .	76
<b>Figura V.21</b> - Distribuição percentual de PCB em tecido adiposo de <i>Larus dominicanus</i> .	76
<b>Figura V.22</b> - Distribuição percentual de PCB em tecido hepático de <i>Larus dominicanus</i> .	77



## I. RESUMO

Este primeiro Relatório Técnico Parcial (RTP 01) compreende o trabalho desenvolvido pelo Laboratório de Química Orgânica Marinha do Instituto Oceanográfico da USP nos doze primeiros meses (outubro de 2017 a outubro de 2018) de prestação de serviços para a avaliação e interpretação de resultados de hidrocarbonetos de petróleo, compostos organoclorados e compostos organobromados em amostras biológicas de tetrápodes marinhos provenientes de programas de monitoramento ambiental da Petrobras.

Foram considerados neste relatório as amostras do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS) e do Projeto de Monitoramento de Cetáceos (PMC).

O trabalho desenvolvido para o PMP-BS englobou amostras de tecido hepático e adiposo de tetrápodes marinhos retiradas de carcaças em código 2 (animais mortos: carcaça em boas condições) de animais encontrados em praias dos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo (PMP-BS Fase 1) e no sul do Rio de Janeiro, entre as cidades de Saquarema e Paraty (PMP-BS Fase 2). O trabalho desenvolvido para o PMC compreendeu amostras de biópsia de tecido adiposo de cetáceos (misticetos e odontocetos) que foram coletadas através do disparo de dardos nos animais durante os cruzeiros de avistagem na Bacia de Santos.

As amostras para o PMP-BS, coletadas por diferentes instituições (UDESC, Associação R3 Animal, UNIVALE e UNIVILLE em Santa Catarina, UFPR no Paraná, IPeC, Biopesca, Instituto Gremar e Instituto Argonauta em São Paulo e CTA Meio Ambiente, no sul do Rio de Janeiro), assim como as amostras do PMC, coletadas pela SocioAmbiental, foram recebidas pelo Laboratório de Química Orgânica Marinha em condições adequadas, devidamente acondicionadas, refrigeradas em gelo seco ou em nitrogênio líquido e a partir do recebimento foram mantidas em ultra-freezer (-80°C) até o momento da análise.



As análises dos hidrocarbonetos e compostos organoclorados e organobromados nas amostras de tecido biológico foram realizadas seguindo as recomendações dos padrões propostos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, (USEPA).

Foram considerados neste relatório os resultados de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) das 670 amostras do PMP-BS e das 68 amostras do PMC cujos laudos de análise foram emitidos até Setembro de 2018.

Para os mamíferos (PMP-BS, Fase 1 e Fase 2) foram analisadas 99 amostras sendo que os HPA foram quantificados em apenas 20 amostras, nas quais as concentrações de HPA total variaram, em peso úmido, entre 16 e 1295 ng g<sup>-1</sup> no tecido hepático e entre 11 e 2074 ng g<sup>-1</sup> no tecido adiposo.

Para as aves marinhas, foram analisadas 191 amostras das quais em apenas 21 amostras foram quantificados HPA. As concentrações nessas amostras variaram, em peso úmido, entre 17 e 8179 ng g<sup>-1</sup> no tecido hepático e entre 22 e 140 ng g<sup>-1</sup> no tecido adiposo.

Para as tartarugas marinhas foram analisadas 380 amostras, das quais 70 apresentaram concentrações quantificáveis de HPA. As concentrações nessas amostras variaram, em peso úmido, entre 9 e 1749 ng g<sup>-1</sup> no tecido hepático e entre 16 e 791 ng g<sup>-1</sup> no tecido adiposo.

Em todas as amostras do PMP-BS onde foram quantificados HPA houve predominância de HPA leves, 2-3 anéis aromáticos, e dentre esses, majoritariamente naftaleno. Não foi observada preferência de acumulação dos HPA em um ou outro tecido.

Para o PMC, foram analisadas 68 amostras de tecido adiposo das quais 47 apresentaram concentrações quantificáveis de HPA que variaram entre 11 e 3054 ng g<sup>-1</sup> (HPA total - peso úmido). Observou-se também a predominância de naftaleno na maioria das amostras analisadas, com destaque também para a presença de fenantreno, fluoranteno e pireno.

De todas as amostras analisadas houve a ocorrência de HPA em apenas 23% das amostras e, de forma geral, nessas amostras as concentrações podem ser consideradas baixas e sem indícios de contribuições petrogênicas. Não se podem estabelecer correlações entre o sexo, peso, estágio de maturação sexual ou tecido analisado e as concentrações de HPA.

Em relação aos compostos organoclorados e organobromados foram analisadas 141 amostras de tecido de *Chelonia mydas* e *Larus dominicanus*. Para ambas as espécies as maiores concentrações foram dos compostos das classes dos PCB e DDT nas amostras coletadas no litoral de Santa Catarina e no litoral de São Paulo. Contudo as concentrações de POP encontradas podem ser consideradas baixas. Não foram observadas correlações entre o sexo, peso, estágio de maturação sexual ou tecido analisado e as concentrações de POP.

## II. INTRODUÇÃO

Para o licenciamento ambiental da produção e escoamento de petróleo e gás natural do polo pré-sal da Bacia de Santos foi recomendado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA No 002/13 - “Termo de referência para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Respectivo Relatório de Impacto Ambiental -EIA/RIMA para a Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2” e nos Pareceres Técnicos No 122/2014 e 343/2014) um monitoramento que compreendesse a análise de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em tecidos hepático e adiposo retirados de carcaças em código 2 de tetrápodes marinhos (aves, tartarugas e mamíferos marinhos – cetáceos, pinípedes e sirênios) encontradas nas praias da Bacia de Santos (Programa de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos – PMP-BS) e em tecido adiposo de cetáceos (biópsias) coletados através do disparo de dardos nos animais durante os cruzeiros de avistagem na Bacia de Santos (Programa de Monitoramento de Cetáceos). Este monitoramento visa a avaliação da influência e a existência ou não de relação denexo causal entre as concentrações de contaminantes obtidas nos tetrápodes marinhos com as atividades de E&P do Pré-Sal.

De forma a avaliar não apenas a bioacumulação e influência dos hidrocarbonetos de petróleo, como os HPA, nos organismos marinhos foi definido pela PETROBRAS também a análise de compostos orgânicos persistentes (POP) como os compostos organoclorados (OC) (pesticidas organoclorados - POC e bifenilas policloradas - PCB) e organobromados (OB) (éteres difenílicos polibromados – PBDE) em espécies selecionadas de aves (*Puffinus puffinus* e *Larus dominicanus*), de tartarugas (*Chelonia mydas*) e de cetáceos (*Balaenoptera brydei*, *Stenella longirostris* e *Tursiops truncatus*).

As amostras referentes ao PMP-BS (Fase 1 e Fase 2) foram coletadas por diferentes instituições distribuídas ao longo da costa da Bacia de Santos.

São elas: UDESC, Associação R3 Animal, UNIVALE e UNIVILLE em Santa Catarina, UFPR no Paraná, IPeC, Biopesca, Instituto Gremar e Instituto Argonauta em São Paulo e CTA Meio Ambiente e REMASE, no sul do Rio de Janeiro. A divisão entre as instituições para o monitoramento de praias em cada trecho de costa é apresentada na **Tabela II.1**. As amostras referentes ao PMC foram coletadas pela SocioAmbiental.

**Tabela II.1** – Regionalização do monitoramento de praias pelas instituições, de Norte para Sul (extraído do Projeto Executivo do PMP-BS Fase 1 e Fase 2)

Instituição	Trecho de Praia Monitorado - Estado
CTA e REMASE	Squarema a Paraty – Rio de Janeiro
Argonauta	Ubatuba a São Sebastião – São Paulo
GREMAR	Bertioga a São Vicente – São Paulo
Biopesca	Praia Grande a Peruíbe – São Paulo
IPeC	Iguape a Cananéia – São Paulo
UFPR	Guaraqueçaba a Guaratuba – Paraná
UNIVILLE	Itapoá a Araquari – Santa Catarina
UNIVALI	Barra Velha a Gov. Celso Ramos – Santa Catarina
R3 Animal	Florianópolis – Santa Catarina
UDESC	Imbituba a Laguna – Santa Catarina

Este primeiro Relatório Técnico Parcial (RTP 01) traz a descrição e dos resultados gerados entre outubro de 2017 e outubro de 2018, com uma interpretação descritiva e estatística dos resultados obtidos nesses 12 meses para as análises de HPA, OC e OB, considerando, quando viável, as características de cada amostra, espécie, localização, hábitos alimentares, sexo e idade.

## II.1 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

Os HPA constituem uma classe de compostos orgânicos semi-voláteis com pelo menos dois anéis benzênicos condensados, podendo apresentar ramificações de cadeias alifáticas (alquil-HPA). Os HPA são amplamente distribuídos no ambiente e são encontrados em todos os compartimentos: atmosfera, água, sedimentos e biota. As propriedades físico-químicas destes compostos e os processos de distribuição e transformação, como evaporação, dissolução, sedimentação, foto-oxidação e biodegradação, determinam o destino dos HPA no ambiente (NEFF, 2002; STOUT et al., 2002; STOUT e WANG, 2007).

O número e posição dos anéis aromáticos afetam as propriedades físicas e químicas dos HPA, seu comportamento ambiental e suas interações com a biota (UNEP/IOC/IAEA, 1992). Em geral suas características físico-químicas incluem altos pontos de fusão e ebulição, baixa pressão de vapor e baixa solubilidade em água. Além disso são hidrofóbicos e lipofílicos (SKUPINSKA et al., 2004; BJORSETH, 1983). A característica hidrofóbica dos HPA faz com que eles apresentem alta afinidade por frações orgânicas e por isso os HPA tendem a se adsorver ao material orgânico particulado e se acumular nos sedimentos (CHU E CHAN, 2000; MCELROY et al., 1989).

Quando liberados no ambiente marinho, uma parte dos HPA é evaporada, uma parte é solubilizada na água do mar e outra parte tende a se adsorver rapidamente à materiais suspensos e sedimentos. A absorção dos HPA pelos organismos marinhos ocorre principalmente pela fração solúvel e particulada através do contato com as brânquias e ou então através da dieta. Porém a absorção dos HPA depende da sua biodisponibilidade e da fisiologia dos organismos envolvidos (MEADOR et al., 1995). Nos vertebrados a maioria dos HPA absorvidos é eficientemente biotransformada por enzimas que aumentam sua solubilidade em água permitindo a sua excreção, enquanto que nos invertebrados a capacidade metabólica é inferior (JONSSON et al., 2004; MEADOR et al., 1995). Deste modo os HPA são mais facilmente metabolizados por vertebrados do que por invertebrados e, por essa razão, e

em contraste com POP, os HPA não são biomagnificados nas cadeias alimentares marinhas (HYLLAND, 2006).

Diversos HPA são classificados como tóxicos, sendo que alguns deles apresentam propriedades mutagênicas e carcinogênicas (NEFF, 1979). Consequentemente a avaliação desses HPA tem sido incorporada em programas de monitoramento de agências ambientais (USEPA, 1993; USEPA, 1995; WEBSTER et al., 2017).

Os HPA podem ser formados através de diferentes processos e são classificados de acordo com sua origem (YUNKER et al., 2002). Os HPA podem ser sintetizados por algumas bactérias, plantas ou fungos (BAKHTIARI et al., 2010; WILCKE et al., 2003) e ainda podem ser formados a partir de reações diagenéticas que envolvem a transformação recente da matéria orgânica (VENKATESAN, 1988; WAKEHAM et al., 1980). Acredita-se, entretanto, que as atividades antropogênicas são as maiores responsáveis pela liberação de HPA no ambiente marinho (MCELROY et al., 1989).

Os HPA antropogênicos presentes no ambiente marinho são provenientes principalmente de introdução direta de petróleo e derivados ou da queima incompleta de combustíveis fósseis (NRC, 1985). As diferentes fontes contêm, em geral, os mesmos compostos. As diferenças relativas entre alguns desses compostos podem ser usadas como forma de identificação da sua origem (YUNKER et al., 2002). Vale ressaltar que as razões diagnósticas para identificação de fontes de HPA (petrogênica, pirolítica, biogênica) estão bem estabelecidas para sedimento. Há também alguns poucos trabalhos em que é realizada a avaliação da origem dos HPA em organismos como bivalves e peixes. Contudo, a revisão de literatura mostrou que a utilização das razões diagnósticas de HPA é muito incipiente para os trabalhos realizados com tetrápodes marinhos.

## II.2 Poluentes Orgânicos Persistentes

Os POP incluem substâncias sintéticas pertencentes a diferentes grupos químicos que foram intencionalmente ou inadvertidamente produzidos e introduzidos no ambiente. Devido a sua estabilidade, capacidade de

transporte a longas distâncias e principalmente devido a sua toxicidade eles são de grande preocupação ambiental (XU et al., 2013).

Em 2001, com o objetivo de proteger a saúde humana e o meio ambiente, foi estabelecida a Convenção de Estocolmo com o objetivo de reduzir ou eliminar a produção e a consequente introdução destes compostos no meio ambiente, pela UNEP (United Nations Environmental Programme – Programa das Nações Unidas para o meio Ambiente). Segundo essa convenção (CS, 2018), os POP são compostos orgânicos que, quando liberados no meio ambiente, apresentam uma combinação particular de propriedades físico-químicas descritas a seguir:

- permanecem inalterados por períodos de tempo excepcionalmente longos (muitos anos);
- tornam-se amplamente distribuídos em todo o ambiente como resultado de processos naturais envolvendo solo, água e atmosfera;
- acumulam-se no tecido adiposo de organismos vivos, incluindo mamíferos, e são encontrados em concentrações mais altas nos níveis tróficos mais elevados (biomagnificam);
- são tóxicos para organismos incluindo os seres humanos.

A lista inicial gerada em 2004, incluiu 12 POP prioritários, que são os mais persistentes e bioacumuláveis, sendo oito pesticidas organoclorados (Aldrin, dieldrin, endrin, clordano, heptacloro, DDT, toxafeno e mirex), dois produtos industriais, bifenilas policloradas (PCB) e hexaclorobenzeno (HCB), o qual também tem ação inseticida, e dois resíduos de atividades humanas não intencionais: dioxinas e furanos (CLARK, 2001). Outros compostos como os éteres difenílicos polibromados (PBDE) também são citados como contaminantes ambientais emergentes, e hoje estão inclusos na lista dos POP (XU et al., 2003).

O grupo dos pesticidas organoclorados (POC) apresenta um grande número de substâncias com considerável diversidade de estruturas, propriedades e



usos. Dentre estes, estão alguns dos compostos mais amplamente utilizados no mundo ao longo das últimas décadas e seus metabólitos, sendo os DDT (o,p'-DDD; p,p'-DDD; o,p'-DDE; p,p'-DDE; o,p'-DDT; p,p'-DDT), HCH (alfa-HCH; beta-HCH; gama-HCH (lindano); delta-HCH), drins, (aldrin, dieldrin, endrin e isodrin), clordanas (cis-clordana; trans-clordana; heptacloro; heptacloro epóxido) e HCB (hexaclorobenzeno). Esses pesticidas têm o seu uso restrito em muitos países, inclusive no Brasil, e estão entre os compostos orgânicos mais estudados no ambiente marinho (JONES & VOOGT, 1999).

Bifenilas Policloradas formam um grupo de 209 compostos orgânicos que podem conter entre 1 a 10 átomos de cloro na molécula. Entre as principais características, além das já citadas anteriormente, pode-se destacar a alta constância dielétrica e a resistência a altas temperaturas. Devido a essas propriedades, foram usados em transformadores e capacitores, como fluídos isolantes, tintas e vernizes, borracha e resinas de poliéster, retardantes de chama e aditivos de óleos lubrificantes. Além disso, os PCB foram também usadas como agente sinérgico para aumentar o período de vida ativo dos pesticidas organoclorados (CLARK, 2001.). Os PCB foram utilizados industrialmente até a década de 1970, quando então ocorreu sua proibição (ENDO et al., 2005). As principais fontes dos PCB para o ambiente marinho são os efluentes industriais ou urbanos, despejados nos rios e lagos, e fumaças decorrentes da incineração de produtos contendo PCB, que podem entrar na atmosfera sob a forma particulada ou de vapor, sendo que ambas as formas coexistem (WHEATLEY, 1973). Neste caso, a transferência dos PCB para o oceano é feita principalmente pela ação das chuvas e depende da partição na interface ar/água (BIDLEMAN e OLNEY, 1974). Uma vez no oceano, os PCB são distribuídos e transferidos através da coluna d'água, biota e sedimento. Os PCB são muito solúveis em tecidos adiposos (BRUGGEMAN et al., 1981) e portanto, os tecidos hepático e adiposo, devido a sua alta concentração de lipídios, podem acumular os xenobióticos lipofílicos antes desses serem metabolizados e excretados pela bile (GARCIA et al., 2000). A acumulação depende das condições de cada organismo. Em animais como as tartarugas e odontocetos, a maior concentração é

encontrada na camada de tecido adiposo, como descrito em da SILVA (2009) e LEONEL et al. (2012).

Os compostos organobromados como os PBDE são usados como retardantes de chama em vários produtos como plásticos, têxteis, móveis, eletroeletrônicos, entre outros (DE WIT, 2002). São resistentes à degradação e também são hidrofóbicos, sendo que a solubilidade em água e a pressão de vapor diminuem com o aumento no número de átomos de bromo na molécula (WHO, 1984; WONG et al., 2001). Segundo ANNUNCIAÇÃO et al. (2018) a principal fonte de PBDE para ambientes aquáticos em regiões urbanizadas é o lançamento de esgotos, sendo que no Brasil, onde a maior parte do esgoto não é tratada, sedimentos aquáticos são importantes sumidouros para essas substâncias. Por outro lado, uma outra fração dos PBDE, disponível em corpos aquáticos, irá se acumular na biota, o que provavelmente justifica a predominância de estudos realizados no Brasil envolvendo PBDE em cetáceos e peixes. Além disso, os PBDE são compostos persistentes que também bioacumulam e biomagnificam através da cadeia trófica. Esses compostos apresentam uma toxicidade aguda e uma exposição prolongada que pode afetar a função da tireóide e causar desordens neurológicas bem como efeitos estrogênicos e hepáticos. Além disso, efeitos sinérgicos com compostos como dioxinas ou outros POP não podem ser excluídos (DE BOER et al., 2000). Compostos análogos aos PBDE como os éteres difenílicos polibromados metoxilados (MeO-PBDEs), foram observados como biogênicos em alguns organismos marinhos (VETTER, 2001; ALONSO et al., 2014). Os PBDE foram detectados pela primeira vez no meio ambiente no final da década de 1970 (DECARLO, 1979), mas o primeiro trabalho com PBDE em tecidos de cetáceos foi publicado quase dez anos depois, quando esses compostos foram analisados em golfinhos-nariz-de-garrafa da Virginia, EUA (KUEHL et al., 1991). Uma revisão sobre retardantes de chama bromados que incluem os PBDE (PIERONI et al., 2016) afirma que poucos são os trabalhos que avaliaram a ocorrência desses compostos em amostras ambientais no Brasil, e dentre esses, a maioria foi com amostras oriundas das regiões sul e

sudeste do Brasil. Segundo os autores, de forma geral, os níveis de PBDE detectados em amostras ambientais do Brasil é baixa.

O Brasil aprovou o texto da Convenção de Estocolmo por meio do Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004, e promulgou o texto da Convenção em 2005, via o Decreto nº 5.472, de 20 de junho de 2005. O governo brasileiro possui um plano nacional de implementação da Convenção de Estocolmo, além de uma série de inventários das quantidades de POP no Brasil e também de áreas contaminadas.

### III. OBJETIVO

O objetivo deste relatório é apresentar e analisar os resultados de HPA e POP das amostras analisadas de outubro de 2017 a outubro de 2018, provenientes do PMP-BS e do PMC-BS.

## IV. MÉTODO ANALÍTICO

### IV.1 Determinação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos e Poluente Orgânicos Persistentes

Para os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram considerados nesse trabalho os 16 HPA prioritários segundo a Agência de Proteção Ambiental Norte Americana (USEPA) (naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-c,d)pireno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(ghi)perileno), os compostos dibenzotiofeno, perileno e benzo(e)pireno, além dos seguintes HPA alquilados: C1- a C4- naftalenos, C1- a C3- fluorenos, C1- a C3- dibenzotiofenos, C1- a C4- fenantrenos-antracenos, C1- e C2- fluorantenos-pirenos, e C1- e C2- crisenos.

Para os compostos organoclorados da classe das bifenilas policloradas (PCB) foram considerados os seguintes compostos: PCB 49, PCB 52, PCB 66, PCB 77, PCB 81, PCB 95, PCB 101, PCB 110, PCB 114, PCB 118, PCB

123, PCB 138, PCB 141, PCB 149, PCB 151, PCB 153, PCB 156, PCB 157, PCB 169, PCB 174, PCB 177, PCB 180, PCB 189, PCB 194, PCB 195 e PCB 206.

Para os compostos organoclorados da classe dos Pesticidas foram considerados o hexaclorobenzeno (HCB), os hexaclorociclohexanos (alfa-, beta-, delta- e gama-HCH), os drins (aldrin, isodrin, dieldrin e endrin), as clordanas (heptacloro, heptacloroepóxido A, heptacloroepóxido B, oxiclordana, alfa- e gama-clordana), os diclorodifenis (o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'-DDD, o,p'-DDT, p,p'-DDT), os endosulfans I e II, o metoxicloro e o mirex.

Para os compostos organobromados foram considerados os seguintes éteres difenílicos polibromados (PBDE): PBDE 28, PBDE 47, PBDE 99, PBDE 100, PBDE 153, PBDE 154 e PBDE 183.

Os procedimentos analíticos seguiram as recomendações das normas da Agência de Proteção Ambiental Americana USEPA 3540C (extração), USEPA 3610, USEPA 3630 e USEPA 3640 (purificação) e USEPA 8270 e USEPA 8081B (quantificação) com algumas adaptações baseadas no documento da Administração Americana para o Oceano e Atmosfera (NOAA) descrito em WADE E CANTILLO (1994) e em literatura recente (LAVANDIER et al., 2016, BALDASSIM et al., 2016, MONTONE et al., 2016, MÉNDEZ-FERNANDEZ et al., 2016, TANIGUCHI et al., 2016, COLABUONO et al., 2016, COLABUONO et al., 2015, MAGALHÃES et al., 2017, LOURENÇO et al. 2019).

## **Materiais**

Todo material utilizado, vidraria, pinças, lâminas, etc. foi imerso em solução com detergente alcalino, Extran®, durante 24 horas, enxaguado, rinsado com água deionizada, seco em estufa ou em temperatura ambiente no caso de materiais volumétricos. Após seco, todo o material foi descontaminado com diclorometano e n-hexano antes da utilização. De forma alternativa, quando as características do material permitiram, o material foi calcinado a 400°C durante 4 horas.

Agentes secantes e adsorventes como sulfato de sódio (J. T. Baker, EUA), sílica e alumina (Merck, Alemanha) foram calcinados a 400°C antes de serem utilizados. Os solventes utilizados, n-hexano e diclorometano (J. T. Baker, EUA) foram de pureza grau-pesticida. A água utilizada para desativar a sílica e a alumina foi deionizada e posteriormente extraída três vezes com n-hexano.

### **Determinação do teor de umidade**

A determinação do teor de umidade foi realizada por gravimetria. Para tanto entre 0,3 e 0,5 g de cada uma das amostras de tecido foi transferido para um frasco de vidro previamente pesado em balança analítica e mantido em estufa aberta (30°C) até verificação de peso constante. Com a diferença entre a massa úmida e a massa seca foi calculado o teor de umidade em porcentagem.

### **Extração**

A extração dos tecidos dos organismos foi baseada no método USEPA 3540C. Utilizou-se 0,25 g de amostra de tecido úmido previamente triturado e homogeneizado que foi macerado com 10 g de sulfato de sódio anidro. Foi adicionado o padrão subrogado p-terfenil-d<sub>14</sub> (500 ng) para os HPA e o padrão subrogado PCB 103 (100 ng) para os POP. Procedeu-se a extração em Soxhlet por 8 horas com n-hexano e diclorometano (1:1 v:v). Os extratos foram concentrados para 1 mL em evaporador rotativo com pressão reduzida, de onde se retirou 0,1 mL para determinação do teor lipídico por gravimetria.

