Fernanda Imperatrice Colabuono

**Poluentes orgânicos persistentes e ingestão de plásticos
em albatrozes e petréis (Procellariiformes)**

Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências, área de Oceanografia Química e Geológica.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Rosalinda Carmela Montone

São Paulo

2011

Universidade de São Paulo

Instituto Oceanográfico

**Poluentes orgânicos persistentes e ingestão de plásticos em albatrozes e
petréis (Procellariiformes)**

Fernanda Imperatrice Colabuono

Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências, área de Oceanografia
Química e Geológica.

Julgada em ____/____/____, por

Prof^a. Dr^a.

conceito

Prof^a. Dr^a.

conceito

Prof^a. Dr^a.

conceito

Prof^a. Dr^a.

conceito

Prof^a. Dr^a.

conceito

**Para todos aqueles que acrescentaram
algo mais à minha vida.**

Sumário

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	viii
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	xv
Introdução Geral	1
Referências bibliográficas	8
Capítulo 1	12
Poluentes orgânicos persistentes em albatrozes e petréis	12
Introdução	12
Objetivo geral	17
<i>Objetivos específicos</i>	17
Materiais e métodos	18
<i>Amostragem</i>	18
<i>Análises químicas</i>	20
<i>Cuidados analíticos</i>	20
<i>Soluções padrões</i>	20
<i>Curva analítica</i>	21
<i>Preparação das amostras para a análise de organoclorados em tecidos</i>	22
<i>Extração</i>	22
<i>Purificação</i>	22
<i>Estimativa da quantidade de lipídios extraíveis</i>	23
<i>Estimativa do peso seco</i>	25
<i>Análise dos compostos por cromatografia em fase gasosa</i>	25
<i>Controle de qualidade</i>	26
<i>Limite de detecção</i>	31
<i>Apresentação dos dados e análises estatísticas</i>	33
Resultados e Discussão	34
<i>Bifenilos policlorados</i>	42
<i>Pesticidas organoclorados</i>	52
Referências bibliográficas	64

APÊNDICES	76
Capítulo 2	138
Isótopos estáveis de carbono e nitrogênio e contaminação por organoclorados em albatrozes e petréis	138
Introdução	138
Objetivo geral.....	141
<i>Objetivos específicos</i>	<i>141</i>
Materiais e métodos.....	142
<i>Amostragem</i>	<i>142</i>
<i>Preparação das amostras para análise de isótopos estáveis</i>	<i>142</i>
<i>Análise de isótopos estáveis por espectrometria de massas de razão isotópica ..</i>	<i>143</i>
<i>Análise de dados</i>	<i>143</i>
Resultados e Discussão	145
<i>Extração e normalização das razões isotópicas de carbono e nitrogênio</i>	<i>145</i>
<i>Isótopos estáveis de carbono e nitrogênio no fígado e músculo de</i>	
<i>Procellariiformes.....</i>	<i>149</i>
<i>Isótopos estáveis e contaminantes organoclorados</i>	<i>157</i>
Referências bibliográficas	164
Capítulo 3	171
Poluentes orgânicos persistentes em plásticos ingeridos por albatrozes e petréis	171
Introdução	171
Objetivo geral.....	174
<i>Objetivos específicos</i>	<i>174</i>
Materiais e Métodos	175
<i>Amostragem</i>	<i>175</i>
<i>Análises químicas</i>	<i>176</i>
<i>Cuidados analíticos</i>	<i>176</i>
<i>Soluções padrões</i>	<i>176</i>
<i>Curva analítica</i>	<i>177</i>
<i>Preparação das amostras para a análise de organoclorados em plásticos</i>	<i>178</i>
<i>Extração</i>	<i>178</i>
<i>Purificação</i>	<i>178</i>
<i>Análise dos compostos por cromatografia em fase gasosa (CG).....</i>	<i>179</i>
<i>Controle de qualidade e Limite de detecção do método</i>	<i>181</i>

Resultados e Discussão	185
Referências bibliográficas	192
APÊNDICES	197
Considerações finais	202

Agradecimentos

Esta tese é resultado do apoio e colaboração de muitas pessoas, portanto gostaria de agradecer:

À minha orientadora, Rosalinda Carmela Montone, pela ajuda, pela amizade, pelo apoio, pelas incríveis oportunidades e pela confiança na minha capacidade e no meu trabalho, que foi sem dúvida o maior incentivo para mim.