### **Determinação do teor lipídico**

Para a determinação do teor lipídico foi separado 0,1 mL dos extratos orgânicos concentrados, conforme citado. Este volume foi transferido para um frasco de vidro previamente pesado em balança analítica. Após a evaporação total do solvente em temperatura ambiente, cada frasco foi novamente pesado e a diferença de massa (resíduo) foi utilizada no cálculo do teor de lipídios em porcentagem (USEPA 8290 adaptado, Magalhães et al., 2017).

## Purificação

Para a etapa de purificação dos extratos orgânicos contendo os HPA e POP foi seguida a metodologia adaptada dos protocolos USEPA 3610, USEPA 3630 e USEPA 3640. Os 0,9 mL restantes de cada um dos extratos foram eluídos com 80 mL de mistura n-hexano e diclorometano (1:1, v:v) através de coluna de vidro (25 cm de altura x 1,5 cm de diâmetro interno) contendo 8 gramas de sílica gel sobre 16 gramas de alumina e 1 grama de sulfato de sódio no topo. A sílica e a alumina foram previamente desativadas 5% com água (água deionizada e extraída com n-hexano). O eluato foi então concentrado para 1,0 mL e injetado no cromatógrafo a líquido de alta eficiência (CLAE) da Perkin Elmer (LC-250) acoplado a um detector de UV/Visível (Perkin Elmer, LC-95) equipado com uma pré-coluna (Phenogel Guard 10  $\mu$ L, 50 x 7,8 mm, Phenomenex, EUA) conectada em série com duas colunas de exclusão por tamanho (Phenogel 10 $\mu$ , 100 Å, 22,5 x 250 mm, Phenomenex, EUA). Diclorometano com um fluxo de 5 mL min<sup>-1</sup> foi utilizado para a eluição dos compostos. Para o monitoramento da eluição dos HPA nas colunas foi utilizado o detector UV/visível em 254 nm. A fração de 0 a 30 min foi descartada e coletada a fração contendo os HPA entre 30 e 40 min.

Os extratos contendo os HPA e POP foram concentrados para 900  $\mu$ L onde foram adicionados os padrões internos para os HPA (naftaleno-d<sub>8</sub>, acenafteno-d<sub>10</sub>, fenantreno-d<sub>10</sub>, criseno-d<sub>12</sub> e perileno-d<sub>12</sub>, concentração final de 500 ng mL<sup>-1</sup> de cada) e o padrão interno para os POP (tetracloro-meta-xileno - TCMX, concentração final de 100 ng mL<sup>-1</sup>), totalizando o volume de 1,0 mL.

## Quantificação

A análise e a quantificação dos HPA foi realizada utilizando cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-EM Agilent Technologies 6890/5973N) operando em modo de monitoramento seletivo de íons (SIM), seguindo o disposto no protocolo USEPA 8270.

Para os HPA a temperatura no injetor e na interface foi programada em 280°C e a temperatura na fonte de íons foi programada em 300°C. O injetor

foi equipado com septo Merlin Microseal® (Merlin Instrument Company, USA). Foi utilizada uma coluna cromatográfica HP-5MS (Agilent J&W GC Columns) com 30 metros de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme de 5% fenilmetilsiloxana. A rampa de temperatura teve início em 40°C por 2 min, então aquecida a 25°C min<sup>-1</sup> até 100°C, aquecida a 5°C min<sup>-1</sup> até 230°C, aquecida a 2°C min<sup>-1</sup> até 270°C onde permaneceu por 5 minutos e por fim aquecida a 5°C min<sup>-1</sup> até 300°C.

Para os HPA o equipamento foi calibrado utilizando uma curva de calibração no limite inferior, abrangendo a faixa de concentração entre 2,5 ng mL<sup>-1</sup> e 500 ng mL<sup>-1</sup> (2,5 ng µL<sup>-1</sup>, 5,0 ng µL<sup>-1</sup>, 25 ng mL<sup>-1</sup>, 50 ng mL<sup>-1</sup>, 250 ng mL<sup>-1</sup> e 500 ng mL<sup>-1</sup>) contendo os 16 HPA prioritários controlados pelo método além do dibenzotiofeno, benzo(e)pireno e perileno. A equação de reta da curva de calibração de cada um dos compostos apresentou coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) superior a 0,99. A quantificação foi baseada na padronização interna. OS HPA alugados foram determinados utilizando-se a curva de calibração do homólogo não alugado. Os limites de detecção do método (LD) foram definidos como 3 vezes o desvio padrão (DP) da quantificação de 7 replicatas de uma amostra (LD = 3 x DP) (WADE e CANTILLO, 1994). O limite de quantificação do método (LQ) foi definido pelo primeiro ponto da curva de calibração. LD e LQ para cada composto foram calculados em relação à massa extraída.

A análise e a quantificação dos PCB e PBDE foi realizada utilizando-se cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-EM Agilent Technologies 6890/5973N) operando em modo de monitoramento seletivo de íons (SIM), seguindo o disposto no protocolo USEPA 8270.

Para os PCB e PBDE a temperatura no injetor e na interface foi programada em 280°C e a temperatura na fonte de íons foi programada em 300°C. Foi utilizada uma coluna cromatográfica HP-5MS (Agilent J&W GC columns) com 30 metros de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme de 5% fenilmetilsiloxana. A rampa de temperatura do forno do cromatógrafo teve início em 75°C mantida por 3 min, aquecida até 150°C a taxa de 15°C min<sup>-1</sup>, então aquecida a 260°C a taxa de 2°C min<sup>-1</sup> e



por fim aquecida a 300°C a taxa de 10°C min<sup>-1</sup> onde permaneceu constante durante 10 minutos.

Para os PCB e PBDE o equipamento foi calibrado utilizando uma curva de calibração abrangendo a faixa de concentração entre 1 ng mL<sup>-1</sup> e 200 ng mL<sup>-1</sup> (1 ng mL<sup>-1</sup>, 5 ng mL<sup>-1</sup>, 10 ng mL<sup>-1</sup>, 20 ng mL<sup>-1</sup>, 50 ng mL<sup>-1</sup>, 80 ng mL<sup>-1</sup>, 100 ng mL<sup>-1</sup>, 150 ng mL<sup>-1</sup> e 200 ng mL<sup>-1</sup>) contendo todos os compostos analisados. A equação de reta da curva de calibração de cada um dos compostos apresentou coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) superior a 0,99. A quantificação foi baseada na padronização interna. Os limites de detecção do método (LD) foram definidos como 3 vezes o desvio padrão (DP) da quantificação de 7 replicatas de uma amostra (LD = 3 x DP) (WADE e CANTILLO, 1994). O limite de quantificação do método (LQ) foi definido pelo primeiro ponto da curva de calibração. LD e LQ para cada composto foram calculados em relação à massa extraída.

A análise e a quantificação dos pesticidas organoclorados foi realizada utilizando cromatografia gasosa acoplada a detector de captura de elétrons (CG-DCE) seguindo o disposto no protocolo USEPA 8081B.

Para os pesticidas organoclorados a temperatura no injetor e na interface foi programada em 300°C. Foi utilizada uma coluna cromatográfica HP-5MS (Agilent J&W GC columns) com 30 metros de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme de 5% fenilmetilsiloxana. A rampa de temperatura do forno do cromatógrafo teve início em 60°C, sendo aquecida para 150°C a taxa de 5°C min<sup>-1</sup> e mantida por 5 min, aquecida para 200°C a 1°C min<sup>-1</sup> e por fim aquecida até 300°C a taxa de 8°C min<sup>-1</sup> onde permaneceu constante durante 4,5 minutos.

Para os pesticidas o equipamento foi calibrado utilizando uma curva abrangendo a faixa de concentração entre 1 ng mL<sup>-1</sup> e 200 ng mL<sup>-1</sup> (1 ng mL<sup>-1</sup>, 5 ng mL<sup>-1</sup>, 10 ng mL<sup>-1</sup>, 20 ng mL<sup>-1</sup>, 50 ng mL<sup>-1</sup>, 80 ng mL<sup>-1</sup>, 100 ng mL<sup>-1</sup>, 150 ng mL<sup>-1</sup> e 200 ng mL<sup>-1</sup>) contendo todos os compostos analisados. A equação de reta da curva de calibração de cada um dos compostos apresentou coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) superior a 0,99. A quantificação foi baseada

na padronização interna. Os limites de detecção do método (LD) foram definidos como 3 vezes o desvio padrão (DP) da quantificação de 7 replicatas de uma amostra ( $LD = 3 \times DP$ ) (WADE e CANTILLO, 1994). O limite de quantificação do método (LQ) foi definido pelo primeiro ponto da curva de calibração. LD e LQ para cada composto foram calculados em relação à massa extraída.

### Controle de Qualidade

Para o controle de qualidade das análises foram analisados, juntamente com cada batelada de extração de amostras, um branco (sulfato de sódio), um branco e uma amostra fortificados, ou seja, acrescidos dos compostos de interesse, HPA  $50 \text{ ng g}^{-1}$ , pesticidas, PCB e PBDE  $10 \text{ ng g}^{-1}$ , peso úmido. Foram realizadas também, periodicamente, as análises de materiais de referência para HPA (NIST, SRM 2974a, Organics in Freeze-Dried Mussel Tissue - *Mytilus edulis*) e para pesticidas, PCB e PBDE (NIST, SRM 1945, Organics in Whale Blubber).

Foram considerados válidos os resultados das amostras em que a recuperação dos padrões sub-rogados e a recuperação dos compostos adicionadas aos brancos e às amostras fortificadas estiveram entre 45 e 120%. As amostras cujas recuperações dos compostos estiveram fora dessa faixa foram reanalisadas. A análise dos materiais de referência têm demonstrado a precisão e exatidão do método analítico empregado.

## V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises nos tecidos dos organismos marinhos foram separados por classes de contaminantes (HPA e POP) e dentro dessa separação foram feitos os demais agrupamentos. Todos os resultados estão apresentados em  $\text{ng g}^{-1}$  de peso úmido. Os laudos das análises são apresentados em anexo.

### V.1 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

São descritos a seguir os resultados das análises de HPA nas amostras do PMP-BS, Fase 1 e Fase 2 e PMC.

### V.1.1 Mamíferos Marinhos – PMP-BS

#### Pinípedes

Foram analisados HPA em 10 amostras de tecidos de *Arctocephalus australis*, sendo 7 amostras de tecido hepático e 3 amostras de tecido adiposo, retiradas de 7 indivíduos, 3 fêmeas e 4 machos.

Em apenas uma amostra de tecido hepático, de uma fêmea juvenil coletada pela R3 Animal em Florianópolis, foram quantificados HPA, especificamente naftaleno, na concentração de  $15,64 \text{ ng g}^{-1}$  em peso úmido, o que pode ser considerada uma concentração baixa.

Nas revisões bibliográficas realizadas por SANSEVERINO e MENICONI (2014) e por BÍCEGO et al. (2018) foram encontradas em amostras de tecido hepático de pinípedes concentrações de HPA que variaram entre <LD a  $1084 \text{ ng g}^{-1}$  (FOSSI et al., 1997).

Na **Tabela V.1** é apresentada a identificação e detalhes das amostras de pinípedes analisadas e os resultados da análise de HPA.

**Tabela V.1** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de pinípedes. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
UNIVILLE	20022	<i>A. australis</i>	FIG	F	Filhote	<LD	<LD	<LD	<LD	77	1,6
UNIVALI	31231	<i>A. australis</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	73	2,8
UNIVALI	31550	<i>A. australis</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	75	1,2
R3 Animal	31789	<i>A. australis</i>	FIG	F	Juvenil	15,6	15,6	<LD	100	74	2,8
UDESC	29428	<i>A. australis</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	73	7,6
UDESC	29428	<i>A. australis</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	82	0,4
UDESC	48976	<i>A. australis</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	77	0,8
UDESC	48976	<i>A. australis</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	87	1,6
UDESC	56823	<i>A. australis</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	71	0,8
UDESC	56823	<i>A. australis</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	27	46,0

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$

FIG = Tecido hepático

M = Macho

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$

TCA = Tecido adiposo

F = Fêmea

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

#### Misticetos

Foram analisados HPA em 3 amostras de tecidos coletados de 2 misticetos juvenis, 1 *Balaenoptera acutorostrata*, de onde foi retirada uma amostra de tecido hepático e uma de tecido adiposo e 1 *Megaptera novaeangliae* de onde foi retirada uma amostra de tecido adiposo.

Na amostra de tecido adiposo da *B. acutorostrata*, de uma fêmea juvenil coletada no Paraná pela UFPR, foi quantificado naftaleno na concentração de  $53,56 \text{ ng g}^{-1}$  em peso úmido. Nas demais amostras não foram detectados HPA. As concentrações de HPA em tecidos de tecido adiposo e hepático de mysticetos reportados nas revisões bibliográficas realizadas por SANSEVERINO e MENICONI (2015) e por BÍCEGO et al. (2018) variaram entre 210 e  $83.663 \text{ ng g}^{-1}$  em peso úmido, de forma que a concentração encontrada no presente trabalho é relativamente baixa.

Na **Tabela V.2** é apresentada a identificação e detalhes das amostras de mysticetos analisadas e os resultados da análise de HPA.

**Tabela V.2** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de mysticetos. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lípidios (%)
CTA	59148	<i>M. Novaeangliae</i>	TCA	I	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	16	56,8
UFPR	49052	<i>B. Acutorostrata</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	76	5,2
UFPR	49052	<i>B. Acutorostrata</i>	TCA	F	Juvenil	53,6	53,6	<LD	100	14	39,6

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$

FIG = Tecido hepático

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$

TCA = Tecido adiposo

I = Indefinido

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

## Odontocetos

Foram analisados HPA em 86 amostras de tecidos de odontocetos, sendo 46 amostras de tecido hepático e 40 amostras de tecido adiposo que foram retiradas de 47 indivíduos, 24 fêmeas e 23 machos.

As concentrações totais de HPA nas 46 amostras de tecido hepático variaram, em peso úmido, entre <LQ e  $1295,04 \text{ ng g}^{-1}$ , enquanto que nas 40 amostras de tecido adiposo as concentrações totais de HPA variaram entre <LQ e  $2074,40 \text{ ng g}^{-1}$ . Em apenas 18 dessas 86 amostras, sendo 10 de tecido adiposo e 8 de tecido hepático, foram quantificados HPA. O naftaleno foi o único HPA detectado em 13 das 18 amostras com concentração de HPA superior ao LQ. Com exceção de uma amostra de tecido hepático e uma amostra de tecido adiposo de *T. truncatus* coletadas no Paraná, as concentrações totais de HPA foram inferiores a  $166 \text{ ng g}^{-1}$ , concentrações que podem ser consideradas relativamente baixas, considerando as

concentrações de HPA descritas para odontocetos nas revisões bibliográficas realizadas por SANSEVERINO e MENICONI (2015) e por BÍCEGO et al. (2018).

Das 18 amostras onde foram quantificados HPA, 12 são de animais machos e 6 de fêmeas, sendo 10 amostras de tecido adiposo e 8 de tecido hepático. Uma vez que em 79% das amostras não foram detectados HPA e que as 18 amostras onde os HPA foram quantificados tem concentrações similares e estão distribuídas entre: Saquarema e Paraty, RJ (6 amostras), Ubatuba e São Sebastião, SP (4 amostras), Bertioga e São Vicente, SP (1 amostra) e Guarequeçaba e Guaratuba, PR (7 amostras), não se observa relação entre as concentrações de HPA encontradas nos tecidos dos odontocetos com o local de coleta.

Na **Tabela V.3** é apresentado o intervalo das concentrações de HPA nos tecidos de cada espécie. Nas **Tabelas V.4 a V.10** são apresentadas a identificação e detalhes das amostras de odontocetos analisadas e os resultados da análise de HPA.

**Tabela V.3** – Intervalo de concentração de HPA nas amostras de odontocetos. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Espécie / Intervalo de concentração	nº de indivíduos	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	HPA leves* (%)
<i>Sotalia guianensis</i>	21	<LD - 112,2	<LD - 112,2	<LD	100
<i>Stenella longirostris</i>	2	<LD	<LD	<LD	-
<i>Stenella frontalis</i>	2	<LD	<LD	<LD	-
<i>Phocoena dioptrica</i>	1	<LD	<LD	<LD	-
<i>Pontoporia blainvillei</i>	17	<LD - 166,0	<LD - 154,2	<LD - 11,8	53- 100
<i>Steno bredanensis</i>	1	<LD	<LD	<LD	-
<i>Tursiops truncatus</i>	3	<LD - 2074,4	<LD - 2038,3	<LD - 36,1	73-100

\* Considerando apenas as amostras onde os HPA foram detectados

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$

LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$

**Tabela V.4** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Sotalia guianensis*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
REMAS	47029	<i>S. guianensis</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	74	1,2
REMAS	47029	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	21	41,2
REMAS	52476	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	74	2,4
REMAS	52476	<i>S. guianensis</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	15	39,6
REMAS	58347	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	Adulto	11,0	<LD	11,0	<LD	30	34,4
REMAS	58347	<i>S. guianensis</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	74	4,0
REMAS	65420	<i>S. guianensis</i>	TCA	M	Filhote	17,6	17,6	<LD	100	13	53,6
REMAS	65420	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	Filhote	18,3	18,3	<LD	100	76	6,0
REMAS	71132	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	Filhote	<LD	<LD	<LD	<LD	73	5,6
REMAS	71132	<i>S. guianensis</i>	TCA	M	Filhote	<LD	<LD	<LD	<LD	10	48,0
REMAS	71885	<i>S. guianensis</i>	TCA	M	I	15,3	15,3	<LD	100	16	46,0
REMAS	71885	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	I	19,8	19,8	<LD	100	74	3,6
REMAS	71886	<i>S. guianensis</i>	FIG	F	Juvenil	19,1	19,1	<LD	100	11	23,2
REMAS	71886	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	Juvenil	<LQ	<LD	<LD	<LD	72	14,0
Argonauta	38723	<i>S. guianensis</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	72	24,0
Argonauta	38723	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	18	45,2
Argonauta	47893	<i>S. guianensis</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	70	6,4
Argonauta	47893	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	51	3,2
GREMAR	34148	<i>S. guianensis</i>	FIG	F	Adulto	27,5	27,5	<LD	100	73	0,4
GREMAR	34148	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	17	34,0
IPeC	47084	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	71	15,6
IPeC	47084	<i>S. guianensis</i>	TCA	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	34	31,2
IPeC	16616	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	76	7,6
UFPR	16616	<i>S. guianensis</i>	TCA	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	22	36,4
UFPR	17222	<i>S. guianensis</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	64	4,0
UFPR	17222	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	15	34,8
UFPR	18462	<i>S. guianensis</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	34	12,0
UFPR	18462	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	51	2,4
UFPR	27970	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	65	2,8
UFPR	17641	<i>S. guianensis</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	73	1,6
UFPR	32379	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	Juvenil	112,2	112,2	<LD	100	38	18,0
UFPR	32379	<i>S. guianensis</i>	TCA	M	Juvenil	25,2	25,2	<LD	100	73	2,8
UFPR	48293	<i>S. guianensis</i>	TCA	M	Adulto	31,4	31,4	<LD	100	65	35,2
UFPR	48293	<i>S. guianensis</i>	FIG	M	Adulto	34,2	34,2	<LD	100	75	9,6
UFPR	50052	<i>S. guianensis</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	76	2,4
UFPR	50052	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	20	35,6
UNIVILLE	17641	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	25	14,4
UNIVILLE	28068	<i>S. guianensis</i>	TCA	F	I	<LD	<LD	<LD	<LD	18	7,6

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

TCA = Tecido adiposo

F = Fêmea

M = Macho

I = Indefinido

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.5** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Stenela longirostris*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
UNIVILLE	30983	<i>S. Longirostris</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	70	2,4
UNIVALI	43813	<i>S. Longirostris</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	61	1,6

Concentrações de HPA em peso úmido  
LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$       FIG = Tecido hepático      F = Fêmea  
LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$       M = Macho      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos  
HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.6** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Stenella frontalis*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
Biopescaria	34303	<i>S. Frontallis</i>	FIG	M	Filhote	<LD	<LD	<LD	<LD	67	4,0
Biopescaria	34303	<i>S. Frontallis</i>	TCA	M	Filhote	<LD	<LD	<LD	<LD	55	47,2
IPeC	57200	<i>S. Frontallis</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	75	4,8
IPeC	57200	<i>S. Frontallis</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	19	37,6

Concentrações de HPA em peso úmido  
LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$       FIG = Tecido hepático      M = Macho  
LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$       TCA = Tecido adiposo      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos  
HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.7** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Phocoena dioptrica*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
UNIVALI	47907	<i>P. dioptrica</i>	FIG	M	I	<LD	<LD	<LD	<LD	76	73,8
UNIVALI	47907	<i>P. dioptrica</i>	TCA	M	I	<LD	<LD	<LD	<LD	98	28,8

Concentrações de HPA em peso úmido  
LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$       FIG = Tecido hepático      I = Indefinido  
LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$       TCA = Tecido adiposo      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos  
HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos



**Tabela V.8** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Pontoporia blainvillei*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
Argonauta	36781	<i>P. blainvillei</i>	FIG	F	Filhote	<LD	<LD	<LD	<LD	74	25,2
Argonauta	36781	<i>P. blainvillei</i>	TCA	F	Filhote	<LD	<LD	<LD	<LD	3	60,8
Argonauta	39330	<i>P. blainvillei</i>	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	<LD	75	0,8
Argonauta	39330	<i>P. blainvillei</i>	TCA	F	I	<LD	<LD	<LD	<LD	23	44,4
Argonauta	41612	<i>P. blainvillei</i>	TCA	M	Juvenil	31,9	31,9	<LD	60	8	50,0
Argonauta	41612	<i>P. blainvillei</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	74	5,2
Argonauta	41613	<i>P. blainvillei</i>	TCA	M	Adulto	23,9	15,7	<LD	100	12	54,8
Argonauta	41613	<i>P. blainvillei</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	74	1,6
Argonauta	41614	<i>P. blainvillei</i>	FIG	M	Juvenil	15,7	15,7	<LD	100	72	1,2
Argonauta	41614	<i>P. blainvillei</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	18	42,4
Argonauta	50174	<i>P. blainvillei</i>	TCA	M	Adulto	166,0	154,2	11,8	53	9	63,6
Argonauta	50174	<i>P. blainvillei</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	73	4,0
Argonauta	63212	<i>P. blainvillei</i>	TCA	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	19	34,8
Argonauta	63212	<i>P. blainvillei</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	76	3,2
BIOESCA	35996	<i>P. blainvillei</i>	FIG	F	Filhote	<LD	<LD	<LD	<LD	75	8,8
BIOESCA	35996	<i>P. blainvillei</i>	TCA	F	Filhote	<LD	<LD	<LD	<LD	20	46,4
BIOESCA	43806	<i>P. blainvillei</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	76	0,4
BIOESCA	43806	<i>P. blainvillei</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	20	63,2
BIOESCA	44935	<i>P. blainvillei</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	74	0,4
BIOESCA	44935	<i>P. blainvillei</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	20	33,6
BIOESCA	44952	<i>P. blainvillei</i>	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	<LD	8	63,6
BIOESCA	44952	<i>P. blainvillei</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	76	2,0
BIOESCA	64503	<i>P. blainvillei</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	74	2,8
IPeC	35235	<i>P. blainvillei</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	68	9,2
IPeC	35235	<i>P. blainvillei</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	2	49,2
IPeC	35656	<i>P. blainvillei</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	74	4,0
IPeC	35656	<i>P. blainvillei</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	11	26,8
IPeC	35695	<i>P. blainvillei</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	72	4,0
IPeC	35695	<i>P. blainvillei</i>	TCA	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	18	31,6
UFPR	49053	<i>P. blainvillei</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	73	6,4
UFPR	49053	<i>P. blainvillei</i>	TCA	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	14	55,2
UDESC	41943	<i>P. blainvillei</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	75	0,4

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

TCA = Tecido adiposo

F = Fêmea

M = Macho

I = Indefinido

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.9** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Steno bredanensis*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	50484	<i>S. bredanensis</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	74	0,4
CTA	50484	<i>S. bredanensis</i>	TCA	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	58	21,6

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

TCA = Tecido adiposo

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.10** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Tursiops truncatus*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
UFPR	31914	<i>T. truncatus</i>	FIG	F	Juvenil	1295,0	1260,7	34,4	73	72	6,8
UFPR	31914	<i>T. truncatus</i>	TCA	F	Juvenil	143,8	143,8	<LD	100	26	24,8
UFPR	31915	<i>T. truncatus</i>	TCA	F	Adulto	2074,4	2038,3	36,1	74	77	0,8
UFPR	31915	<i>T. truncatus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	<LD	76	0,4
UDESC	61639	<i>T. truncatus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	72	2,0
UDESC	61639	<i>T. truncatus</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	<LD	12	34,4

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$ LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$ 

FIG = Tecido hepático

TCA = Tecido adiposo

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

De forma a avaliar uma possível preferência de acumulação de HPA no tecido hepático ou no tecido adiposo dos mamíferos, foram isolados os animais onde houve a coleta tanto do tecido hepático quanto do tecido adiposo e que em pelo menos um desses tecidos foram quantificados HPA. Na **Tabela V.11** são apresentados os resultados dessa avaliação.

Nos 14 animais em que houve a coleta de ambos os tecidos, com quantificação de HPA em pelo menos um deles, não se observa de forma clara uma preferência de acumulação em um ou outro tecido, ora os HPA são quantificados apenas no tecido adiposo, ora apenas no hepático. Na maior parte dos casos, quando quantificados em ambos, as concentrações foram similares. Além disso, como mencionado anteriormente, na maioria dessas amostras apenas o naftaleno foi quantificado. É preciso considerar ainda o baixo  $n$  amostral para essa avaliação (14 indivíduos) considerando o total de indivíduos analisados (55 indivíduos).

**Tabela V.11** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de mamíferos, Tecido hepático e adiposo do mesmo animal. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Sexo	Maturidade	Espécie	FIG $\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	TCA $\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )
REMAS	71886	F	Juvenil	<i>Sotalia guianensis</i>	19,1	<LD
REMAS	71885	M	I	<i>Sotalia guianensis</i>	19,8	15,3
REMAS	65420	M	Filhote	<i>Sotalia guianensis</i>	18,3	17,6
REMAS	58347	F	Adulto	<i>Sotalia guianensis</i>	<LD	11,0
Argonauta	41614	M	Juvenil	<i>Pontoporia blainvillei</i>	15,7	<LD
Argonauta	41613	M	Juvenil	<i>Pontoporia blainvillei</i>	<LD	23,9
Argonauta	41612	M	Juvenil	<i>Pontoporia blainvillei</i>	<LD	31,9
Argonauta	50174	M	Juvenil	<i>Pontoporia blainvillei</i>	<LD	166,0
Gremer	34148	F	Adulto	<i>Sotalia guianensis</i>	27,5	<LD
UFPR	48293	M	Adulto	<i>Sotalia guianensis</i>	34,2	31,4
UFPR	32379	M	Juvenil	<i>Sotalia guianensis</i>	112,2	135,7
UFPR	31914	F	Juvenil	<i>Tursiops truncatus</i>	1295,0	143,8
UFPR	31915	F	Adulto	<i>Tursiops truncatus</i>	<LD	2074,4
UFPR	49052	F	Juvenil	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	<LD	53,6

Concentrações de HPA em peso úmido

LD:  $<0,6 \text{ ng g}^{-1}$

M = Macho

I = Indeterminado

LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$

F = Fêmea

### V.1.2 Aves Marinhas – PMP BS

Foram analisados HPA em 191 amostras de tecidos de aves marinhas, sendo 171 amostras de tecido hepático e 20 amostras de tecido adiposo que foram retiradas de 172 indivíduos, 101 fêmeas e 68 machos, além de 3 com o sexo indefinido.

As concentrações totais de HPA nas amostras de tecido hepático variaram, em peso úmido, entre <LD e  $8179,36 \text{ ng g}^{-1}$ , enquanto que nas amostras de tecido adiposo as concentrações totais de HPA variaram entre <LD e  $139,84 \text{ ng g}^{-1}$ . Os HPA foram quantificados em apenas 21 das 191 amostras, 5 de tecido adiposo e 16 de tecido hepático, sendo 9 amostras pertencentes a animais machos e 12 provenientes de fêmeas. O naftaleno foi o único HPA detectado em 15 das 21 amostras com concentração de HPA superior ao LD. Com exceção de três amostras de tecido hepático coletadas no Paraná, uma de *Larus dominicanus*, uma de *Sula leucogaster* e uma de *Phalacrocorax brasilianus*, as demais amostras apresentaram concentrações totais de HPA inferiores a  $140 \text{ ng g}^{-1}$  em peso úmido, que podem ser consideradas

relativamente baixas, considerando as concentrações de HPA descritas para odontocetos nas revisões bibliográficas realizadas por SANSEVERINO e MENICONI (2015) e por BÍCEGO et al. (2018).

Uma vez que em 89% das amostras não foram quantificados HPA e que as 21 amostras onde os HPA foram quantificados tem concentrações similares e estão distribuídas entre: Saquarema e Paraty, RJ (3 amostras), Ubatuba e São Sebastião, SP (2 amostras), Guarequeçaba e Guaratuba, PR (12 amostras), Florianópolis, SC (2 amostras) e Imbituba e Laguna, SC (2 amostras), não se observa relação entre as concentrações de HPA encontradas nos tecidos das aves com o local de coleta.

Na **Tabela V.12** é apresentado o intervalo das concentrações de HPA nos tecidos de cada espécie.. Nas **Tabelas V.12 a V.31** são apresentadas a identificação e detalhes das amostras de aves marinhas analisadas e os resultados da análise de HPA.

**Tabela V.12** – Intervalo de concentração de HPA nas amostras de aves marinhas. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Espécie / Intervalo de concentração	nº de indivíduos	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	HPA leves* (%)
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	3	<LD	<LD	<LD	-
<i>Pterodroma mollis</i>	1	<LD	<LD	<LD	-
<i>Charadrius semipalmatus</i>	1	<LD	<LD	<LD	-
<i>Calonectris diomedea</i>	4	<LD	<LD	<LD	-
<i>Puffinus gravis</i>	2	<LD	<LD	<LD	-
<i>Macronectes giganteus</i>	1	<LD	<LD	<LD	-
<i>Oceanites oceanicus</i>	1	<LD	<LD	<LD	-
<i>Thalassarche melanophrys</i>	2	<LD	<LD	<LD	-
<i>Ardea alba</i>	4	<LD	<LD	<LD	-
<i>Thalasseus acutiflavus</i>	1	<LD	<LD	<LD	-
<i>Sterna hirundo</i>	2	<LD	<LD	<LD	-
<i>Sula leucogaster</i>	12	<LD - 8179,4	<LD - 7743,1	<LD - 1015,8	95 - 100
<i>Puffinus puffinus</i>	29	<LD - 67,8	<LD - 67,8	<LD	100
<i>Larus dominicanus</i>	33	<LD - 2617,0	<LD - 2520,4	<LD - 96,6	74 a 100
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	9	<LD - 701,6	<LD - 701,6	<LD	100
<i>Fregata magnificens</i>	5	<LD - 48,9	<LD - 48,9	<LD	100
<i>Egretta thula</i>	1	23,6	23,6	<LD	100
<i>Nycticorax nycticorax</i>	5	<LD - 25,3	<LD - 25,3	<LD	100
<i>Spheniscus magellanicus</i>	56	<LD - 98,8	<LD - 50,9	<LD - 47,8	52 - 100

\* Considerando apenas as amostras onde os HPA foram detectados

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$ LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$ **Tabela V.13** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Procellaria aequinoctialis*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
IPeC	47357	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	2,8
UNIVILLE	21756	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	72	0,8
Univali	47027	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	2,0

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$ LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$ 

FIG = Tecido hepático

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.14** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Pterodroma mollis*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
Univille	45034	<i>Pterodroma mollis</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	69	4,8

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$ LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$ 

FIG = Tecido hepático

M = Macho

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.15** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Charadrius semipalmatus*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
UFPR	29236	<i>Charadrius semipalmatus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	68	2,0
Concentrações de HPA em peso úmido											
LD = $0,6 \text{ ng g}^{-1}$ FIG = Tecido hepático      F = Fêmea      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos											
LQ = $9,0 \text{ ng g}^{-1}$ HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos											

**Tabela V.16** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Calonectris diomedea*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
UDESC	48105	<i>Calonectris diomedea</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	4,4
R3 ANIMAL	47478	<i>Calonectris diomedea</i>	FIG	M	I	<LD	<LD	<LD	-	82	4,8
R3 ANIMAL	47668	<i>Calonectris diomedea</i>	FIG	M	I	<LD	<LD	<LD	-	70	0,4
BIOPECA	36346	<i>Calonectris diomedea</i>	FIG	M	I	<LD	<LD	<LD	-	72	6,4
Concentrações de HPA em peso úmido											
LD = $0,6 \text{ ng g}^{-1}$ FIG = Fígado      M = Macho      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos											
LQ = $9,0 \text{ ng g}^{-1}$ I = Indeterminado      HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos											

**Tabela V.17** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Puffinus gravis*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
UDESC	41942	<i>Puffinus gravis</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	74	0,4
R3 ANIMAL	29740	<i>Puffinus gravis</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	72	2,0
Concentrações de HPA em peso úmido											
LD = $0,6 \text{ ng g}^{-1}$ FIG = Tecido hepático      M = Macho      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos											
LQ = $9,0 \text{ ng g}^{-1}$ HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos											

**Tabela V.18** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Macronectes giganteus*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
R3 ANIMAL	31115	<i>Macronectes giganteus</i>	FIG	I	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	4,8
Concentrações de HPA em peso úmido											
LD = $0,6 \text{ ng g}^{-1}$ FIG = Tecido hepático      I = Indeterminado      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos											
LQ = $9,0 \text{ ng g}^{-1}$ HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos											

**Tabela V.19** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Oceanites oceanicus*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
R3 ANIMAL	29812	<i>Oceanites oceanicus</i>	FIG	M	I	<LD	<LD	<LD	-	70	4,4

Concentrações de HPA em peso úmido  
LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$       FIG = Tecido hepático      M = Macho      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos  
LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$       I = Indeterminado      HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.20** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Thalassarche melanophris*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
R3 ANIMAL	29739	<i>Thalassarche melanophris</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	5,2
Biopesca	42683	<i>Thalassarche melanophris</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	6,8

Concentrações de HPA em peso úmido  
LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$       FIG = Tecido hepático      F = Fêmea      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos  
LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$       HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.21** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Ardea alba*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	45034	<i>Ardea alba</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	72	2,4
CTA	46378	<i>Ardea alba</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	2,0
CTA	47998	<i>Ardea alba</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	72	11,6
CTA	60042	<i>Ardea alba</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	67	5,6

Concentrações de HPA em peso úmido  
LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$       FIG = Tecido hepático      F = Fêmea      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos  
LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$       M = Macho      HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.22** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Thalasseus acutiflavus*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
IPeC	46389	<i>Thalasseus acutiflavus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	74	11,6

Concentrações de HPA em peso úmido  
LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$       FIG = Tecido hepático      M = Macho      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos  
LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$       HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos



**Tabela V.23** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Sterna hirundo*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	62242	<i>Sterna hirundo</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	74	1,6
UNIVALI	25470	<i>Sterna hirundo</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	40	3,6

Concentrações de HPA em peso úmido  
LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$       FIG = Tecido hepático      M = Macho      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos  
LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$       F = Fêmea      HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.24** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Sula Leucogaster*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	63800	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	M	Juvenil	29,7	<LD	<LD	100	74	3,6
CTA	48605	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	74	3,6
Argonauta	45114	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	2	49,2
Biopesca	35995	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	3,2
Biopesca	40418	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	1,2
Biopesca	35955	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	70	0,8
UFPR	48014	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	F	Juvenil	64,4	64,4	<LD	100	69	5,6
UFPR	48014	<i>Sula leucogaster</i>	TCA	F	Juvenil	87,7	87,7	<LD	100	21	51,6
UFPR	32795	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	M	Adulto	8179,4	7743,1	1015,8	57	75	2,0
UFPR	38982	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	70	14,0
UFPR	38982	<i>Sula leucogaster</i>	TCA	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	7	82,0
UNIVILLE	40186	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	10,8
R3 Animal	53317	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	I	Juvenil	<LQ	<LQ	<LD	-	72	4,0
UDESC	50753	<i>Sula leucogaster</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	38	2,4
UDESC	50753	<i>Sula leucogaster</i>	TCA	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	72	34,8

Concentrações de HPA em peso úmido  
LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$       FIG = Tecido hepático      F = Fêmea      HPA leves = 2-3 anéis aromáticos  
LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$       TCA = Tecido adiposo      M = Macho      HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos  
I = Indeterminado

**Tabela V.25** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Puffinus puffinus*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	65426	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	75	6,4
CTA	71684	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	3,6
CTA	70747	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	72	5,2
CTA	70742	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	74	1,6
CTA	69141	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	71	3,6
Argonauta	65329	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	2,8
Biopescaria	52456	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	2,0
Biopescaria	34470	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	67	2,8
Biopescaria	47068	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	2,8
Biopescaria	43925	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	3,2
UFPR	57543	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	1,6
UFPR	56177	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	69	0,8
UFPR	32390	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Adulto	67,8	67,8	<LD	100	73	3,2
UFPR	56796	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	0,4
UNIVILLE	24971	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	67	2,4
UNIVILLE	24675	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	69	1,6
UNIVILLE	24663	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	71	2,0
UNIVILLE	24627	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	69	2,0
UNIVILLE	22275	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	68	2,4
UNIVILLE	21566	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	2,8
UNIVILLE	22706	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	1,6
UNIVILLE	22445	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	70	2,4
UNIVALI	26015	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	55	1,2
UNIVALI	25485	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	51	1,6
R3 Animal	65681	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Adulto	<LQ	<LQ	<LQ	-	89	3,6
R3 Animal	63446	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Adulto	<LQ	<LQ	<LQ	-	75	5,2
R3 Animal	52971	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Juvenil	<LQ	<LQ	<LQ	-	70	3,2
UDESC	52665	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	74	2,8
UDESC	41965	<i>Puffinus puffinus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	71	4,4

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

M = Macho

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.26** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Larus dominicanus*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	62627	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	8,8
Argonauta	37442	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	54,1	40,3	13,8	0	76	4,0
Argonauta	37442	<i>Larus dominicanus</i>	TCA	F	Adulto	22,4	22,4	<LD	100	15	41,6
BIOPESCA	34314	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	67	4,4
BIOPESCA	34314	<i>Larus dominicanus</i>	TCA	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	10	70,0
IPeC	55597	<i>Larus dominicanus</i>	TCA	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	7	58,0
IPeC	55597	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	0,8
UFPR	18013	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	52	3,2
UFPR	38978	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	10,8
UFPR	43281	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	5,6
UFPR	31879	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Juvenil	65,3	65,3	<LD	100	76	4,0
UFPR	32282	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Juvenil	44,6	44,6	<LD	100	76	0,8
UFPR	32294	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	74	2,4
UFPR	32352	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	2617,0	2520,4	96,6	65	78	3,6
UFPR	32379	<i>Larus dominicanus</i>	TCA	F	Adulto	25,1	25,1	<LD	100	38	18,0
UFPR	32701	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	69	12,8
UFPR	40945	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Juvenil	67,2	67,2	<LD	100	76	0,8
UNIVILLE	23844	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	48	6,0
UNIVILLE	29846	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	76	2,0
UNIVILLE	29987	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	71	4,0
UNIVILLE	37417	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	78	3,6
UNIVILLE	40185	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	72	0,4
UNIVILLE	41892	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	76	4,4
UNIVALI	27857	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	70	3,2
UNIVALI	27857	<i>Larus dominicanus</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	5	66,4
UNIVALI	27909	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	71	3,6
UNIVALI	27909	<i>Larus dominicanus</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	18	52,4
UNIVALI	30797	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	69	4,0
UNIVALI	30797	<i>Larus dominicanus</i>	TCA	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	7	65,2
UNIVALI	40299	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	68	9,6
UNIVALI	40299	<i>Larus dominicanus</i>	TCA	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	7	72,8
R3 Animal	44542	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	71	5,2
R3 Animal	45388	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	68	4,8
R3 Animal	46625	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	70	1,6
R3 Animal	48296	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	66	5,2
R3 Animal	53304	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Juvenil	<LQ	<LQ	<LD	-	74	2,4
R3 Animal	61863	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	M	I	17,9	17,9	<LD	100	69	6,0
UDESC	41966	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	68	10,8
UDESC	41966	<i>Larus dominicanus</i>	TCA	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	71	6,0
UDESC	47075	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	2,4
UDESC	50705	<i>Larus dominicanus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	69	6,0

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

TCA = Tecido adiposo

F = Fêmea

M = Macho

I = Indeterminado

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.27** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Phalacrocorax brasilianus*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	46482	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	0,1
CTA	46687	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	71	0,1
CTA	44410	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	77	0,8
CTA	46692	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	1,6
IPeC	44881	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	75	11,2
UFPR	23707	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	FIG	M	I	<LD	<LD	<LD	-	70	1,6
UFPR	23707	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	TCA	M	I	<LD	<LD	<LD	100	29	58,8
UFPR	37000	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	100	71	7,6
UFPR	44136	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	FIG	M	Juvenil	701,6	701,6	<LD	90	71	8,8
UFPR	44136	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	TCA	M	Juvenil	139,8	139,8	<LD	100	18	60,4
UNIVALI	48749	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	69	1,2
UNIVALI	48749	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	8	56,0

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

TCA = Tecido adiposo

M = Macho

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

I = Indeterminado

**Tabela V.28** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Fregata magnificens*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	47367	<i>Fregata magnificens</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	73	4,4
CTA	56630	<i>Fregata magnificens</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	70	3,6
CTA	56630	<i>Fregata magnificens</i>	TCA	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	3	76,4
BIOPESCA	34365	<i>Fregata magnificens</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	53	2,8
UFPR	31977	<i>Fregata magnificens</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	69	9,6
UFPR	31977	<i>Fregata magnificens</i>	TCA	M	Adulto	49,0	49,0	49,0	100	13	98,8
UFPR	56121	<i>Fregata magnificens</i>	FIG	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	68	6,0
UFPR	56121	<i>Fregata magnificens</i>	TCA	M	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	14	70,4

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

TCA = Tecido adiposo

M = Macho

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.29** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Egretta thula*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	65292	<i>Egretta thula</i>	FIG	M	Adulto	23,6	23,6	<LD	100	73	4,4

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

M = Macho

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

TCA = Tecido adiposo

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.30** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Nycticorax nycticorax*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	48045	<i>Nycticorax nycticorax</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	72	1,2
CTA	50535	<i>Nycticorax nycticorax</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	74	1,2
CTA	52628	<i>Nycticorax nycticorax</i>	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	-	76	8,4
CTA	54941	<i>Nycticorax nycticorax</i>	FIG	M	Adulto	25,3	25,3	<LD	100	69	2,4
CTA	63090	<i>Nycticorax nycticorax</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	0,4

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$

FIG = Tecido hepático

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$

TCA = Tecido adiposo

M = Macho

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

I = Indeterminado

**Tabela V.31** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Spheniscus magellanicus*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
GREMAR	40177	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	1,6
BIOPESCA	36011	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	12,4
BIOPESCA	36027	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	2,0
IPeC	35663	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	2,8
UFPR	19594	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	50	2,0
UFPR	31955	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	3,6
UFPR	34163	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Adulto	<LD	<LD	<LD	-	72	8,8
UNIVILLE	23286	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	2,8
UNIVILLE	19432	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	70	3,2
UNIVILLE	19432	<i>Spheniscus magellanicus</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	1	70,0
UNIVILLE	29254	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	0,4
UNIVILLE	31054	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	4,0
UNIVILLE	40205	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	2,8
UNIVALI	19925	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	59	1,2
UNIVALI	46114	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Filhote	<LD	<LD	<LD	-	78	1,6
UNIVALI	48455	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	2,0
R3 Animal	57579	<i>Spheniscus magellanicus</i>	TCA	F	Juvenil	<LQ	<LQ	<LD	-	16	60,8
R3 Animal	57579	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	16,8	16,8	<LD	100	73	3,2
R3 Animal	30037	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	74	0,4
R3 Animal	30038	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	2,4
R3 Animal	31133	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	0,8
R3 Animal	48546	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	2,4
R3 Animal	50727	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	0,4
R3 Animal	55633	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	0,1
R3 Animal	31113	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	I	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	2,0
R3 Animal	29841	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	3,6
R3 Animal	29843	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	70	2,4
R3 Animal	30040	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	0,8
R3 Animal	31625	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	70	0,4
R3 Animal	31769	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	-	21	2,4
R3 Animal	31788	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	2,4
R3 Animal	45839	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	31	5,2
R3 Animal	47473	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	4,8
R3 Animal	52615	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	6,0
R3 Animal	52903	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	4,4
R3 Animal	53312	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	74	2,0
R3 Animal	53674	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	0,4
R3 Animal	53705	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	71	2,4
R3 Animal	54685	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	3,2
R3 Animal	55328	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	0,4
R3 Animal	55540	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	3,2
R3 Animal	55556	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	4,4
UDESC	29438	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	4,0
UDESC	38682	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	2,0
UDESC	40713	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	I	<LD	<LD	<LD	-	73	3,6
UDESC	44867	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	2,8
UDESC	49890	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	8,4
UDESC	50838	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	2,4
UDESC	40767	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	71	2,4
UDESC	40803	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	2,4
UDESC	40809	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	6,4
UDESC	40844	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	2,0
UDESC	48351	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	8,8
UDESC	49755	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	2,0
UDESC	50017	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	8,4
UDESC	54706	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	1,2
UDESC	49141	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	98,8	50,9	47,8	16	75	5,2
UDESC	47386	<i>Spheniscus magellanicus</i>	FIG	F	Juvenil	21,2	21,2	<LD	100	76	8,4

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

TCA = Tecido adiposo

M = Macho

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

I = Indeterminado

De forma a avaliar uma possível preferência de acumulação de HPA no tecido hepático ou no tecido adiposo das aves, foram isolados os animais onde houve a coleta tanto do tecido hepático quanto do tecido adiposo e que em pelo menos um desses tecidos foram quantificados HPA. Na **Tabela V.32** são apresentados os resultados dessa avaliação.

Apenas em seis animais nos quais houve a coleta de ambos os tecidos foram quantificados de HPA em pelo menos um deles. Da mesma forma que mencionado para os mamíferos, para as aves não se observa um padrão de maior acumulação no tecido hepático ou no tecido adiposo. Além disso, como mencionado anteriormente, na maioria dessas amostras apenas o naftaleno foi quantificado. Deve-se considerar ainda o baixo n amostral para essa avaliação (6 indivíduos) considerando o total de indivíduos analisados (172).

**Tabela V.32** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de aves. Tecido hepático e tecido adiposo do mesmo animal. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Sexo	Maturidade	Espécie	FIG $\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	TCA $\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )
Argonauta	37442	F	Adulto	<i>Larus dominicanus</i>	22,4	54,1
UFPR	57579	F	Juvenil	<i>Spheniscus magellanicus</i>	16,8	<LD
UFPR	32352	F	Adulto	<i>Larus dominicanus</i>	2617,0	25,1
UFPR	48014	F	Juvenil	<i>Sula leucogaster</i>	64,4	87,7
UFPR	44136	M	Juvenil	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	701,6	139,8
R3 ANIMAL	31977	M	Adulto	<i>Fregata magnificens</i>	<LD	49,0

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$  M = Macho

LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$  F = Fêmea



### V.1.3 Tartarugas Marinhas – PMP BS

Foram analisados HPA em 380 amostras de tecidos de tartarugas marinhas, sendo 263 amostras de tecido hepático e 117 amostras de tecido adiposo, que foram retiradas de 263 indivíduos, sendo 3 *Caretta caretta* e 260 *Chelonia mydas*. Desse total, 205 fêmeas e 56 machos, além de 2 indivíduos com o sexo indefinido e praticamente todos juvenis.

As concentrações totais de HPA nas amostras de tecido hepático variaram, em peso úmido, entre <LD e 2789,36 ng g<sup>-1</sup>, enquanto que nas amostras de tecido adiposo as concentrações totais de HPA variaram entre <LD e 790,92 ng g<sup>-1</sup>. Os HPA foram quantificados em apenas 70 dessas 380 amostras, sendo 25 amostras de tecido adiposo e 45 de tecido hepático, pertencentes a 8 animais machos, 59 fêmeas e 3 animais com o sexo indefinido, todos *Chelonia mydas*. O naftaleno foi o único HPA detectado em 42 das 70 amostras com concentração de HPA superior ao LQ. Em 61 das 70 amostras onde foram quantificados os HPA, as concentrações foram inferiores a 200 ng g<sup>-1</sup> em peso úmido, que podem ser consideradas relativamente baixas, conforme as concentrações de HPA descritas para odontocetos nas revisões bibliográficas realizadas por SANSEVERINO e MENICONI (2015) e por BÍCEGO et al. (2018).