À Satie Taniguchi, pela imensa ajuda e paciência, pelas longas conversas e discussões que enriqueceram muito meu trabalho, e pela amizade ao longo destes anos. A realização deste trabalho teria sido infinitamente mais difícil e menos prazerosa sem a Satie por perto.

À querida Márcia Caruso Bicego e ao Rolf Roland Weber por me acolherem tão bem no laboratório, pelas oportunidades e pelo incentivo.

Ao Lorival, pela paciência e grande ajuda no laboratório, pelo carinho e claro pelas cataias.

Agradeço à equipe do Projeto Albatroz, em especial a Tatiana Neves, e também à toda a equipe do Centro de Recuperação de Animais Marinhos da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, em especial à Andrea Adornes, Paula e Rodolfo (Neneco) que forneceram as amostras para a realização deste trabalho, e sempre me deram apoio para trabalhar com os albatrozes e petréis.

Ao Peter G. Ryan e Viviane Barquete que possibilitaram a realização das análises de isótopos estáveis na Universidade de Cape Town. Também a todos do Percy FitzPatrick Institute of African Ornithology por me receberem tão bem durante meu período de estágio.

À toda minha família, meu pai, meus tios e padrinhos, que sempre me deram força, incentivo e todo apoio que precisei para minha vida. À minha querida mãe, que estará sempre presente na minha vida, e que seu amor e sua força foram grandes exemplos para mim. À minha irmã Thatiane, por entender meus longos períodos de ausência e por ter sido tão forte, mesmo em momentos tão difíceis.

Ao Michel Donato Gianeti, meu melhor amigo, o melhor namorado e companheiro. Obrigada pelo amor, carinho, compreensão e claro, pela paciência ao longo destes oito anos. Agradeço todos os dias por ter alguém como ele ao meu lado. É muita sorte!

Aos amigos do Labqom: Aninha, Vinícius, Diego, Amanda, Patricia, Felipe, Mauro, Patrick, Hiléia, Josi, Renato, Caio Augusto, Caio Vinícius, Dayana, Silvio, Edgar, Renato e Gabi. Aos amigos do DOB, em especial à Sandrinha e ao Gab. Obrigada pela ajuda, paciência, pelas risadas, pelos ótimos momentos no lab ou fora dele.

Às meninas da secretaria de pós, Ana Paula e Silvana, e ao Eder por serem pessoas sempre tão prestativas e atenciosas.

Agradeço ao CNPq pelo financiamento da bolsa de doutorado e à CAPES pelo financiamento da bolsa PDEE (Programa de doutorado no país com estágio no exterior).

Este trabalho não é produto apenas dos conhecimentos que adquiri ao longo destes anos de doutorado, mas também do aprendizado de trabalhos anteriores. Muitas pessoas contribuíram para minha formação ao longo de todos estes anos de trabalho com as aves, entre elas Jules M. R. Soto e Carolus Maria Vooren que dividiram comigo seus conhecimentos e fizeram aumentar ainda mais minha paixão e admiração por estes animais fantásticos que são as aves marinhas.

Resumo

Os albatrozes e petréis (Procellariiformes) são aves oceânicas e migratórias de grande interesse conservacionista. Neste trabalho foram estudadas duas classes de poluentes bastante conhecidos por afetarem negativamente as aves marinhas: os poluentes orgânicos persistentes e os plásticos. Bifenilos policlorados (PCBs) e pesticidas organoclorados foram detectados no tecido adiposo, fígado e músculo de oito espécies de Procellariiformes. Apesar da grande variabilidade intraespecífica nas concentrações, os perfis de PCBs e pesticidas organoclorados foram semelhantes entre os indivíduos, com predomínio de PCBs penta, hexa e heptaclorados e do *p*'*p*-DDE. A condição corporal se mostrou um fator importante na variação e redistribuição dos organoclorados nos tecidos das aves. As análises de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio no fígado e músculo das aves mostraram que a dieta não foi suficiente para explicar as concentrações de organoclorados nas espécies estudadas e reforçaram a influência de fatores como idade, distribuição e especificidade da dieta na contaminação por estes compostos em aves marinhas. PCBs e pesticidas organoclorados foram detectados em pellets e fragmentos plásticos encontrados no trato digestório das aves estudadas, com perfis semelhantes aos encontrados nos tecidos dos Procellariiformes. A ocorrência de poluentes orgânicos em plásticos evidencia a capacidade destes de adsorver e transportar estes compostos e reforça o potencial dos plásticos como uma fonte adicional de contaminação para os animais que os ingerem, como as aves marinhas.