Os trechos de praia de coleta das 70 amostras onde os HPA foram quantificados foram: Saquarema e Paraty, RJ (11 amostras), Ubatuba e São Sebastião, SP (24 amostras), Bertioga e São Vicente, SP (1 amostra), Iguape e Cananéia, SP (4 amostras), Guaraqueçaba e Guaratuba, PR (29 amostras), Itapoá a Araquari, SC (1 amostra).

O maior número de amostras com concentrações quantificáveis de HPA foi encontrado no litoral do Paraná, onde foram observadas as maiores concentrações de HPA, e entre Ubatuba e São Sebastião, SP.

Na **Tabela V.33** é apresentado o intervalo das concentrações de HPA nos tecidos de cada espécie. Nas **Tabelas V.34 e V.35** são apresentadas a identificação e detalhes das amostras de tartarugas marinhas analisadas e os resultados da análise de HPA.

**Tabela V.33** – Intervalo de concentração de HPA nas amostras de tartarugas marinhas. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Espécie / Intervalo de concentração	nº de indivíduos	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	HPA leves* (%)
<i>Caretta caretta</i>	3	<LD	<LD	<LD	-
<i>Chelonia mydas</i>	260	<LD - 2789,3	<LD - 2598,4	<LD - 413,6	22-100

\* Considerando apenas as amostras onde os HPA foram detectados

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$

LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$

**Tabela V.34** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Caretta caretta*. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
GREMAR	34033	<i>Caretta caretta</i>	FIG	Fêmea	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	85	6,8
BIOPECA	63808	<i>Caretta caretta</i>	FIG	Fêmea	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	10,0
BIOPECA	63808	<i>Caretta caretta</i>	TCA	Fêmea	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	10	58,4
UFPR	17993	<i>Caretta caretta</i>	FIG	Macho	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	73	4,0
UFPR	17993	<i>Caretta caretta</i>	TCA	Macho	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	11	67,2

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$

FIG = Tecido hepático F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$

TCA = Tecido adiposo M = Macho

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

**Tabela V.35** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Chelonia mydas*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Espécie	Tecido	Sexo	Maturidade	ΣHPA (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA leves (ng g <sup>-1</sup> )	ΣHPA pesados (ng g <sup>-1</sup> )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
CTA	72597	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	30,7	30,7	<LD	100	79	8,8
CTA	72051	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	0,8
CTA	71356	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	19,0	19,0	<LD	100	80	7,6
CTA	71355	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	5,6
CTA	70931	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	1,2
CTA	69146	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	7,2
CTA	69140	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,8
CTA	64487	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	22,2	22,2	<LD	100	83	5,2
CTA	62844	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	5,2
CTA	62531	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	6,0
CTA	62185	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,0
CTA	62106	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	2,4
CTA	61661	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	5,6
CTA	61470	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	0,8
CTA	61181	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	35,8	35,8	<LD	100	78	10,8
CTA	61179	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,4
CTA	60203	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	1,2
CTA	60035	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,4
CTA	59889	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	0,8
CTA	59661	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	86	2,0
CTA	59175	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	3,2
CTA	58920	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	6,0
CTA	58920	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	86	2,8
CTA	58617	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	I	Juvenil	21,2	21,2	<LD	100	77	6,8
CTA	58617	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	I	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,4
CTA	58528	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	6,0
CTA	58504	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	4,0
CTA	57702	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	4,4
CTA	57071	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	8,4
CTA	57071	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	25	61,2
CTA	56943	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	2,8
CTA	56943	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	85	12,4
CTA	56903	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	5,6
CTA	56903	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	40	43,6
CTA	56781	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	4,8
CTA	56781	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	86	0,4
CTA	56509	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	98,2	38,5	59,8	0	84	1,2
CTA	56509	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	1,2
CTA	56405	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	-	27	42,8
CTA	56405	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	I	<LD	<LD	<LD	-	78	8,4
CTA	56382	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	3,6
CTA	56382	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	20	38,8
CTA	55984	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,8
CTA	55984	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	13	67,6
CTA	55982	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,4
CTA	55982	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	19	43,6
CTA	55938	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	2,0
CTA	55938	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	31	30,4

**Tabela V.35 – Continuação** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Chelonia mydas*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

CTA	55692	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	2,4
CTA	55623	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	14,0
CTA	55621	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	3,2
CTA	55621	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	11	68,8
CTA	55250	Chelonia mydas	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	-	78	0,8
CTA	55206	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	4,0
CTA	54967	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	38,0
CTA	54967	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	85	3,6
CTA	54955	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	72,4	63,4	<LD	54	82	7,2
CTA	54949	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,4
CTA	54949	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	40	21,6
CTA	54943	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	3,6
CTA	54939	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	2,8
CTA	54936	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	105,4	47,9	57,4	0	64	3,2
CTA	53610	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	18,0	18,0	<LD	100	82	10,8
CTA	53489	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	1,6
CTA	52642	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	18,0	18,0	<LD	100	71	5,6
CTA	52641	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	425,2	425,2	<LD	100	79	17,6
CTA	52640	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	5,6
CTA	51974	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	1,6
CTA	50440	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	0,8
CTA	48815	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	1,2
CTA	48555	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	2,8
CTA	48124	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	34,8
CTA	47262	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	93	2,4
CTA	47260	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	2,0
CTA	47258	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	3,2
CTA	47256	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	3,2
CTA	47255	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	5,6
CTA	47251	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	24	4,4
CTA	47249	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	5,2
CTA	46646	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	0,8
CTA	46394	Chelonia mydas	FIG	M	I	<LD	<LD	<LD	-	75	0,8
CTA	45977	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	1,2
CTA	45411	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	74	2,8
CTA	44590	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	0,4
CTA	44153	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	1,2
CTA	44151	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	1,2
Argonauta	66064	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	15,3	15,3	<LD	100	78	1,6
Argonauta	64270	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,8
Argonauta	64270	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	91	0,4
Argonauta	63925	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	2,4
Argonauta	63124	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	9,6
Argonauta	60463	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	85	1,2
Argonauta	60178	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	440,4	26,8	413,6	0	80	10,4
Argonauta	60032	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	18,4	18,4	<LD	100	80	1,6
Argonauta	58625	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	1,6
Argonauta	58625	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	96	2,4
Argonauta	58599	Chelonia mydas	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	-	79	2,0
Argonauta	58599	Chelonia mydas	TCA	F	I	<LD	<LD	<LD	-	95	2,0

**Tabela V.35 – Continuação - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Chelonia mydas*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).**

Argonauta	57215	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	181,6	158,2	23,4	49	87	11,2
Argonauta	57215	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	186,1	158,5	27,6	48	81	4,8
Argonauta	57055	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	0,8
Argonauta	56231	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	177,6	155,5	22,1	48	84	4,4
Argonauta	56231	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	202,9	159,7	43,2	44	95	5,2
Argonauta	56140	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	0,4
Argonauta	56140	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	92	0,4
Argonauta	55609	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	15,0	15,0	<LD	100	78	6,4
Argonauta	55166	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	0,4
Argonauta	54246	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	33,4	33,4	<LD	48	78	2,8
Argonauta	54246	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	72,5	72,5	<LD	32	95	3,6
Argonauta	53825	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	4,8
Argonauta	53599	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,8
Argonauta	53595	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	0,4
Argonauta	53595	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	87	0,4
Argonauta	53590	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	34,1	20,7	13,4	0	82	3,2
Argonauta	52851	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	20,3	20,3	<LD	100	78	2,0
Argonauta	52296	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	0,4
Argonauta	52296	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	93	5,6
Argonauta	50211	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	97	0,8
Argonauta	50211	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LQ	<LD	<LD	-	78	4,8
Argonauta	50207	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	0,8
Argonauta	50207	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	92	3,2
Argonauta	50204	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	1,2
Argonauta	50204	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	92	0,4
Argonauta	50191	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	65	4,4
Argonauta	50191	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	95	6,0
Argonauta	50190	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	2,0
Argonauta	50190	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	17,2
Argonauta	50187	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	2,8
Argonauta	50187	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	95	2,0
Argonauta	50173	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	93	1,2
Argonauta	50173	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,8
Argonauta	50171	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	0,4
Argonauta	50171	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	96	0,4
Argonauta	49765	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	6,4
Argonauta	49765	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	92	6,0
Argonauta	49746	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	1,2
Argonauta	49327	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	54	3,6
Argonauta	49327	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	4,8
Argonauta	48424	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	49	6,0
Argonauta	48300	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	6,4
Argonauta	48300	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	93	1,6
Argonauta	48290	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	4,4
Argonauta	48056	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	2,0
Argonauta	48033	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	12,4
Argonauta	48033	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	1,2
Argonauta	47886	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	3,6
Argonauta	47706	<i>Chelonia mydas</i>	FIG	F	Juvenil	178,8	154,8	24,0	48	80	3,6
Argonauta	47706	<i>Chelonia mydas</i>	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	93	7,6

**Tabela V.35 – Continuação** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Chelonia mydas*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Argonauta	47704	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	0,8
Argonauta	45362	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	10,0
Argonauta	42462	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	2,0
Argonauta	42462	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	89	6,8
Argonauta	42450	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	12,0
Argonauta	42450	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,8
Argonauta	42419	Chelonia mydas	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	-	79	0,8
Argonauta	42419	Chelonia mydas	TCA	F	I	<LD	<LD	<LD	-	23	42,0
Argonauta	42164	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	0,8
Argonauta	41643	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	1,2
Argonauta	41636	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	95,8	43,5	52,3	0	81	8,0
Argonauta	40981	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	43,2
Argonauta	40491	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	0,4
Argonauta	39847	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,8
Argonauta	39847	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	45	1,6
Argonauta	39846	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	0,4
Argonauta	39846	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	96	2,8
Argonauta	39797	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	173,6	148,8	24,8	46	80	6,4
Argonauta	39797	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	179,6	156,2	23,4	48	48	3,6
Argonauta	39782	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	0,8
Argonauta	39782	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	0,4
Argonauta	39779	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	1,6
Argonauta	39779	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	87	9,6
Argonauta	39359	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	13,1	13,1	<LD	100	74	4,0
Argonauta	39359	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	0,8
Argonauta	39358	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	0,8
Argonauta	39353	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	56,6	32,5	24,0	22	79	2,0
Argonauta	39335	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	0,4
Argonauta	39334	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	9,0	9,0	<LD	100	83	1,6
Argonauta	39324	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	0,4
Argonauta	39324	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,4
Argonauta	39318	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	4,0
Argonauta	39316	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	4,0
Argonauta	38945	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	2,4
Argonauta	38945	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	7,6
Argonauta	38706	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	6,8
Argonauta	38706	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	95	1,2
Argonauta	38399	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	6,8
Argonauta	38399	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	93	27,2
Argonauta	38288	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	92	0,8
Argonauta	38287	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,8
Argonauta	38287	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	94	2,4
Argonauta	38242	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	47,3	16,0	31,3	0	80	7,2
Argonauta	38164	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	85	2,4
Argonauta	37587	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	4,0
Argonauta	37305	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	1,2
Argonauta	37305	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	86	1,2
Argonauta	37223	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LQ	<LD	<LD	-	85	2,0
Argonauta	37223	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LQ	<LD	<LD	-	95	0,8
Argonauta	37197	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	2,0



**Tabela V.35 – Continuação - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Chelonia mydas*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).**

Argonauta	37197	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	91	0,4
Argonauta	37160	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,8
Argonauta	37160	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	74	18,8
Argonauta	37149	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	7,6
Argonauta	37149	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	2,8
Argonauta	37148	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	12,0
Argonauta	36969	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,8
Argonauta	36798	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	4,8
Argonauta	29940	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	40,7	40,7	<LD	100	82	0,4
Argonauta	29940	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	97	0,4
Argonauta	29939	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	176,7	154,6	22,1	48	93	1,6
Argonauta	29939	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	179,0	151,8	27,2	46	79	6,4
Argonauta	29926	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	191,0	165,0	26,1	49	80	3,2
Biopesca	64154	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	4,0
Biopesca	64154	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	33	44,0
Biopesca	59616	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	86	6,4
Biopesca	58733	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	8,0
Biopesca	49780	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	87	1,6
Biopesca	49751	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	5,2
Biopesca	49372	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	2,4
Biopesca	48280	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	0,4
Biopesca	47987	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	2,4
Biopesca	47987	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	70	27,6
Biopesca	45990	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	4,8
Biopesca	45990	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	69	9,2
Biopesca	45872	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	11,6
Biopesca	45409	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	4,0
Biopesca	45260	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	34	0,4
Biopesca	45260	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	66	15,2
Biopesca	43355	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	1,2
Biopesca	42656	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,4
Biopesca	42656	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	34	30,4
Biopesca	40521	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	2,0
Biopesca	40521	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	6,8
Biopesca	40223	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	2,0
Biopesca	40223	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	67	28,4
Biopesca	36361	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	8,4
Biopesca	36360	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	85	5,2
Biopesca	36351	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	85	7,2
Biopesca	36001	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	97	5,6
Biopesca	36001	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	5,2
Biopesca	35984	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,0
Biopesca	35984	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	90	6,4
Biopesca	35980	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,4
Biopesca	35965	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	5,2
Biopesca	35965	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	67	0,8
Biopesca	35949	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	85	8,4
Biopesca	35949	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	77	14,8
Biopesca	35926	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	6,4
Biopesca	35926	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	92	0,4



**Tabela V.35 – Continuação** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Chelonia mydas*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

Biopesca	34449	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,1
Biopesca	34448	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	2,8
Biopesca	34355	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	1,6
Biopesca	34355	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	88	2,0
Biopesca	34354	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	1,6
Biopesca	34354	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	94	1,2
Biopesca	34353	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	2,8
Biopesca	34345	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	2,4
Biopesca	34345	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	92	2,0
Biopesca	34337	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	0,8
Biopesca	34320	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	5,2
Biopesca	34320	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	44	50,0
Biopesca	34311	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	1,6
Biopesca	34311	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	86	0,8
Biopesca	34297	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	1,2
Biopesca	34294	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	11,6
Biopesca	34294	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	96	1,6
Biopesca	34290	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	1,6
Biopesca	34290	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	67	22,8
Biopesca	33537	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	1,6
Biopesca	30497	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	6,0
Biopesca	30497	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	29	50,4
GREMAR	58628	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	0,4
GREMAR	56516	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	22,0	22,0	<LD	100	81	0,4
IPeC	60113	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	2,0
IPeC	59663	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	86	3,2
IPeC	59663	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	93	1,6
IPeC	57342	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	94	2,4
IPeC	57342	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	3,2
IPeC	57300	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	4,0
IPeC	57259	Chelonia mydas	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	-	84	26,0
IPeC	57015	Chelonia mydas	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	-	79	8,8
IPeC	53299	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	1,2
IPeC	46201	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	2,4
IPeC	46201	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	86	8,8
IPeC	45908	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	93	12,8
IPeC	45908	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	10,0
IPeC	40510	Chelonia mydas	FIG	F	I	<LD	<LD	<LD	-	83	12,4
IPeC	35717	Chelonia mydas	FIG	I	Juvenil	10,9	<LD	10,9	0	82	4,4
IPeC	35717	Chelonia mydas	TCA	I	Juvenil	32,9	<LD	32,9	0	64	32,8
IPeC	35680	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	83	2,4
IPeC	35674	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	26,6	26,6	<LD	100	77	9,6
IPeC	35671	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	32,5	32,5	<LD	100	94	0,4
IPeC	35671	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	13,6
UFPR	62051	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	9,2
UFPR	62051	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	75	37,2
UFPR	59837	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	1,2
UFPR	59837	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	29,6
UFPR	56301	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	53,8	36,2	17,7	67	73	37,2
UFPR	56301	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	1749,0	1654,4	94,6	74	78	2,4

**Tabela V.35 – Continuação - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Chelonia mydas*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).**

UFPR	56265	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	26,4	26,4	<LD	100	91	0,4
UFPR	56265	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	1,6
UFPR	56180	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	16,1	16,1	<LD	100	38	52,4
UFPR	56180	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	5,2
UFPR	55088	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	91,8	91,8	<LD	100	78	11,2
UFPR	55088	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	115,4	115,4	<LD	100	27	35,6
UFPR	53555	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	74,9	74,9	<LD	100	82	2,8
UFPR	53555	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	92,3	92,3	<LD	100	94	5,6
UFPR	50882	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	415,1	398,9	16,2	96	80	4,8
UFPR	50039	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	76	4,8
UFPR	50039	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	69	48,4
UFPR	48821	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	87	5,6
UFPR	48821	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	1,2
UFPR	48295	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	4,8
UFPR	48295	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	89	9,2
UFPR	47478	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	59,9	59,9	<LD	100	75	2,8
UFPR	47045	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	422,1	407,1	15,0	96	80	3,2
UFPR	47045	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	3,6
UFPR	41241	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	43	12,4
UFPR	32871	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	68,7	68,7	<LD	100	97	0,8
UFPR	32871	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	72,3	72,3	<LD	100	83	10,0
UFPR	32839	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	84,5	84,5	<LD	100	44	39,6
UFPR	32839	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	86,4	86,4	<LD	100	80	4,0
UFPR	32796	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	41,7	41,7	<LD	51	45	9,6
UFPR	32796	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	1,2
UFPR	32792	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	108,7	108,7	<LD	100	61	4,8
UFPR	32792	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	2789,3	2598,4	191,0	71	75	6,4
UFPR	32479	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	7,2
UFPR	32479	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	38	67,2
UFPR	32442	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	89,0	89,0	<LD	100	84	2,4
UFPR	32442	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	100,6	100,6	<LD	100	76	18,8
UFPR	32423	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	34,8	34,8	<LD	100	26	56,0
UFPR	32423	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	8,8
UFPR	32380	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	112,2	112,2	<LD	100	74	2,8
UFPR	32380	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	135,7	135,7	<LD	100	16	59,2
UFPR	32315	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	62,1	62,1	<LD	100	81	3,6
UFPR	32315	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	80,7	80,7	<LD	100	62	20,4
UFPR	31891	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	103,6	103,6	<LD	100	72	42,8
UFPR	31891	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	212,1	212,1	<LD	100	72	8,8
UFPR	31890	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	67,0	67,0	<LD	100	93	0,8
UFPR	31890	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	97,3	97,3	<LD	100	82	5,2
UFPR	23433	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	60	5,6
UFPR	23433	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	59	1,2
UFPR	20220	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	2,4
UFPR	18575	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	70	25,5
UFPR	18575	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	60	2,8
UFPR	18410	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	70	18,5
UFPR	18410	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	65	1,6
UNIVILLE	50852	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	790,9	757,2	33,8	75	21	43,2
UNIVILLE	50852	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	26	26,0

**Tabela V.35 – Continuação** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de *Chelonia mydas*. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

UNIVILLE	46457	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	3,2
UNIVILLE	44429	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	80	7,6
UNIVILLE	41890	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	7,2
UNIVILLE	39143	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	8,4
UNIVILLE	37415	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	85	3,6
UNIVILLE	37415	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	70	4,4
UNIVILLE	31037	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	84	6,4
UNIVILLE	31010	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	5,2
UNIVILLE	31010	Chelonia mydas	TCA	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	53	36,0
UNIVILLE	29907	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	82	2,4
UNIVILLE	29246	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	5,2
UNIVILLE	29245	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	0,8
UNIVILLE	29245	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	95	1,6
UNIVILLE	24246	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	74	6,8
UNIVILLE	19779	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	0,8
UNIVILLE	14475	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	72	1,6
UNIVALI	30382	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	49	5,6
R3 Animal	44603	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	2,4
R3 Animal	31772	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	42	3,2
R3 Animal	30022	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	1,6
R3 Animal	29810	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	4,4
UDESC	53771	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	2,0
UDESC	53771	Chelonia mydas	TCA	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	2,8
UDESC	46824	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	79	5,6
UDESC	45307	Chelonia mydas	FIG	M	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	81	3,6
UDESC	29487	Chelonia mydas	FIG	F	Juvenil	<LD	<LD	<LD	-	78	1,2

Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>

FIG = Tecido hepático

F = Fêmea

HPA leves = 2-3 anéis aromáticos

LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

TCA = Tecido adiposo

M = Macho

HPA pesados = 4-6 anéis aromáticos

I = Indefinido

De forma a avaliar uma possível preferência de acumulação de HPA no tecido hepático ou no tecido adiposo das tartarugas, foram isolados os animais onde houve a coleta tanto do tecido hepático quanto do tecido adiposo e que em pelo menos um desses tecidos foram quantificados HPA. Na **Tabela V.36** são apresentados os resultados dessa avaliação.

Em apenas 28 animais em que houve a coleta de ambos os tecidos houve a quantificação de HPA em pelo menos um deles. Da mesma forma que mencionado para os mamíferos e aves, para as tartarugas não se observa um padrão de maior acumulação no tecido hepático ou no tecido adiposo e, na maioria dos casos, as concentrações de HPA (na maior parte dos casos apenas naftaleno) são similares em ambos os tecidos. Deve-se considerar ainda o baixo n amostral para essa avaliação (28 indivíduos) considerando o total de indivíduos analisados (263).

**Tabela V.36** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de tartarugas. Tecido hepático e adiposo do mesmo animal. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Instituição	Identificador (SIMBA)	Sexo	Maturidade	Espécie	FIG $\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	TCA $\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )
CTA	56509	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	98,2	<LD
CTA	58617	I	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	21,2	<LD
Argonauta	29939	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	176,7	179,0
Argonauta	29940	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	<LD	40,7
Argonauta	56231	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	202,9	177,6
Argonauta	39797	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	179,6	173,6
Argonauta	47706	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	<LD	178,8
Argonauta	54246	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	72,5	33,4
Argonauta	57215	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	181,6	186,1
IPeC	35717	I	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	32,9	10,9
UFPR	31890	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	67,0	97,3
UFPR	31891	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	103,6	212,1
UFPR	32315	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	80,7	62,1
UFPR	32423	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	34,8	<LD
UFPR	32442	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	100,6	89,0
UFPR	32792	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	108,7	2789,3
UFPR	32796	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	41,7	<LD
UFPR	32839	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	84,5	86,4
UFPR	32871	M	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	68,7	72,3
UFPR	35671	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	32,5	<LD
UFPR	47045	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	<LD	422,1
UFPR	53555	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	92,3	74,9
UFPR	55088	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	115,4	91,8
UFPR	56180	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	16,1	<LD
UFPR	56265	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	26,4	<LD
UFPR	56301	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	53,8	1749,0
UFPR	50882	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	415,1	790,9
UFPR	32380	F	Juvenil	<i>Chelonia mydas</i>	135,7	112,2

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$

M = Macho

I = Indefinido

LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$

F = Fêmea

#### V.1.4 Cetáceos - PMC

Foram analisados HPA em 68 amostras de tecido adiposo de cetáceos, biópsias, coletados através do disparo de dardos nos animais durante os cruzeiros de avistagem na Bacia de Santos. Essas 68 amostras foram coletadas de 27 indivíduos de *Tursiops truncatus*, 17 *Stenella longirostris*, 3 *Stenella frontalis*, 2 *Steno bredanensis*, 3 *Peponocephala Electra*, 1 *Orcinus orca*, 9 *Megaptera novaeangliae*, 2 *Balaenoptera edeni*, 1 *Balaenoptera brydei* e 3 *Balaenoptera borealis*.

Nestas 68 amostras analisadas, as concentrações totais de HPA variaram entre <LD e 3053 ng g<sup>-1</sup> em peso úmido. Deste total, 47 amostras apresentaram concentrações quantificáveis de HPA. O maior número de amostras com HPA quantificáveis foi das espécies *T. truncatus* e *S. longirostris*.

Em 36 amostras do PMC o naftaleno foi o HPA predominante, sendo que em 12 dessas amostras o naftaleno foi o único HPA em concentração superior ao limite de quantificação. Além do naftaleno, o fenantreno, o fluoranteno e o pireno foram os HPA com maior presença.

As concentrações de HPA encontradas nos cetáceos podem ser consideradas relativamente baixas considerando as concentrações para cetáceos apresentadas nas revisões bibliográficas realizadas por SANSEVERINO e MENICONI (2015) e por BÍCEGO et al. (2018), onde foram encontradas concentrações, em peso úmido, de até 83660 ng g<sup>-1</sup> em tecido adiposo e de até 198000 ng g<sup>-1</sup> em tecido adiposo de odontocetos.

Na **Tabela V.37** é apresentado o intervalo das concentrações de HPA no tecido adiposo de cada espécie. Na **Tabela V.38** são apresentadas a identificação e detalhes das amostras de cetáceos analisadas e os resultados da análise de HPA. Uma vez que ainda não foram identificados o sexo de todas as amostras assim como o estágio de maturação sexual, estas informações não foram apresentadas.

**Tabela V.37** – Intervalo de concentração de HPA nas amostras de cetáceos - PMC. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Espécie / Intervalo de concentração	nº de indivíduos	$\Sigma$ HPA ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma$ HPA pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	HPA leves* (%)
<i>Tursiops truncatus</i>	27	<LD - 3053,72	<LD - 2685,12	<LD - 828,15	40 - 100
<i>Stenella longirostris</i>	17	<LD - 452,80	<LD - 289,30	<LD - 190,30	52 - 100
<i>Stenella frontalis</i>	3	<LD - 16,52	<LD - 16,52	<LD	100
<i>Steno bredanensis</i>	2	17,40 - 2173,64	17,40 - 2043,32	<LD - 130,32	94 - 100
<i>Peponocephala Electra</i>	3	<LD	<LD	<LD	-
<i>Orcinus orca</i>	1	<LD	<LD	<LD	-
<i>Megaptera novaeangliae</i>	9	<LD - 780,84	<LD - 780,84	<LD - 31,2	95 - 100
<i>Balaenoptera edeni</i>	2	<LD	<LD	<LD	-
<i>Balaenoptera brydei</i>	1	<LD	<LD	<LD	-
<i>Balaenoptera borealis</i>	3	<LD - 1709,40	<LD - 1636,28	<LD - 73,12	96

\* Considerando apenas as amostras onde os HPA foram detectados

Concentrações de HPA em peso úmido

LD =  $0,6 \text{ ng g}^{-1}$ LQ =  $9,0 \text{ ng g}^{-1}$ 

Nas **Figuras V.1 a V.6** é apresentada a distribuição dos HPA nas amostras onde eles foram detectados. Apesar da predominância de naftalenos, e de fluoreno, o perfil dos HPA nas amostras não é um perfil característico de HPA predominantes do petróleo.

**Tabela V.38** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de cetáceos - PMC. Concentrações em peso úmido ( $\text{ng g}^{-1}$ ).

Identificador (SIMBA)	Espécie	$\Sigma\text{HPA}$ ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ leves ( $\text{ng g}^{-1}$ )	$\Sigma\text{HPA}$ pesados ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Naftaleno (%)	Umidade (%)	Lipídios (%)
063BGC	Balaenoptera borealis	958,6	921,4	37,2	87	58	6,8
073BGC	Balaenoptera borealis	1709,4	1636,3	73,1	80	63	16,4
074BGC	Balaenoptera borealis	<LD	<LD	<LD	-	47	25,6
187BGC	Balaenoptera brydei	<LD	<LD	<LD	-	37	22,0
104BGC	Balaenoptera edeni	<LD	<LD	<LD	-	26	37,2
107BGC	Balaenoptera edeni	<LD	<LD	<LD	-	47	8,4
078BGC	Megaptera novaeangliae	<LD	<LD	<LD	-	84	2,0
185BGC	Megaptera novaeangliae	<LD	<LD	<LD	-	26	25,6
051BGC	Megaptera novaeangliae	780,8	780,8	<LD	87	49	31,2
052BGC	Megaptera novaeangliae	<LD	<LD	<LD	-	27	34,0
135BGC	Megaptera novaeangliae	671,0	650,4	20,6	74	41	17,6
147BGC	Megaptera novaeangliae	137,8	137,8	<LD	100	21	23,2
151BGC	Megaptera novaeangliae	692,3	661,1	31,2	81	39	10,8
184BGC	Megaptera novaeangliae	10,8	10,8	<LD	100	34	27,6
186BGC	Megaptera novaeangliae	<LD	<LD	<LD	-	27	24,4
165BGC	Orcinus orca	<LD	<LD	<LD	-	59	18,0
253BGC	Peponocephala Electra	<LD	<LD	<LD	-	41	27,2
255BGC	Peponocephala Electra	<LD	<LD	<LD	-	38	31,6
257BGC	Peponocephala Electra	<LD	<LD	<LD	-	48	20,4
251BGC	Steno bredanensis	17,4	17,4	<LD	100	34	17,6
110BGC	Steno bredanensis	2173,6	2043,3	130,3	72	43	10,0
214BGC	Stenella frontalis	<LD	<LD	<LD	-	49	10,4
178BGC	Stenella frontalis	<LD	<LD	<LD	-	57	6,0
200BGC	Stenella frontalis	16,5	16,5	<LD	100	62	10,8
088BGC	Stenella longirostris	<LD	<LD	<LD	-	60	16,8
191BGC	Stenella longirostris	<LD	<LD	<LD	-	59	4,0
028BGC	Stenella longirostris	25,4	25,4	<LD	100	58	1,0
064BGC	Stenella longirostris	27,0	27,0	<LD	74	53	14,0
065BGC	Stenella longirostris	44,1	44,1	<LD	87	62	14,0
089BGC	Stenella longirostris	39,6	39,6	<LD	76	57	14,0
095BGC	Stenella longirostris	48,8	48,8	<LD	67	66	15,0
097BGC	Stenella longirostris	22,6	22,6	<LD	100	56	12,0
175BGC	Stenella longirostris	235,4	212,2	23,2	77	61	2,0
176BGC	Stenella longirostris	452,8	262,5	190,3	42	47	10,0
188BGC	Stenella longirostris	403,5	289,3	114,2	50	44	14,0
193BGC	Stenella longirostris	306,5	240,2	66,3	62	37	13,0
215BGC	Stenella longirostris	200,8	105,1	95,7	27	52	22,0
216BGC	Stenella longirostris	167,7	90,2	77,4	29	80	20,0
217BGC	Stenella longirostris	245,3	150,1	95,3	38	58	17,0
224BGC	Stenella longirostris	105,2	105,2	<LD	68	58	10,0
244BGC	Stenella longirostris	173,0	133,4	39,6	57	54	13,0



**Tabela V.38 Continuação** - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecidos de cetáceos - PMC. Concentrações em peso úmido (ng g<sup>-1</sup>).

238BGC	Tursiops truncatus	17,5	17,5	<LD	100	50	18,4
239BGC	Tursiops truncatus	16,7	16,7	<LD	100	57	7,6
001BGC	Tursiops truncatus	19,1	19,1	<LD	100	55	21,0
002BGC	Tursiops truncatus	24,9	24,9	<LD	67	58	15,0
005BGC	Tursiops truncatus	<LD	<LD	<LD	-	59	8,0
007BGC	Tursiops truncatus	22,3	22,3	<LD	100	53	5,0
012BGC	Tursiops truncatus	33,6	33,6	<LD	76	55	8,0
017BGC	Tursiops truncatus	36,6	36,6	<LD	76	54	12,0
037BGC	Tursiops truncatus	32,4	32,4	<LD	78	57	5,0
048BGC	Tursiops truncatus	38,7	38,7	<LD	79	54	3,0
084BGC	Tursiops truncatus	21,3	21,3	<LD	100	60	11,0
123BGC	Tursiops truncatus	605,6	295,7	310,0	30	58	28,0
125BGC	Tursiops truncatus	688,7	342,3	346,4	31	59	13,0
128BGC	Tursiops truncatus	568,8	328,0	240,8	39	53	8,0
143BGC	Tursiops truncatus	1383,2	555,0	828,2	20	52	2,0
173BGC	Tursiops truncatus	229,5	206,0	23,4	74	53	2,0
208BGC	Tursiops truncatus	278,7	187,8	90,9	28	50	9,0
209BGC	Tursiops truncatus	167,5	113,4	54,0	30	53	4,0
228BGC	Tursiops truncatus	33,9	33,9	<LD	100	55	12,0
058BGC	Tursiops truncatus	3053,7	2685,1	368,6	65	36	22,0
099BGC	Tursiops truncatus	719,1	685,6	33,5	79	32	20,8
114BGC	Tursiops truncatus	<LD	<LD	<LD	-	55	14,8
168BGC	Tursiops truncatus	596,2	530,5	65,7	17	48	8,4
006BGC	Tursiops truncatus	675,6	675,6	<LD	89	53	13,2
109BGC	Tursiops truncatus	<LD	<LD	<LD	-	54	12,4
113BGC	Tursiops truncatus	<LD	<LD	<LD	-	1	20,8
127BGC	Tursiops truncatus	<LD	<LD	<LD	-	64	8,0

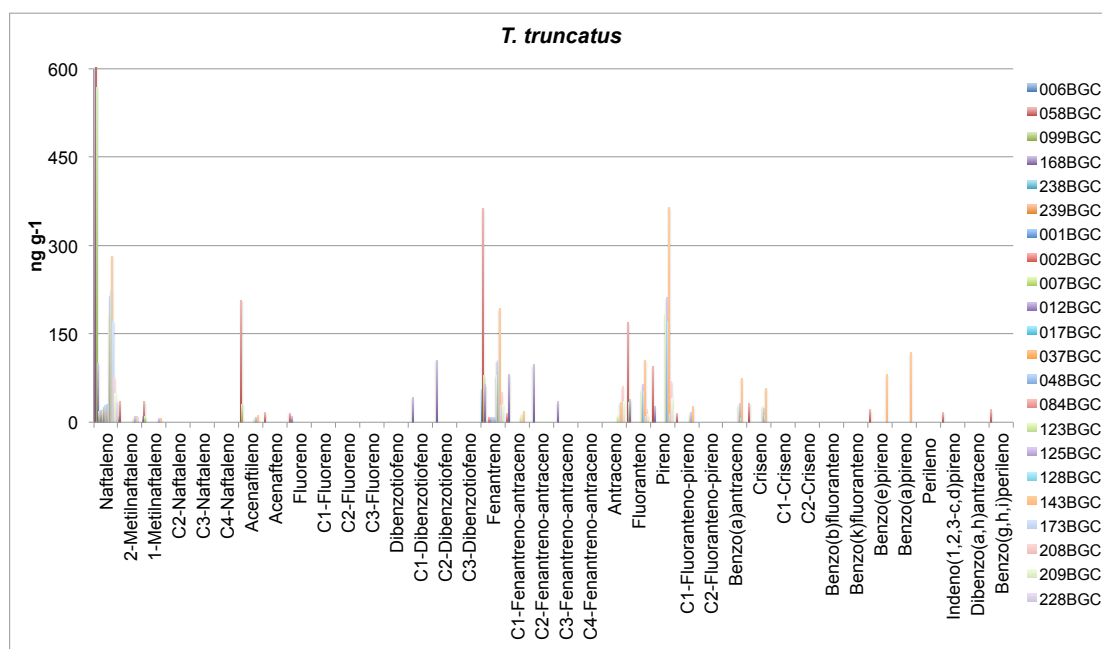
Concentrações de HPA em peso úmido

LD = 0,6 ng g<sup>-1</sup>

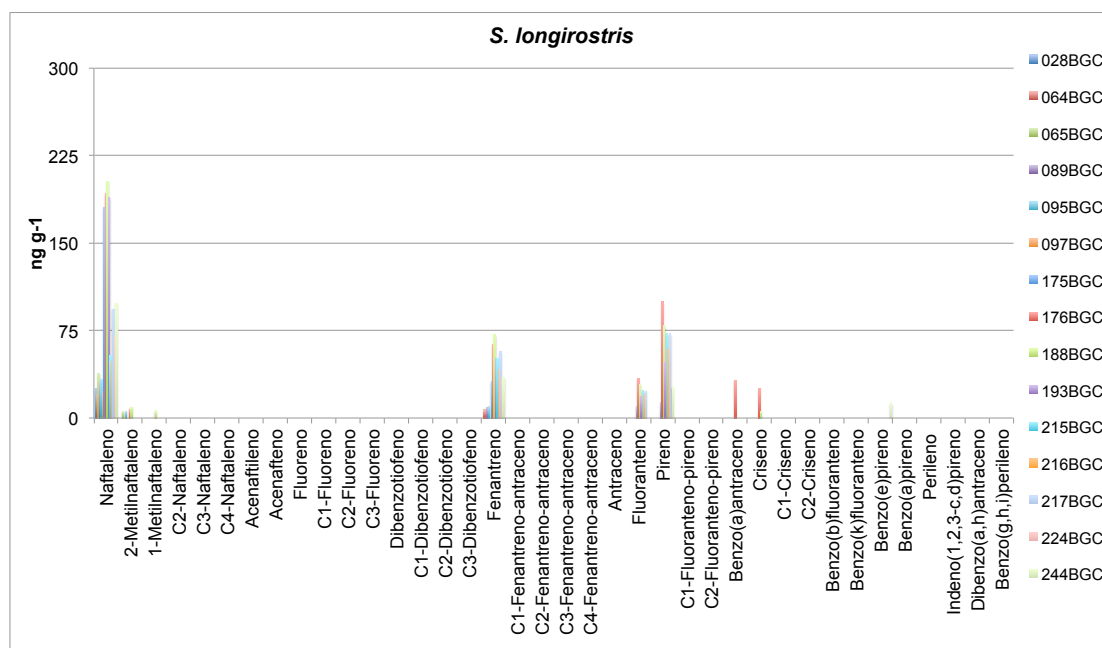
HPA leves: 2-3 anéis aromáticos

LQ = 9,0 ng g<sup>-1</sup>

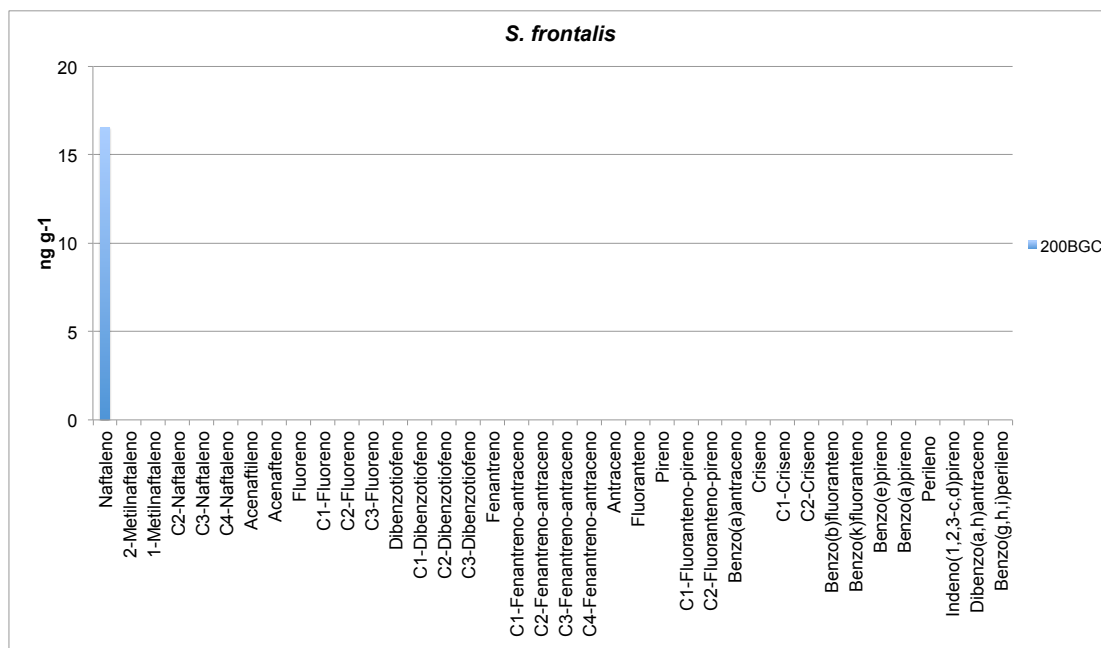
HPA pesados: 4-6 anéis aromáticos



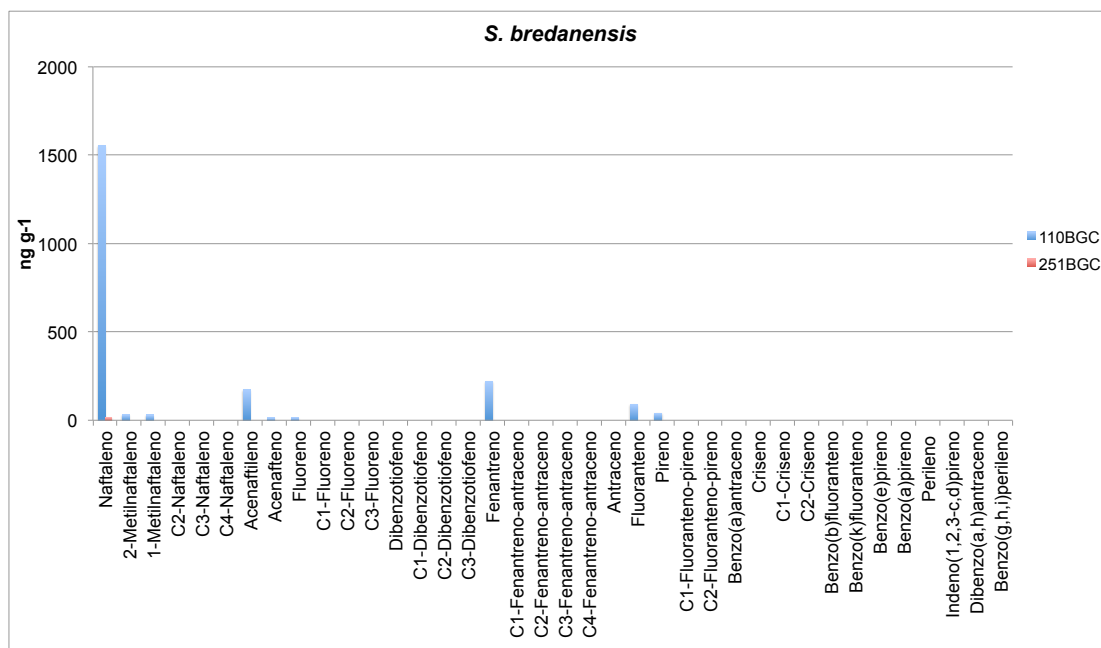
**Figura V.1** - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecido adiposo de *T. truncatus* - PMC.



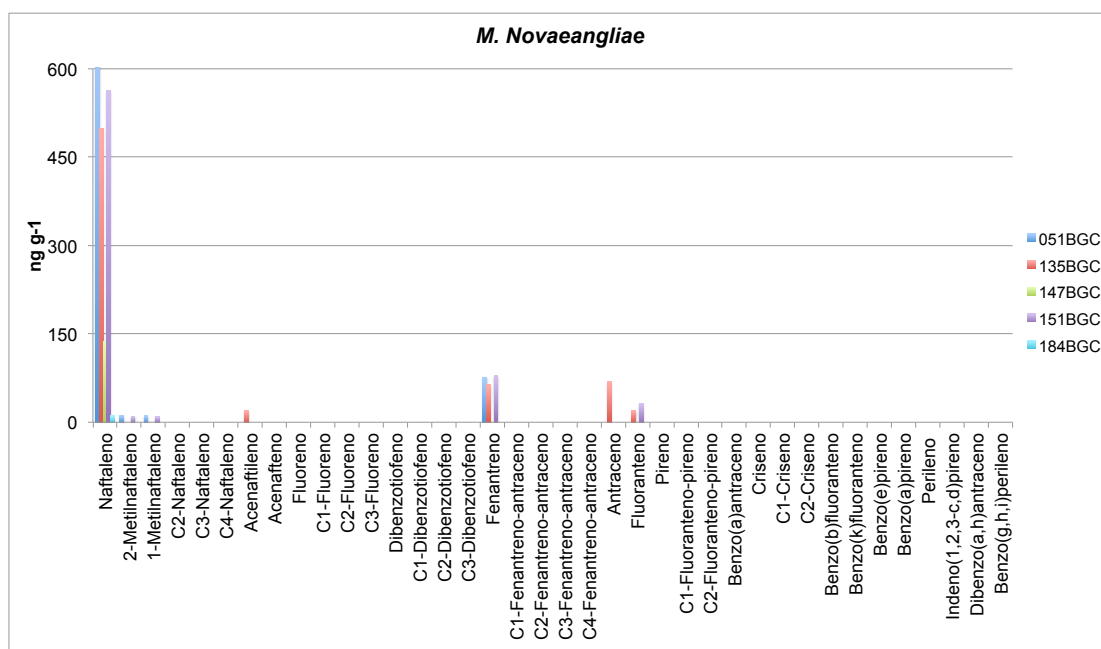
**Figura V.2** - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecido adiposo de *S. longirostris* - PMC.



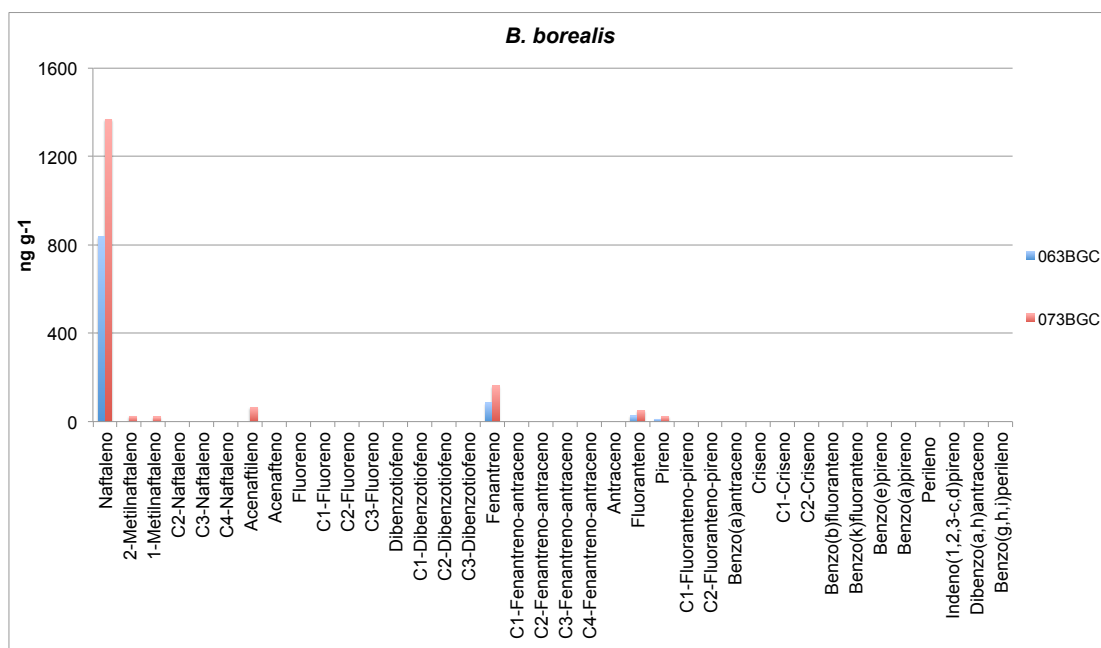
**Figura V.3** - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecido adiposo de *S. frontalis* - PMC.



**Figura V.4** - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecido adiposo de *S. bredanensis* - PMC.



**Figura V.5** - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecido adiposo de *M. novaengliae* - PMC.



**Figura V.6** - Distribuição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amostras de tecido adiposo de *B. borealis* - PMC.

## V.2 Poluentes Orgânicos Persistentes

São descritos a seguir os resultados das análises de bifenilas policlorados (PCB), pesticidas organoclorados (POC) e difenis éteres polibromados (PBDE) nas espécies *Chelonia mydas* e *Larus dominicanus*, analisadas até Setembro de 2018. Para as demais espécies selecionadas para tais análises, até então não há resultados disponíveis.

### V.2.1 *Chelonia mydas*

Bifenilas policlorados (PCB), pesticidas organoclorados (POC) e difenis éteres polibromados (PBDE) foram analisados em tecidos de 97 indivíduos de *Chelonia mydas*, sendo a maior parte composta por espécimes juvenis (84%) e fêmeas (65%).

Deste total de indivíduos, foram analisadas 85 amostras de tecido hepático e 33 de tecido adiposo, sendo que em 21 indivíduos os dois tecidos foram avaliados. A **Tabela V.39** apresenta os intervalos das concentrações de poluentes orgânicos persistentes (POP), que englobam PCB, POC e PBDE, nos tecidos adiposo e hepático.

**Tabela V. 39** - Intervalo das concentrações de compostos organoclorados em amostras de tecido adiposo e hepático de *Chelonia mydas* (ng g<sup>-1</sup>, peso úmido).

	n	HCB	HCHs	Drins	CHLs	DDTs	Endosulfan	Metoxicloro	Mirex	PCB	PBDE	lipídios %
Gordura	33	<0,08-109,62	<LD	<LD-92,17	<LD-6,80	<LD-16339,01	<LD-9,93	<0,05	<0,04-96,41	<LD-6697,78	<LD-34,24	0,40-82,00
Fígado	85	<0,08-156,82	<LD	<LD-48,84	<LD-80,79	<LD-693,16	<LD-27,69	<0,05-36,61	<0,04-544,88	<LD-3369,92	<LD	0,00-12,80

Em relação às amostras de tecido adiposo, apenas 39% delas apresentaram concentrações de POP acima do LD. No tecido adiposo, a variação em ng g<sup>-1</sup> em peso úmido foi de: <LD a 109,62 para hexaclorobenzeno (HCB), <LD para hexaclorociclohexanos totais (HCH =  $\alpha$  +  $\beta$  +  $\gamma$  +  $\delta$ -HCH), <LD a 92,17 para ciclodienos totais (DRIN = aldrin + isodrin + dieldrin + endrin), <LD a 6,80 para clordanas totais (CHL = heptacloro + heptacloro epóxido A e B + oxiclordana, +  $\alpha$  e  $\gamma$ -clordana), <LD a 16339,01 para

diclorodifeniltricloroetanos totais (DDT = *o,p'*-DDE, -DDD e -DDT e *p,p'*-DDE, -DDD e -DDT), <LD a 9,93 para endosulfan, <0,05 para metoxicloro, <LD a 96,41 para mirex, <LD a 6697,78 para PCB e <LD a 34,24 para PBDE.

Nas amostras de tecido hepático, 48% delas apresentaram concentrações de POP acima do LD. O intervalo, em ng g<sup>-1</sup> peso úmido, foi de: <0,08 a 156,82 (HCB), <LD a 48,84 (HCH), <LD a 48,84 (DRIN), <LD-80,79 (CHL), <LD-693,16 (DDT), <LD a 27,69 para endosulfan, <0,05 a 36,61 (metoxicloro), <0,04 a 544,88 (mirex), <LQ a 3369,92 (PCB) e <LD (PBDE).

Dentre os POP, os PCB e DDT apresentaram as maiores concentrações tanto em tecido adiposo quanto em tecido hepático.

O metoxicloro foi quantificado em apenas 2 amostras de tecido hepático, as CHL em uma amostra de tecido hepático e uma de tecido adiposo, os PBDE em duas amostras de tecido adiposo, o endosulfan em 7 amostras de tecido hepático e 2 de tecido adiposo. Os DRIN na forma de dieldrin foram quantificados em 18 amostras de tecido hepático e 4 de tecido adiposo e como endrin em 3 amostras de tecido hepático e 2 de tecido adiposo. O mirex ocorreu em 17 amostras de tecido hepático e 7 de tecido adiposo e o HCB em 14 amostras de tecido hepático e 2 de tecido adiposo.

Com relação aos CHL, o oxiclordano e o heptacloro epoxide (ambos produtos de degradação de outros CHL) foram os compostos quantificados e sugerem que não houve exposição recente dos organismos à mistura técnica de CHL. A não ocorrência dos ciclodienos (DRIN e CHL), em geral, na espécie estudada é reflexo do decrescente uso deste grupo de agrotóxicos desde 1987. A Velsicol Chemical Corporation, único fabricante mundial de Heptacloro e Aldrin cancelou em 1987 espontaneamente a venda, devido aos seus respectivos potenciais riscos de carcinogenicidade, persistência e bioacumulação na cadeia trófica (LIMA, 2002). Dentro do grupo dos drins, apenas o dieldrin e o endrin foram detectados. Os animais são capazes de transformar rapidamente o aldrin em dieldrin, que por sua vez é mais resistente a biodegradação do que seu precursor (WHO, 1989).

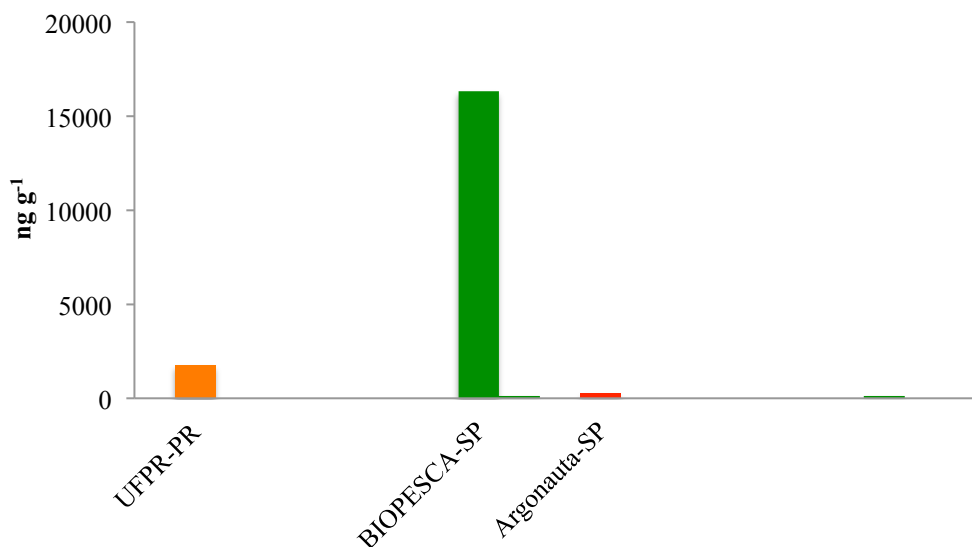
O endosulfan, que foi quantificado em 9 amostras de tecido hepático e 2 de tecido adiposo, é um inseticida utilizado nas culturas de algodão, café, cana-de-açúcar e soja. Devido ao seu caráter altamente tóxico, a ANVISA determinou em 2010 o banimento do ingrediente ativo endosulfan no Brasil. A resolução RDC nº28, de 9 de agosto de 2010 estabeleceu que o endosulfan não poderia ser comercializado, no Brasil, a partir de 31 de julho de 2013. A partir de 2011, o produto não poderia mais ser importado e, a fabricação em território nacional foi proibida a partir de 31 de julho de 2012 (ANVISA, 2011).

Os DDT ocorreram em 42% das amostras de tecido hepático e em 30% das amostras de tecido adiposo. Em grande parte dessas amostras, o total de DDT é composto pelo *p,p'*-DDE. Somente em duas amostras foram quantificados outros metabólitos como o *o,p'*-DDE e o *p,p'*-DDT. Na composição da mistura técnica de DDT, o *p,p'*-DDE representa menos de 0,5% (YOU *et al.*, 1996). Normalmente, nos organismos marinhos encontra-se uma concentração maior de DDE do que de DDT, o que é favorecido pelo metabolismo dos próprios organismos (CLARK, 1992).

De maneira geral, a área com a maior incidência de amostras com concentrações de DDT acima do LQ foi a região sul, no litoral de Santa Catarina, enquanto que as maiores concentrações, mesmo de poucas amostras, foram relativas às amostras coletadas em São Paulo (**Figuras V.7 a V.10**), o que pode estar relacionado a alimentação de alguns indivíduos (ou de suas presas) na região industrial do estado, localizada na Baixada Santista, onde alguns estudos mostraram que existe DDT em concentrações relativamente altas na área marinha (TANIGUCHI *et al.*, 2016) ou então na área mais ao sul, onde esse produto foi utilizado para combater o vetor responsável pela malária (YOGUI *et al.*, 2010).

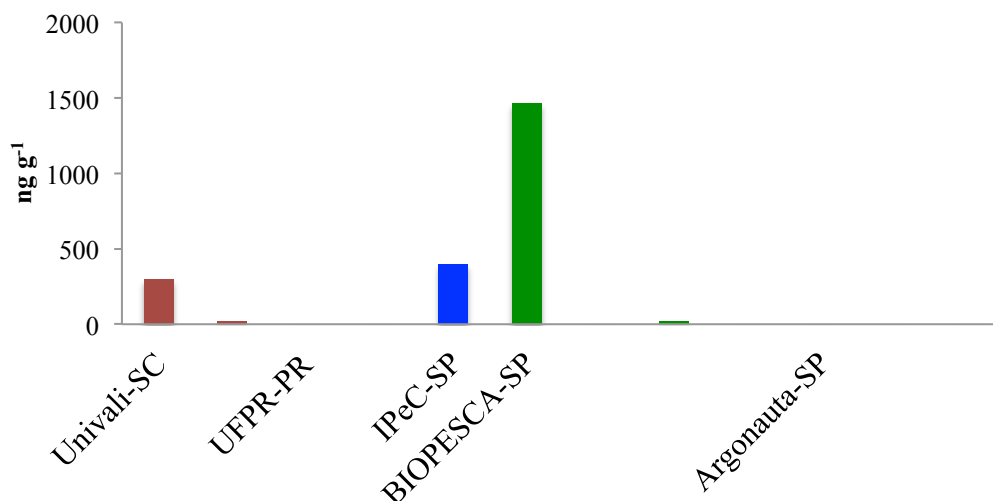


### DDT - tecido adiposo - fêmea



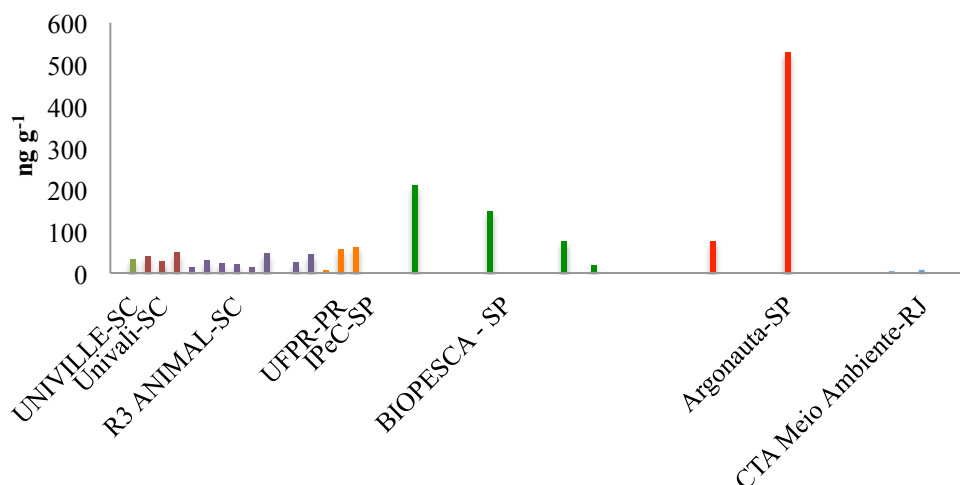
**Figura V.7** - Concentração de DDT totais em tecido adiposo de *Chelonia mydas* – fêmeas. Número de amostras analisadas = 21. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

### DDT - tecido adiposo - macho



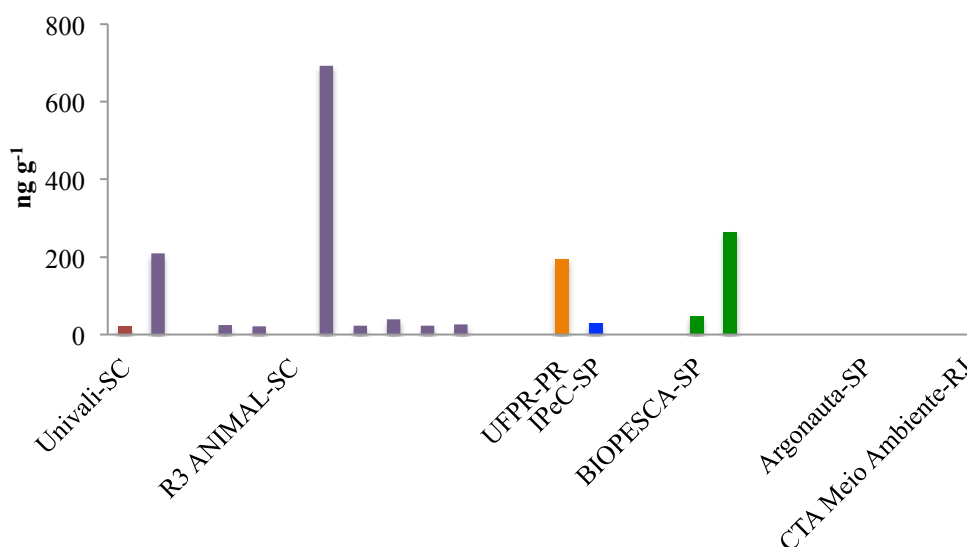
**Figura V.8** - Concentração de DDT totais em tecido adiposo de *Chelonia mydas* – machos. Número de amostras analisadas = 12. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

## DDT - tecido hepático - fêmea



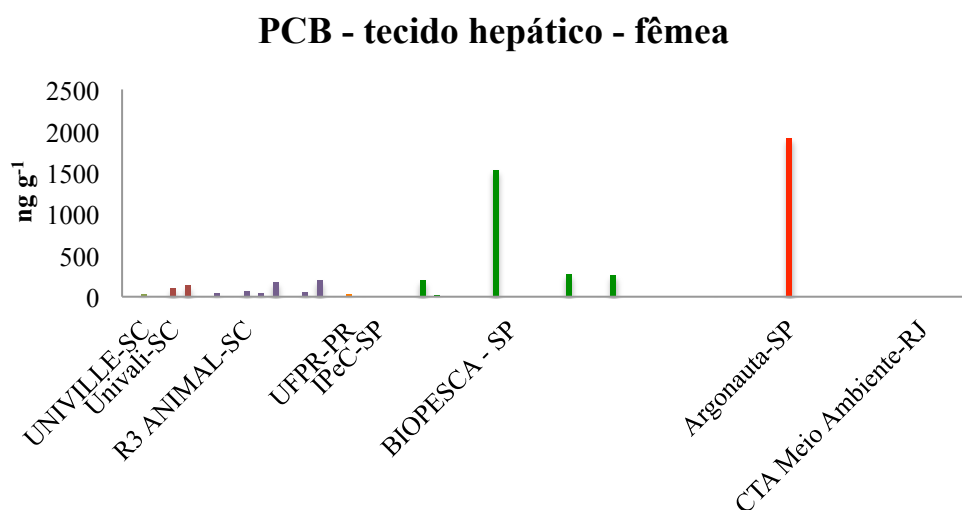
**Figura V.9** - Concentração de DDT totais em tecido hepático de *Chelonia mydas* – fêmea. Número de amostras analisadas = 58. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

## DDT - tecido hepático - macho



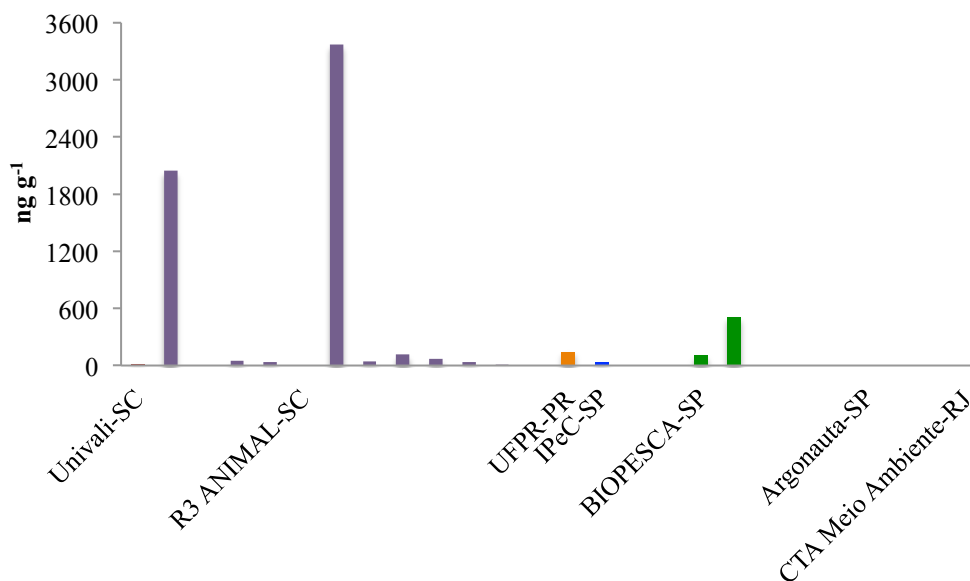
**Figura V.10** - Concentração de DDT totais em tecido hepático de *Chelonia mydas* – macho. Número de amostras analisadas = 27. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

Os PCB, que ocorreram em 35% das amostras de tecido hepático e 36% das amostras de tecido adiposo, apresentaram perfis similares aos DDT, com uma frequência maior na área de Santa Catarina e maiores concentrações na região de São Paulo, onde se localiza uma importante área industrial no município de Cubatão (**Figuras V.11 a V.14**). Existem relatos de vários equipamentos contendo PCB abandonados naquela região (LAMPARELLI et al., 2001; VAZ e PENTEADO, 2001) e de altas concentrações no ambiente marinho (SERICANO et al., 1995; TANIGUCHI et al., 2016). Ainda assim, como já citado acima, a maior parte das amostras de tecido hepático e tecido adiposo de *C. mydas* apresentou-se abaixo do LD.



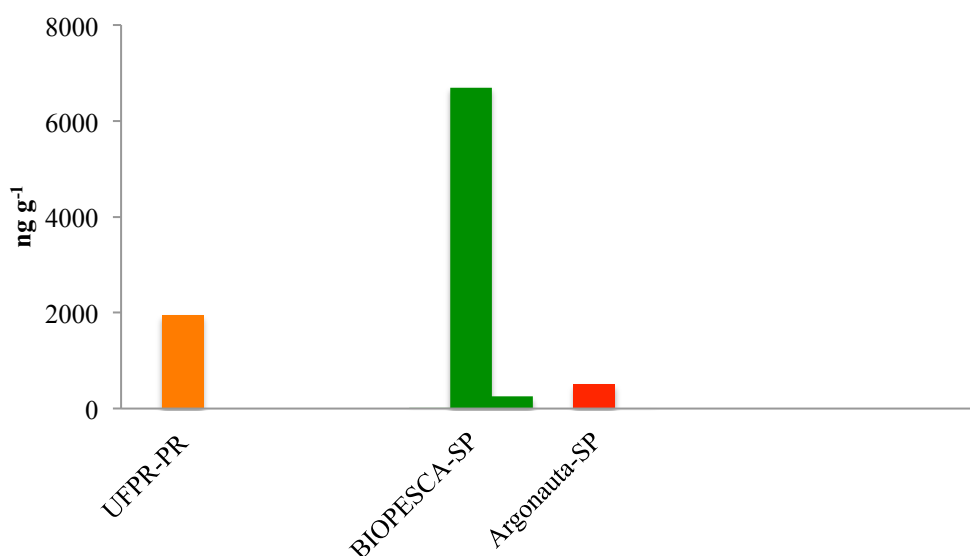
**Figura V.11** - Concentração de PCB totais em tecido hepático de *Chelonia mydas* – fêmeas. Número de amostras = 58. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

## PCB - tecido hepático - macho



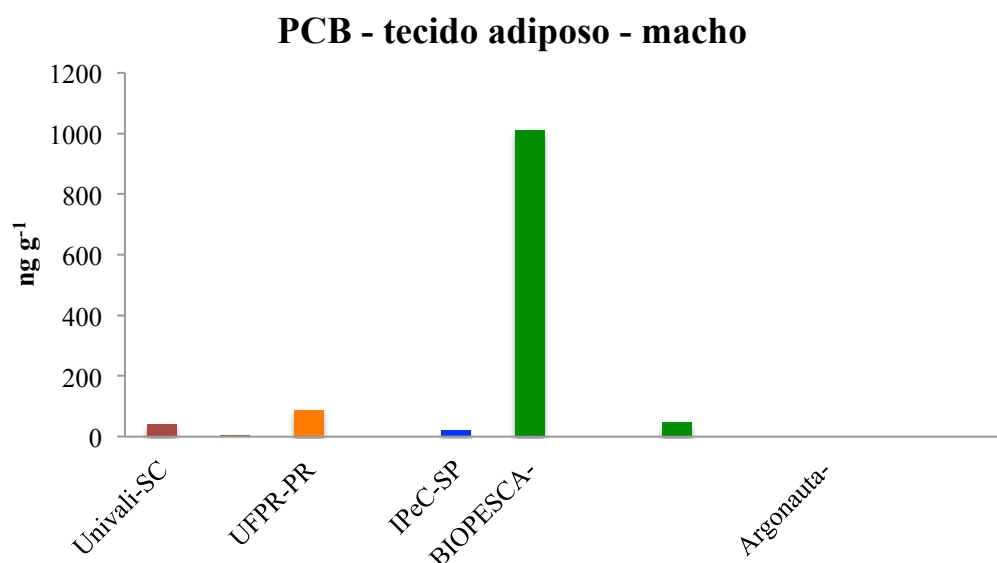
**Figura V.12** - Concentração de PCB totais em tecido hepático de *Chelonia mydas* – machos. Número de amostras = 27. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

## PCB - tecido adiposo - fêmea



**Figura V.13** - Concentração de PCB totais em tecido adiposo de *Chelonia mydas* – fêmeas. Número de amostras = 21. No histograma estão

apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.



**Figura V.14** - Concentração de PCB totais em tecido adiposo de *Chelonia mydas* – machos. Número de amostras analisadas = 12. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

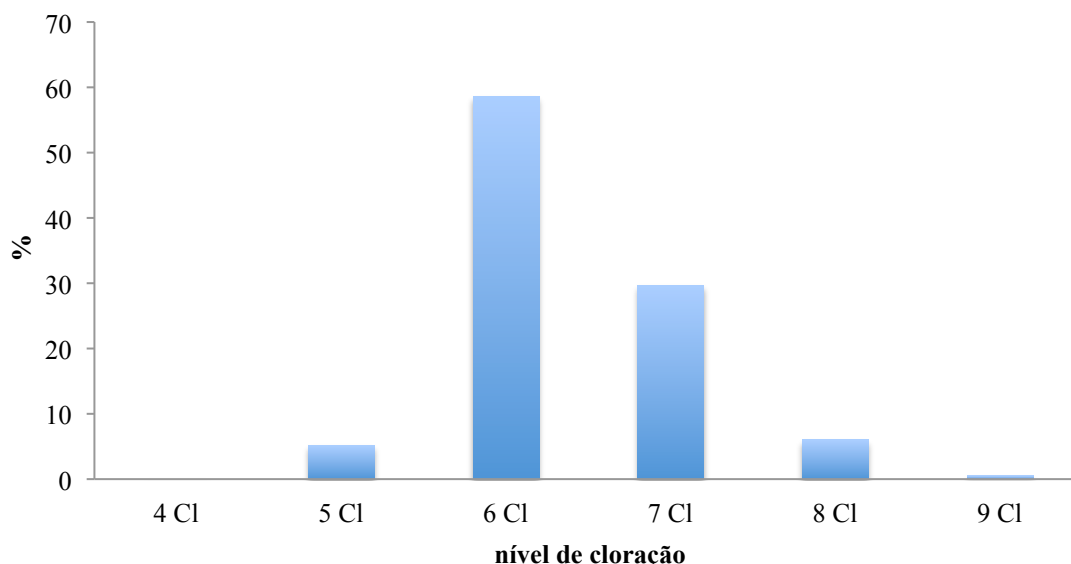
Outros trabalhos realizados com *C. mydas* coletadas em diversas partes do mundo (AGUIRRE et al., 1994; MCKENZIE et al., 1999; MIAO et al., 2001; HERMANUSSEN et al., 2008; ORÓS et al., 2009; RICHARDSON et al., 2010; DA SILVA et al., 2016; SÁNCHEZ-SARMIENTO et al., 2017; CLUKEY et al., 2018; NG et al., 2018) mostram que as concentrações de POP nessa espécie, no geral, são baixas, assim como na maior parte das amostras destes estudo (**Tabela V.40**). Esse fato deve estar relacionado principalmente ao seu hábito alimentar e posição na teia trófica, uma vez que outras espécies de tartarugas marinhas como a *Caretta caretta* (e.g. KELLER et al., 2004) apresentam concentrações relativamente mais altas por serem animais carnívoros diferentemente da *C. mydas*, que é onívora na fase juvenil e herbívora na sua fase adulta.

Entre os PCB analisados, os congêneres predominantes foram os hexaclorados, seguidos pelos heptaclorados e os pentaclorados (**Figuras V.15 e V.16**). A concentração relativa dos congêneres decresceu na seguinte

ordem 153 > 138 > 180. Esse padrão de acumulação reflete as baixas taxas de metabolismo dos congêneres com 2 ou menos cloros na posição *orto* e sem hidrogênios vicinais ou congêneres com hidrogênios vicinais nas posições *orto* e *meta* em combinação com 2 ou 3 cloros na posição *orto*.

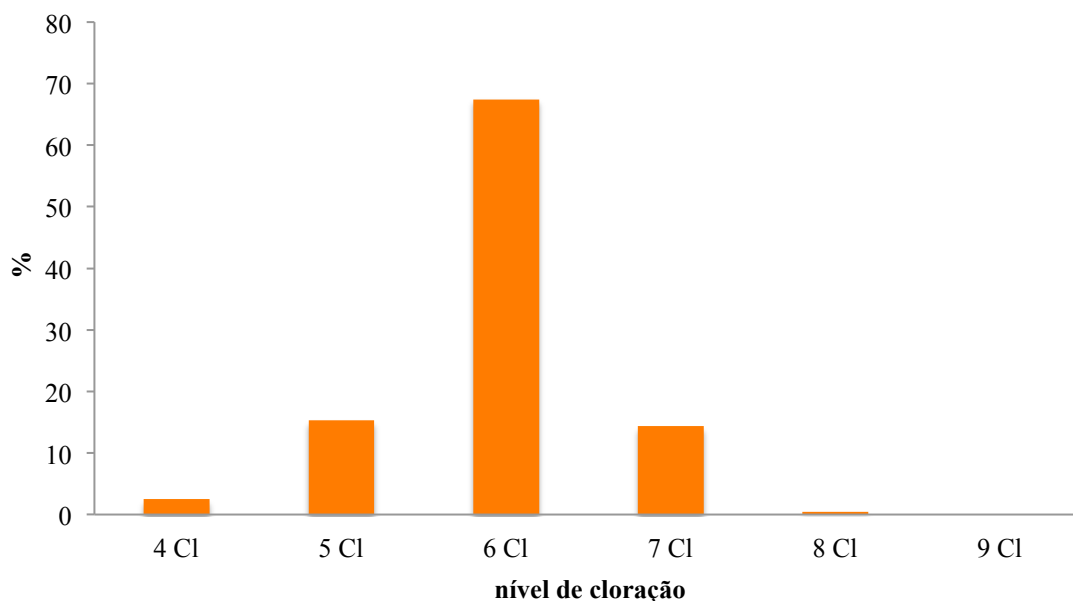
O fato da maior parte das amostras não ter apresentado POP pode estar relacionado com a maturidade da *C. mydas*, uma vez que a maior parte dos indivíduos era juvenil, e também ao seu hábito alimentar e sua posição na teia trófica. Não foi observada relação com o peso do animal, ou seja, nem sempre os animais mais pesados apresentaram as maiores concentrações e também não foi possível observar alguma relação entre o sexo dos organismos e a acumulação dos POP. Além disso, as maiores concentrações também não foram diretamente ligadas ao teor lipídico das amostras, pois as amostras cujas concentrações estavam abaixo do LD apresentaram porcentagem similares de lipídios extraíveis. As poucas amostras que apresentaram esses compostos em concentrações relativamente mais altas podem estar relacionados ao local onde eventualmente esses indivíduos se alimentaram.

### Nível de cloração - tecido hepático



**Figura V.15** - Distribuição de PCB por nível de cloração nas amostras de tecido hepático da *Chelonia mydas*

### Nível de cloração - tecido adiposo



**Figura V.16** - Distribuição de PCB por nível de cloração nas amostras de tecido adiposo da *Chelonia mydas*

**TABELA V.40** - Poluentes orgânicos persistentes em tecido adiposo e hepático de *Chelonia mydas* em várias partes do mundo (ng g<sup>-1</sup> peso úmido)

Localização	HCB	HCHs	Drins	CHLs	DDTs	Mirex	PCB	PBDE	Referência
Ilhas do Havaí	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	-	Aguirre et al., 1994
Mediterrâneo e Atlântico europeu	-	-	<0,4-1,9 F 3,5 G	<0,4-3,7 <1,9 G	1,0 - 23 F 3,3-23 G	-	<1,1-77 F 39-261 G 45-58 F# 73-665 G#	-	Mckenzie et al., 1999
Ilhas do Havaí	-	-	-	-	-	-	-	-	Miao et al., 2001
Queensland, Australia	-	-	-	-	-	-	-	*0,081 - F *0,257 - G	Hermanussen et al., 2008
Ilhas Canárias	-	-	-	-	-	-	116 F 144 G	-	Orós et al., 2009
Califórnia	-	-	-	-	-	-	10,5 F	-	Richardson et al., 2010
São Paulo, Brasil	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<1,6-17,4 F <1,6-48,9 G	-	da Silva et al, 2016
Costa de São Paulo e Espírito Santo	-	7,0±6,28 F 16,9±13,21 G	-	12,5±11,29 F 18,8±15,04 G	4,8±8,36 F 8,7±14,35 G	20,2±87,08 F -	-	-	Sánchez-Sarmiento et al., 2017
Pacífico pelágico	0,251±0,270 F	-	-	0,554±0,512 F	1,80±1,37 F	0,611±0,689 F	2,71±2,80 F	0,150±0,0315 F	Clukey et al., 2018
Sul da China	-	-	-	-	-	-	-	3,5-21 F	Ng et al., 2018

- não relatado

\* transformação em ng g<sup>-1</sup> peso úmido baseado na porcentagem lipídica fornecida no artigo

# ng g<sup>-1</sup> peso seco



### V.2.2 *Larus dominicanus*

Foram analisados POP em tecidos de 21 indivíduos de *Larus dominicanus*, sendo a maior parte composta por espécimes juvenis (76%) e fêmeas (62%). Deste total, foram analisadas 16 amostras de tecido hepático e 7 tecido adiposo, sendo que em 2 indivíduos, os dois tecidos foram avaliados.

A **Tabela V.41** apresenta os intervalos das concentrações de poluentes orgânicos persistentes (POP), nos tecidos adiposo e hepático em  $\text{ng g}^{-1}$  peso úmido.

**Tabela V. 41** - Intervalo das concentrações de compostos organoclorados em amostras de tecido adiposo e hepático de *Larus dominicanus* ( $\text{ng g}^{-1}$ , peso úmido).

	n	HCB	HCH	DRIN	CHL	DDT	Endosulfan	Metoxicloro	Mirex	PCB	PBDE	lipídios (%)
Gordura	7	<0,08	<LD	<LD-6,39	<LD	<LD-1933,56	<LD	<0,05-6,09	11,61-75,94	<LD-1014,26	<LD-19,24	0,40-58,80
Fígado	16	<0,08-14,65	<LD	<LD-32,94	<LD-13,29	<LD-240,98	<LD-15,59	<0,05-39,31	<0,04-98,70	<LQ-2163,13	6,76-32,26	0,40-31,20

No tecido adiposo, 57% das amostras apresentaram concentrações acima do LD. A variação, em  $\text{ng g}^{-1}$  de peso úmido, foi de: <LD a 0,08 para HCB, <LD para HCH, <LD a 6,39 para DRIN, <LD para CHL, <LD a 1933,56 para DDT, <LD para endosulfan, <0,05 a 6,09 para metoxicloro, 11,61 a 75,94 para mirex, <LD a 1014,26 para PCB e <LD a 19,24 para PBDE.

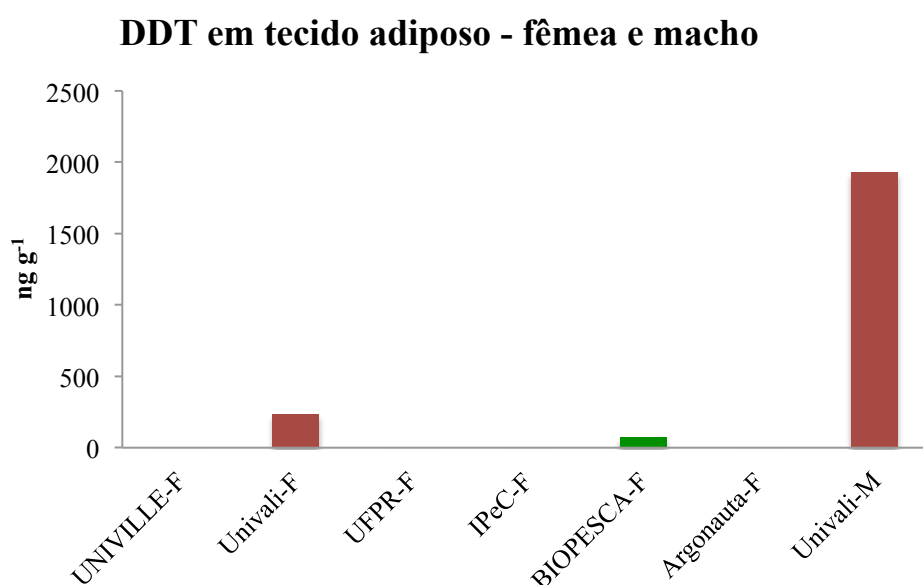
Das amostras de tecido hepático, 56% apresentaram concentrações de POP acima do LD. O intervalo, em  $\text{ng g}^{-1}$  peso úmido, foi de: <0,08 a 14,65 (HCB), <LD (HCH), <LD a 32,94 (DRIN), <LD-13,29 (CHL), <LD-240,98 (DDT), <LD a 15,59 (endosulfan), <0,05 a 39,31 (metoxicloro), <0,04 a 98,70 (mirex), <LQ a 2163,13 (PCB) e <6,76 a 32,26 (PBDE).

As maiores concentrações em tecido adiposo apresentaram-se na seguinte ordem: DDT > PCB > mirex > PBDE > metoxicloro > DRIN > CHL ~ HCB ~ HCH ~ endosulfan, enquanto no tecido hepático, a ordem foi: PCB > DDT > mirex > metoxicloro > DRIN > PBDE > endosulfan > HCB > CHL > HCH.

O metoxicloro, endosulfan e PBDE foram quantificados em apenas uma ou duas amostras de tecido hepático e uma amostra de tecido adiposo. No caso

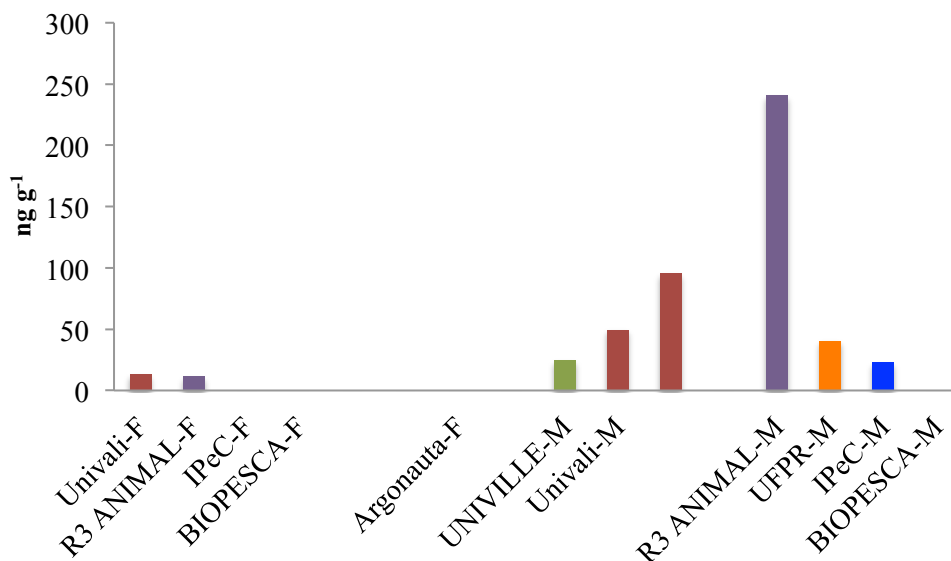
dos DRIN e CHL, só foram quantificados em uma amostra de tecido hepático enquanto que o HCB foi apresentado acima do LD em 4 amostras hepáticas.

Os DDT totais são referentes quase que exclusivamente da presença do *p,p'*-DDE. Somente nas amostras de tecido adiposo de dois indivíduos, de uma fêmea e na única amostra de macho, ambos juvenis (**Figura V.17**) foram detectados DDT, em concentração um pouco acima do limite de quantificação. Em relação ao tecido hepático, a maior parte das concentrações acima do LD foram relativas a indivíduos machos, tanto juvenis quanto adultos (**Figura V.18**).



**Figura V.17** - Concentração de DDT totais em tecido adiposo de *Larus dominicanus* (F - fêmea, M - macho). Número de amostras analisadas = 7. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

## DDT em tecido hepático - fêmea e macho



**Figura V.18** - Concentração de DDT totais em tecido hepático de *Larus dominicanus* (F - fêmea, M - macho). Número de amostras analisadas = 16. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

A predominância de *p,p'*-DDE nos organismos em estudo em relação aos DDT originais presentes no produto comercial refletem a persistência e o perfil bioacumulativo, bem como o grau de dispersão e o processo de redistribuição deste grupo de poluentes organoclorados no meio ambiente, e em particular no ambiente marinho, uma vez que seu uso foi restrito e/ou banido em vários países de forma rigorosa em 1970 devido ao alto poder residual e consequente impacto ecológico (HECK, 2001). No Brasil, a autorização foi cancelada para uso agrícola em 1985; e em 1998, foi proibido para uso em campanhas de saúde pública. A proibição da fabricação, importação, exportação, manutenção em estoque, comercialização e o uso desse produto foi sancionada em 2009 (ANVISA, 2009).

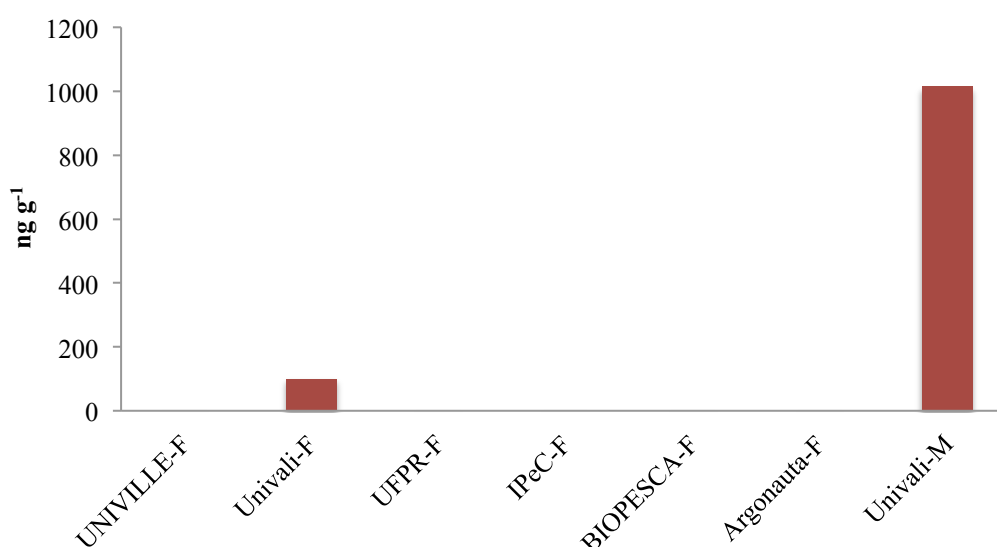
O *L. dominicanus* pode ser encontrado no Brasil desde o Espírito Santo até o Rio Grande do Sul (SICK 1997, NOVELLI 1997). Essa ave é descrita como predadora, necrófaga e cleptoparasita intra e interespecífico (HOCKEY et al., 1989, SICK 1997), com uma marcada tendência ao oportunismo alimentar

(FAVERO et al., 1997). Alimenta-se de pequenos peixes próximos ao local de nidificação (SICK 1997, NOVELLI 1997), mas também pode consumir alimento próximo a lixões humanos e também de mamíferos mortos na praia (NOVELLI, 1997).

As **Figuras V.17 a V.20** mostram que a maior ocorrência de amostras com DDT e PCB acima do LD é proveniente da costa de São Paulo, onde a influência da Baixada Santista, com diversos lixões contendo contaminantes como os POP e a presença do Complexo Industrial de Cubatão (LAMPARELLI et al., 2001) podem contribuir para a distribuição encontrada.

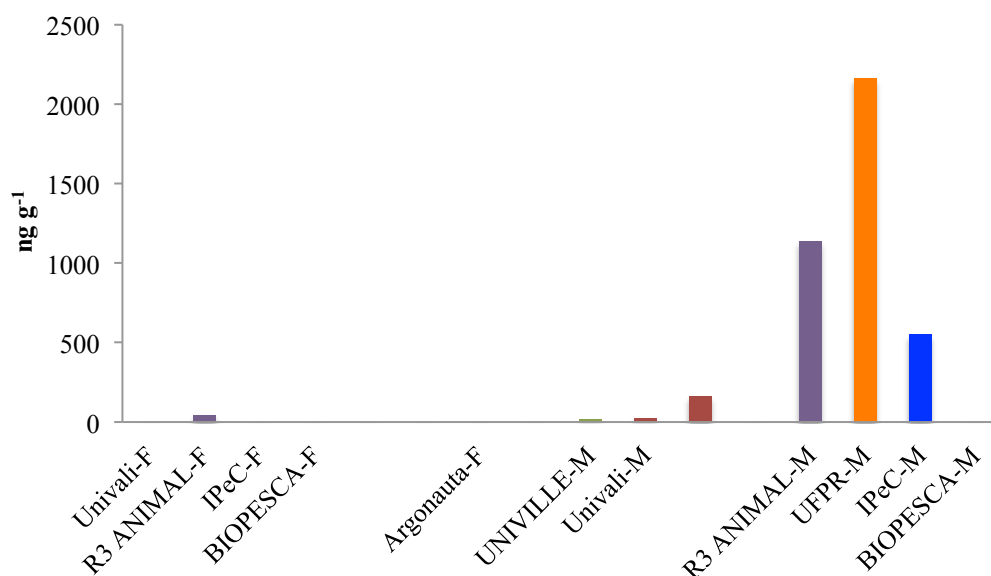
A classe predominante de congêneres de PCB tanto no tecido adiposo quanto no hepático foi dos hexaclorobifenis, seguido dos hepta e pentaclorobifenis (**Figuras V.21 e V.22**). A maior proporção desses compostos pode indicar um caráter de maior nível trófico associado a uma maior biomagnificação de congêneres mais pesados.

### PCB em tecido adiposo - fêmea e macho



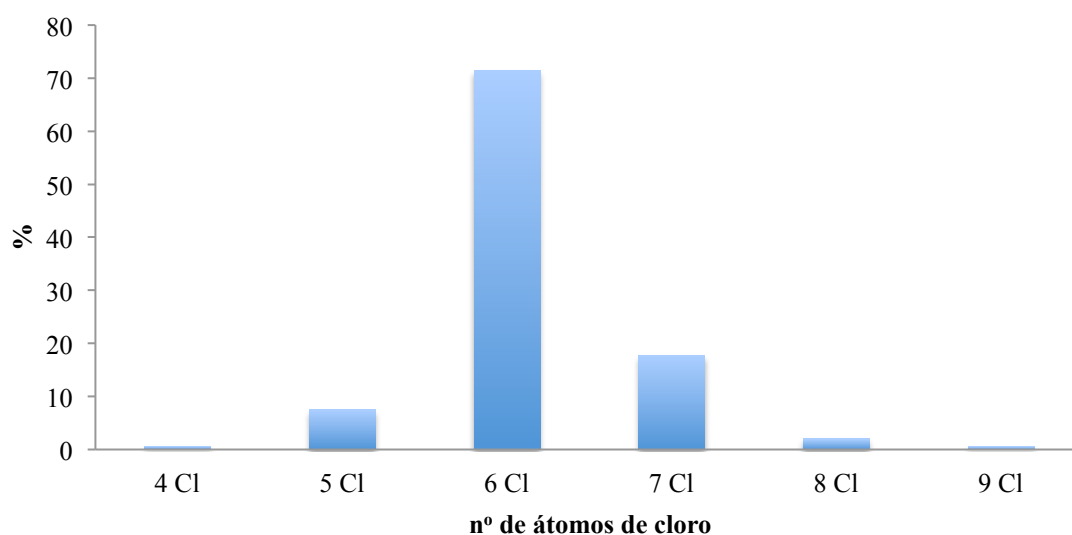
**Figura V.19** - Concentração de PCB totais em tecido adiposo de *Larus dominicanus* (F - fêmea, M - macho). Número de amostras analisadas = 7. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

## PCB em tecido hepático - fêmea e macho



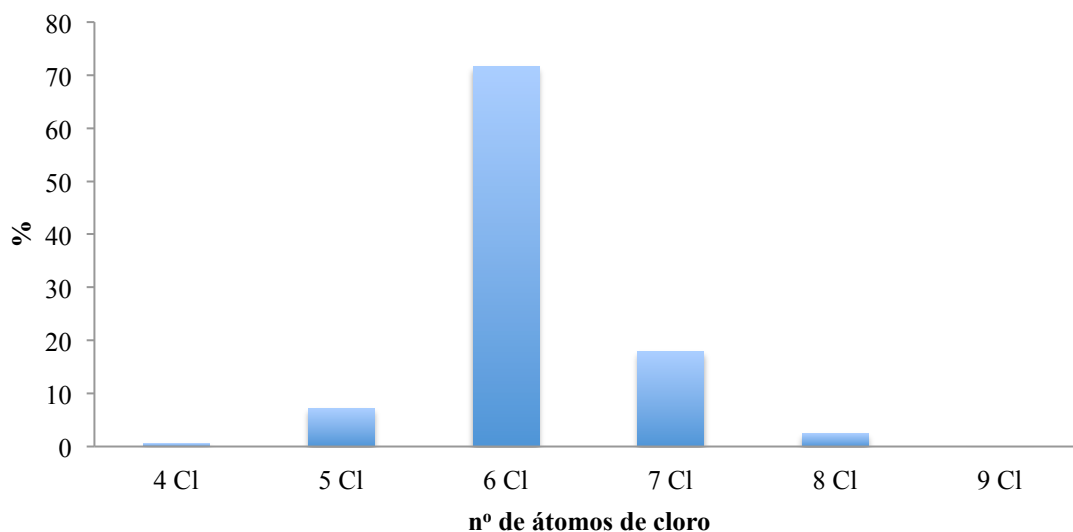
**Figura V.20** - Concentração de PCB totais em tecido hepático de *Larus dominicanus* (F - fêmea, M - macho). Número de amostras analisadas = 16. No histograma estão apresentadas apenas as amostras com concentração acima do limite de quantificação do método.

## Níveis de cloração de PCB - tecido adiposo



**Figura V.21** - Distribuição percentual de PCB em tecido adiposo de *Larus dominicanus*

### Níveis de cloração de PCB - tecido hepático



**Figura V.22** - Distribuição percentual de PCB em tecido hepático de *Larus dominicanus*

Os relatos de POP em tecido adiposo e hepático do *L. dominicanus* em todo o mundo são poucos. LUKOWSKI et al. (1987) reportou PCB em indivíduos amostrados na Ilha Rei George, na Antártica, enquanto que MONOD et al. (1992) estudou os POP em aves amostradas nas Ilhas Kerguelen, no Oceano Índico (**Tabela V.42**). As concentrações encontradas no último trabalho citado tem a mesma ordem de grandeza das maiores concentrações encontradas no presente estudo, assim como a maior parte das amostras, também apresentou baixas concentrações ou valores abaixo do LD. Há alguns trabalhos que são relativos a ovos (MUÑOZ e BECKER, 1998; CIFUENTES et al., 2003; COLABUONO et al., 2015; NEL et al., 2015) e não foram incluídos na tabela, pois a comparação não deve ser feita diretamente entre tecidos diferentes.

O fato da maior parte das amostras não ter apresentado POP está provavelmente relacionado tanto à maturidade da *L. dominicanus*, uma vez que a maior parte dos indivíduos era juvenil, quanto ao seu hábito alimentar e posição trófica. Os locais de forrageio também podem contribuir para a relativa baixa concentração da maior parte das amostras.

**Tabela V.42** - Comparação das concentrações de POP em tecidos de *Larus dominicanus* em amostras coletadas em vários locais do mundo ( $\text{ng g}^{-1}$  peso úmido)

Localização	HCB	HCHs	Drins	CHLs	DDTs	Mirex	PCB	PBDE	Referência
Ilha Rei George,	-	-	-	-	-	-	0,11 $\pm$ 0,12 F 0,53 $\pm$ 0,18 G	-	Lukowski et al., 1987
Ilhas Kerguelen, Oceano Indico	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	162-540 F# 4045-9860 G^	-	Monod et al., 1992
Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	990 F^	-	Ferreira e Wermelinger, 2013

F = tecido hepático

G = tecido adiposo

- não relatado

#  $\text{ng g}^{-1}$  peso seco

^  $\text{ng g}^{-1}$  peso lipídico

## VI. CONSIDERAÇÕES

Este relatório apresenta de forma parcial os resultados de HPA e POP em amostras do PMP-BS e do PMC gerados até Setembro de 2018.

Foram analisadas 670 amostras do Programa de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos das quais 99 amostras de tecido de mamíferos marinhos, 191 amostras de tecidos de aves marinhas e 380 amostras de tecidos de tartarugas marinhas. Dentre todas estas amostras, houve quantificação de HPA em 20% das amostras de mamíferos, 11% das amostras de aves e 18% das amostras de tartarugas.

Considerando apenas as amostras onde houve quantificação de HPA, a média da concentração total de HPA foi de 247.59  $\text{ng g}^{-1}$  em peso úmido, com predominância de naftaleno e HPA leves, de 2 e 3 anéis aromáticos, em praticamente todas essas amostras. De forma geral, as concentrações de HPA encontradas podem ser consideradas baixas e, apesar da predominância de HPA leves, o perfil de distribuição dos HPA não coincide com o perfil de distribuição de HPA petrogênicos.




Não se podem estabelecer correlações entre o sexo, peso, estágio de maturação sexual ou tecido do animal analisado e as concentrações de HPA.

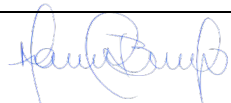
Das 68 amostras de tecido adiposo analisadas para Programa de Monitoramento de Cetáceos, foram quantificados HPA em 47 amostras, com uma concentração média de HPA totais de 402,7 ng g<sup>-1</sup> em peso úmido. Observou-se também a predominância de naftaleno na maioria das amostras analisadas, com destaque também para a presença de fenantreno, fluoranteno e pireno, contudo sem perfil de HPA semelhante ao encontrado no petróleo.


Em relação aos compostos organoclorados e organobromados foram analisadas 141 amostras de tecido de *Chelonia mydas* e *Larus dominicanus*. Para ambas as espécies as maiores concentrações foram dos compostos das classes dos PCB e DDT nas amostras coletadas no litoral de Santa Catarina e no litoral de São Paulo. Contudo, as concentrações de POP encontradas podem ser consideradas baixas. Não foram observadas correlações entre o sexo, peso, estágio de maturação sexual ou tecido analisado e estas concentrações.

Com a complementação de todos os resultados de HPA e POP a serem produzidos nos próximos dois anos, espera-se produzir uma conclusão robusta sobre o grau de contaminação por HPA e POP a que estão sujeitos os tetrápodes marinhos.

## VII – EQUIPE TÉCNICA

<b>Profissional</b>	Rafael André Lourenço
<b>Formação</b>	Químico (Bsc, Msc e DSc)
<b>Função</b>	Professor Doutor – IOUSP / Coordenador
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRQ 03155241
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	3824263
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	I a VII
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Márcia Caruso Bicego
<b>Formação</b>	Engenheira Química (Bsc, Msc e DSc) / Coordenadora
<b>Função</b>	Professora Associada - IOUSP
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRQ 04328823
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	III a VII
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Satie Taniguchi
<b>Formação</b>	Química (Bsc, Msc e DSc)
<b>Função</b>	Técnico Superior – IOUSP / Coordenadora Técnica
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRQ 04135568
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	
<b>Responsável pela(s) Seção(ões)</b>	V a VII
<b>Assinatura</b>	

## VIII. REFERÊNCIAS

AGUIRRE, A.A.; BALAZS, G.H.; ZIMMERMAN, B.; GALEY, F.D. 1994. Organic contaminants and trace metal in the tissues of green turtles (*Chelonia mydas*) afflicted with fibropapillomas in the Hawaiian Islands. Marine Pollution Bulletin 28, 109-114.

ALONSO, M.B.; AZEVEDO A.; TORRES, J.P.M.; DORNELES, P.R.; ELJARRAT, E.; BARCELÓ, D.; LAILSON-BRITO JR, J.; MALM, O. 2014. Anthropogenic (PBDE) and naturally-produced (MeO-PBDE) brominated compounds in cetaceans - A review. Science of The Total Environment 481, 619–634

ANNUNCIAÇÃO, D.L.R.; ALMEIDA, F.V.; HARA, E.L.Y.; GRASSI, M.T.; SODRÉ, F. 2018. Eteres difenílicos polibromados (PBDE) como contaminantes persistentes: ocorrência, comportamento no ambiente e estratégias analíticas. Química Nova 41, 782-795

BAKHTIARI, R.A.; ZAKARIA, M.P.; RAMIN, M.; YAZIZ, M.I.; LAJIS, M.N.H.; BI, X. 2010. Characterization of perylene in tropical environment: comparison of new and old fungus comb for identifying perylene precursor in *Macrotermes gilvus* termite nests of Peninsular Malaysia. Environment Asia 3, 13-19.

BALDASSIN, P.; TANIGUCHI, S.; GALLO, H.; MARANHO, A.; KOLESNIKOVAS, C.; AMORIM, D.B.; MANSILLA, M.; NAVARRO, R.M.; TABELA, L.C.; BÍGEGO, M.C.; MONTONE, R.C. 2016. Persistent organic pollutants in juvenile Magellanic Penguins (*Spheniscus magellanicus*) in South America. Chemosphere 149, 391-399.

BÍGEGO, M.C.; TANIGUCHI, S.; LOURENÇO, R.A. 2018. Avaliação e Interpretação de Resultados de Hidrocarbonetos de Petróleo, Organoclorados e Organobromados em Amostras Biológicas de Tetrápodes Provenientes de Programas de Monitoramento Ambiental da Petrobras. Relatório de Atualização do Estado da Arte – RAEA, 2018 IOUSP. São Paulo, 119 p.

BIDLEMAN, T.F.; OLNEY, C.E. 1974. Chlorinated hydrocarbons in the Sargasso Sea atmosphere and surface water. Science, N.Y. 183, 516-518.

BRASIL, 2009. Planalto. <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L11936.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11936.htm)>

BRASIL, 2011. ANVISA. <<http://www.mma.gov.br/informma/item/7020-agrotoxico-endosulfan-sera-banido-do-brasil>>

BRUGGEMAN, W.A.; MARTRON, L.B.J.M.; KOOIMAN, D.; HUTZINGER, O. 1981. Accumulation and elimination kinetic of di-, tri- and tetra-chlorobiphenyls by gold fish after dietary and aqueous exposure. Chemosphere 10, 811-832.

BJORSETH, A. 1983. Handbook of Polycyclic Aromatic hydrocarbons: Emission source and recent progress in analytical chemistry. CRC, New York, 719p

CIFUENTES, J.M.; BECKER, P.H.; SOMMER, U.; PACHECO, P.; SCHLATTER, R. 2003. Seabird eggs as bioindicators of chemical contamination in Chile. Environmental Pollution 126, 123–137.

CLARK, R.B. 1992. Marine Pollution. Claredon Press. Oxford.

CLUKEY, K.E.; LEPCZYK, C.A.; BALAZS, G.H.; WORK, T.M.; LI, Q.X, BACHMAN, M.J.; LYNCH, J.M. 2018. Persistent organic pollutants in fat of three species of Pacific pelagic longline caught sea turtles: Accumulation in relation to ingested plastic marine debris. Science of the Total Environment 610–611, 402–411.

COLABUONO, F.I.; TANIGUCHI, S.; PETRY, M.V.; MONTONE, R.C. 2014. Organochlorine contaminants and polybrominated diphenyl ethers in eggs and embryos of Antarctic birds. Antarctic Science 27, 355–361.

COLABUONO, F.I.; VANDER POL, S.S.; HUNCIK, K.M.; TANIGUCHI, S.; PETRY, M.V.; KUCKLICK, J.R.; MONTONE, R.C. 2016. Persistent organic pollutants in blood samples of Southern Giant Petrels (*Macronectes*

*giganteus*) from the South Shetland Islands, Antarctica. Environmental Pollution 216, 38-45.

CS, 2018. <<http://chm.pops.int/Home/tabid/2121/Default.aspx>> Acessado em 02/2018).

DA SILVA, J.; TANIGUCHI, S.; BECKER, J.H.; WERNECK, M.R.; MONTONE, R.C. 2016. Occurrence of organochlorines in the green sea turtle (*Chelonia mydas*) on the northern coast of the state of São Paulo, Brazil. Marine Pollution Bulletin 112, 411–414.

DE BÔER, J.; WESTER, P.G.; KLAMER, H.J.C.; LEWIS, W.E.; BOON, J.P. 1998. Do flame retardants threaten ocean life?. Nature 394, 28-29.

DECARLO V.J. 1979. Studies on brominated chemicals in the environment Annals of the New York Academy of Sciences, 320, 678-681

DE LIMA, I.V. 2002. HEPTACLORO. IN: FERNÍCOLA, N.A.G.G.; OLIVEIRA, S.S. ANO. Cadernos de Referência Ambiental, vol 13, Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs). Centro de Recursos Ambientais, p. 343-382.

DE WIT, C. A. 2002. An overview of brominated flame retardants in the environment. Chemosphere 46, 583-624.

FAVERO, M.; SILVA, P.; FERREYRA, G. 1997. Trophic relationship between the Kelp gull and the Antarctic limpet at King George Island (South Shetland Island, Antarctica) during the breeding season. Polar Biology 17, 431-436.

GARCIA, L. M.; PORTE, C.; ALBAIGES, J. 2000 Organochlorinated pollutants and xenobiotic metabolizing enzymes in W. Mediterranean mesopelagic fish. Marine Pollution Bulletin 40, 764-768.

HECK, M.C.; COSTABEBER, I.; EMANUELLI, T. 2001. Aspectos farmacocinéticos e degradação no meio ambiente dos compostos organoclorados, Boletim SBCTA 35, 33-40.

HYLLAND, K. 2006. Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) ecotoxicology in marine ecosystems. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* 69, 109-123.

HOCKEY, P.A.R.; RYAN, R.G.; BOSMAN, A.L. 1989. Age-related intraspecific kleptoparasitism and foraging success of kelp gulls *Larus dominicanus*. *Ardea* 77, 205-210.

HERMANUSSEN, S.; MATTHEWS, V.; PÄPKE, O.; LIMPUS, C.J.; GAUS, C. 2008. Flame retardants (PBDEs) in marine turtles, dugongs and seafood from Queensland, Australia. *Marine Pollution Bulletin* 57, 409-418.

JONSSON, G.; BECHMANN, R.K.; BAMBER, S.D.; BAUSSANT, T. 2004. Bioconcentration, biotransformation and elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons in sheepshead minnows (*Cyprinodon variegatus*) exposed to contaminated seawater. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23, 1538-1548.

JONES, K.C.; VOOGT, P. 1999. Persistent organic pollutants (POPs): state of the science. *Environmental Pollution* 100, 209-221.

KUEHL, D.; HAEBLER, R. 1995. Organochlorine, organobromine, metal, and selenium residues in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) collected during an unusual mortality event in the Gulf of Mexico, 1990. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 28, 494-499

KELLER, J.M.; KUCKLICK, J.R.; STAMPER, M.A.; HARMS, C.A.; MCCLELLAN-GREEN, P.D.; 2004. Associations between organochlorine contaminant concentrations and clinical health parameters in loggerhead sea turtles from North Carolina, USA. *Environmental Health Perspectives*. 112, 1074-1079.

LAMPARELLI, M.C.; COSTA, M.P.; PRÓSPERI, V.A.; BEVILACQUA, J.E.; ARAÚJO, R.P.A.; EYSINK, G.G.J.; POMPEIA, S. 2001. Sistema estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico CETESB, São Paulo, 183p.

LAVANDIER, R.; ARÊAS, J.; QUINETE, N.; MOURA, J.F.; TANIGUCHI, S.; MONTONE, R.C.; SICILIANO, S.; MOREIRA, I. 2016. PCB and PBDE levels in a highly threatened dolphin species from the Southeastern Brazilian coast. *Environmental Pollution* 208, 442-449.

LEONEL, J.; TANIGUCHI, S.; SASAKI, D.K.; CASCAES, M.J.; DIAS, P.S.; BOTTA, S.; SANTOS, M.C.O, MONTONE, R.M. 2012. Contamination by chlorinated pesticides, PCB, and PBDEs in Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) from the Western South Atlantic. *Chemosphere* 86, 741–746.

LOURENÇO, R.A.; TANIGUCHI, S.; SILVA, J.; DIAS, P.S.; BÍCEGO, M.C. 2019. Comparação entre técnicas de extração de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em tecidos hepático e adiposo de tetrápodes marinhos e avaliação da heterogeneidade dos tecidos. *Química Nova* (no prelo).

LUKOWSKI, A.B.; KAROLEWSKI, M.A.; GORSKI, T.; 1987. Polychlorinated biphenyls in the tissues from the breeding colony on King George Island (South Shetland Islands). *Polish Polar Research* 8, 179-187.

MAGALHÃES, C.A.; TANIGUCHI, S.; LOURENÇO, R.A.; MONTONE, R.C. 2017. Organochlorine pesticides, PCBs, and PBDEs in liver and muscle tissues of *Paralichthys brasiliensis*, *Trichiurus lepturus* and *Cathorops spixii* in Santos Bay and surrounding area, São Paulo, Brazil. *Regional Studies in Marine Science* 16, 42-48

MCKENZIE, C.; GODLEY, B.J.; FURNES, R.W.; WELLS, D.E. 1999. Concentrations and patterns of organochlorine contaminants in marine turtles from Mediterranean and Atlantic waters. *Marine Environmental Research* 47, 117-135.

MATTHEWS, H.B.; DEDRICK, R.L. 1984. Pharmacokinetics of PCB. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology* 24, 85-103.

MCELROY, A.E.; FARRINGTON, J.W.; TEAL, J.M. 1989. Bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment, *in* Varanasi, U.; ed.; *Metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment*: Boca Raton, Florida, CRC Press, p. 1-39.



MEADOR J.P.; STEIN, J.E.; REICHERT, W.L.; VARANASI, U. 1995. Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons by marine organisms. In: Ware, G.W. (Ed.), Reviews Environmental Contamination and Toxicology. Springer-Verlag, New York, pp. 79–165.

MÉNDEZ-FERNANDEZ, P.; GALLUZZI, P.P.; TANIGUCHI, S.; SANTOS, M.C.O.; MONTONE, R.C. 2016. Validating the use of biopsy sampling in contamination assessment studies of small cetaceans. Marine Pollution Bulletin 107, 364-369.

MIAO, X.; BALAZS, G.H.; MURAKAWA, S.K.; LI, Q.X. 2001. Congener-specific profile and toxicity assessment of PCBs in green turtles (*Chelonia mydas*) from the Hawaiian Islands. The Science of Total Environment 281, 247-253.

MONTONE, R.C.; TANIGUCHI, S.; COLABUONO, F.I.; MARTINS, C.C.; CIPRO, C.V.Z.; BARROSO, H.; SILVA, J.; BÍCEGO, M.C.; WEBER, R.R. 2016. Persistent organic pollutants and polycyclic aromatic hydrocarbons in penguins of the genus *Pygoscelis* in Admiralty Bay - An Antarctic specially managed area. Marine Pollution Bulletin 15, 377-382.

MUÑOZ, J.; BECKER, P.H. 1999. The Kelp Gull as bioindicator of environmental chemicals in the Magellan region. A comparison with other coastal sites in Chile. Scientia Marina 63, 495-502.

NEFF, J.M. 1979. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment: Sources, fates, and biological effects: London, UK, Applied Science Publishers , 262p.

NEFF, J.M.; BURNS, W.A. 1996. Estimation of polycyclic aromatic hydrocarbons in the water column based on tissue-residues in mussels and salmon: An equilibrium partitioning approach. Environmental Toxicology and Chemistry 15, 2240–2254.

NEFF, J.M. 2002, Bioaccumulation in marine organisms. Effect of contaminants from oil well produced water: Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 452p.

NEFF, J.M. 2003. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the ocean. In Bioaccumulation in marine organisms - Effect of contaminants from oil well produced water. Amsterdam, Elsevier. pp. 241–318.

NEL, L.; STRYDOM, N.A.; BOUWMAN, H. 2015. Preliminary assessment of contaminants in the sediment and organisms of the Swartkops Estuary, South Africa. Marine Pollution Bulletin 101, 878–885.

NG, C.KY.; LAM, J.C.W.; ZHANG, X.H.; GU, H.X.; LI, T.H.; YE, M.B.; XIA, Z.R.; ZHANG, F.Y.; DUAN, J.X.; WANG, W.X.; LAM, I.K.S.; BALAZS, G.H.; LAM, P.K.S.; MURPHY, M.B. 2018. Levels of trace elements, methylmercury and polybrominated diphenyl ethers in foraging green turtles in the South China region and their conservation implications. Environmental Pollution 234, 735-742.

NOVELLI, R. 1997. Aves marinhas costeiras do Brasil (Identificação e Biologia). Cinco Continente Editora Ltda, Porto Alegre, RS, Brasil. 91p.

NRC. 2003. Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects Committee on Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects. National Research Council. 265p

ORÓS, J.; GONZÁLEZ-DÍAZ, O.M.; MONAGAS, P. 2009. High levels of polychlorinated biphenyls in tissues of Atlantic turtles stranded in the Canary Islands, Spain. Chemosphere 74, 473-478.

PENTEADO, J.C.P.; VAZ, J.M. 2001. O legado das bifenilas policloradas (PCB's). Química Nova 24, 390-398.

PIERONI, M.C.; LEONEL, J.; FILLMANN, G. 2017. Brominated flame retardants: a review. Química Nova 40, 317-326

RICHARDSON, K.L.; CASTRO, M.L.; GARDNER, S.C.; SCHLENK, D. 2010. Polychlorinated Biphenyls and Biotransformation Enzymes in Three Species of Sea Turtles from the Baja California Peninsula of Mexico. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 58, 183–193.

SÁNCHEZ-SARMIENTO, A.M.; ROSSI, S.; VILCA, F.Z.; VANSTREELS, R.E.T.; MONTEIRO, S.H.; VALE, L.A.S.; DOS SANTOS, R.G.; MARIGO, J.; BERTOZZI, C.P.; GRISI FILHO, J.H.H.; TORNISIELO, V.L.; MATUSHIMA, E.R. 2017. Organochlorine pesticides in green sea turtles (*Chelonia mydas*) with and without fibropapillomatosis caught at three feeding areas off Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 97, 215-223.

SANSEVERINO, A.M.; MENICONI, M.F.G. 2014. Avaliação de metodologias analíticas e teores de HPA em baleias, golfinhos, aves e tartarugas marinhas: atendimento ao licenciamento do polo pré-sal da Bacia de Santos – etapa 2. RT AMA 024/2014. Rio de Janeiro, PETROBRAS/CENPES 19 p.

SANSEVERINO, A.M.; MENICONI, M.F.G. 2015. Avaliação de metodologias analíticas e teores de HPA em pinípedes e sirênios: atendimento ao licenciamento do polo pré-sal da Bacia de Santos – etapa 2. RT AMA 020/2015. Rio de Janeiro, PETROBRAS/CENPES, 2015. 41 p.

SICK, H. 1997. Introdução a Ornitologia Brasileira. Editora Guanabara, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. p. 843.

SERICANO, J.L.; WADE, T.L.; JACKSON, T.J.; BROOKS, J.M.; TRIPP, B. W.; FARRINGTON, J.W.; MEE, L.D.; READMANN, J.W.; VILLENEUVE, J.P.; GOLDBERG, E.D. 1995. Trace organics contaminants in the Américas: an overview of the US National Status & Trends and the International 'Mussel Watch' programmes. Marine Pollution Bulletin 31, 214-225.

SKUPIŃSKA K.; MISIEWICZ I.; KASPRZYCKA-GUTTMAN T. 2004. Polycyclic aromatic hydrocarbons: physicochemical properties, environmental appearance and impact on living organisms. Acta Poloniae Pharmaceutica 61, 233–240.

STOUT, S.A.; UHLER, A.D.; MACCARTHY, K.J.; EMSBO-MATTINGLY, S.D. 2002. Chemical fingerprinting of hydrocarbons. In: Introduction to environmental forensics, Editors: Murphy, B.L. and Morrisson, R.D.; San Diego, California, EUA, Academic Press.

STOUT, S.A.; WANG, Z. 2007. Chemical fingerprinting of spilled or discharged petroleum methods and factors affecting petroleum fingerprints in the environment. Oil spill Environmental Forensics - Fingerprinting and Source Identification: San Diego, CA, EUA, Academic Press Elsevier.

STOUT, S.A.; WANG, Z. 2018. Oil spill environmental forensics case studies, Editors: Scott A. Stout, Zhendi Wang, Butterworth-Heinemann, 860p.

STOUT, S.A.; LITMAN, E.; BAKER, G.; Franks, J.S. 2018. Novel biological exposures following the Deepwater Horizon Oil Spill revealed by chemical fingerprinting. In: Oil spill environmental forensics case studies, Editors: Scott A. Stout, Zhendi Wang, Butterworth-Heinemann, 757-784,

TANIGUCHI, S.; COLABUONO, F.I.; DIAS, P.S.; OLIVEIRA, R.; FISNER, M.; TURRA, A.; IZAR, G.M.; ABESSA, D.M.S.; SAHA, M.; HOSODA, J.; YAMASHITA, R.; TAKADA, H.; LOURENÇO, R.A.; MAGALHÃES, C.A.; BÍCEGO, M.C.; MONTONE, R.C. 2016. Spatial variability in persistent organic pollutants and polycyclic aromatic hydrocarbons found in beach- stranded pellets along the coast of the state of São Paulo, southeastern Brazil. Marine Pollution Bulletin 106, 87-94.

VETTER, W. 2001. GC/ECNI-MS method for the identification of lipophilic anthropogenic and natural brominated compounds in marine samples Analytical Chemistry 73, 4957-4975.

WADE T.L.; CANTILLO, A.Y. 1994. NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 77. Use of standards and reference materials in the measurement of chlorinated hydrocarbons residues. Chemistry Workbook 1994. National Status and Trend Program for Marine Environmental Quality, NOAA, Silver Spring, 1994.

WHEATLEY, G.A. 1973. Pesticides in the atmosphere. In: Edwards, C. A.; ed. Environmental pollution by pesticides. Plenum Press, London, p. 365-408.

WORLD HEALTH ORGANIZATION & INTERNATIONAL. 1989 Programme on Chemical Safety. (1989). Aldrin and dieldrin: health and safety guide. Geneva : World Health Organization.

WEBSTER, L.; SHEPHERD, N.; RUSSELL, M.; PACKER, G.; DALGARNO, E.J.; NEAT, F. 2017. Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in Scottish deepwater environments (MoreDeep). Scottish Marine and Freshwater Science Vol. 8 No 9, 18pp.

WILCKE, W.; AMELUNG, W.; KRAUSS, M.; MARTIUS, C.; BANDEIRA, A.; GARCIA, M.V.B. 2003. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) patterns in climatically different ecological zones in Brazil: Organic Geochemistry 34, 1405-1417.

XU, W.; WANG, X.; CAI, Z. 2013. Analytical chemistry of the persistent organic pollutants identified in the Stockholm Convention : A Review. Analytica Chimica Acta 790, 1–13.

YOGUI, G.T.; SANTOS, M.C.O.; MONTONE, R.C. 2003. Chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) from the Cananéia estuary, southeastern Brazil. The Science of the Total Environment 312, 67-78.

YUNKER, M.B.; MACDONALD, R.W.; VINGARZAN, R.; MITCHELL, R.H. GOYETTE, D.; SYLVESTRE, S. 2002. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. Organic Geochemistry 33, 489–515.

YUNKER, M.B.; MACDONALD, R.W.; VINGARZAN, R.; MITCHELL, R.H. GOYETTE, D.; SYLVESTRE, S. 2002. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. Organic Geochemistry 33, 489–515.