Palavras-chave: Bifenilos policlorados, Pesticidas organoclorados, Isótopos estáveis, Plásticos, Procellariiformes, Brasil

Abstract

Albatrosses and petrels (Procellariiformes) are migratory oceanic birds of considerable conservational interest. The aim of the present study was to evaluate two classes of pollutants that negatively affect seabirds: persistent organic pollutants and plastics. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) were detected in the adipose tissue, liver and muscle of eight species of Procellariiformes. Although organochlorine concentrations exhibited a high degree of intra-species variability, the profiles of PCBs and OCPs were similar among the individuals, with predominance of penta, hexa and heptachlorobiphenyls and *p*'*p*-DDE. Body condition was an important factor in the variation and redistribution of organochlorine compounds in the tissues of the birds. Stable isotope analysis of carbon and nitrogen in the liver and muscle revealed that diet alone was insufficient to explain the organochlorine concentrations in the species studied, suggesting the influence of factors such as age, distribution and diet specificity regarding organochlorine contamination in seabirds. PCBs and OCPs were detected in plastic fragments and pellets found in the digestive tract of Procellariiformes, with profiles very similar to those found in the tissues of the birds. The occurrence of organic pollutants in plastics demonstrates their ability to adsorb and transport these compounds and underscores the potential of plastics as an additional source of contamination in organisms that ingest these products, such as seabirds.

Keywords: Polychlorinated biphenyls, Organochlorine pesticides, Stable isotopes, Plastics, Procellariiformes, Brazil

Índice de Figuras

Figura 1: Representação das áreas de reprodução (★) e distribuição durante o período reprodutivo e não-reprodutivo (em cinza) de <i>Diomedea exulans</i> (a), <i>Diomedea dabbenena</i> (b), <i>Thalassarche melanophris</i> (c) e <i>Thalassarche chlororhynchos</i> (d) no Oceano Atlântico. Fontes: Harrison (1983); IUCN (2010).	4
Figura 2: Representação das áreas de reprodução (★) e distribuição durante o período reprodutivo e não-reprodutivo (em cinza) de <i>Puffinus puffinus</i> (a), <i>Puffinus gravis</i> (b), <i>Procellaria aequinoctialis</i> (c), e <i>Procellaria conspicillata</i> (d) no Oceano Atlântico. Fontes: Harrison (1983); IUCN (2010).	5
Figura 1.1: Estrutura química geral de uma molécula de PCB onde $x = 1$ a 10. Adaptado de Sable & Shantz (2006).	13
Figura 1.2: Estrutura molecular de alguns pesticidas organoclorados e alguns produtos de biotransformação desses pesticidas.	15
Figura 1.3: Locais de coleta das aves estudadas. Espécimes capturados incidentalmente na pesca com espinhel estão representados por um triângulo (▲), enquanto que as aves encontradas mortas nas praias da região sul do Brasil estão representadas por um círculo (●)	19
Figura 1.4: Fluxograma do método utilizado para análise de PCBs e pesticidas organoclorados.	24
Figura 1.5: Rampa de temperatura utilizada para separação de PCBs.	25
Figura 1.6: Rampa de temperatura utilizada para separação de pesticidas organoclorados.	26

Figura 1.7: Concentrações de PCBs (ng g^{-1} peso úmido) nos três tecidos analisados das aves capturadas incidentalmente na pesca com espinhel. Os resultados obtidos pelo teste Kruskal-Wallis (KW) são apresentados no lado direito inferior do gráfico._____40

Figura 1.8: Concentrações de DDTs (ng g^{-1} peso úmido) nos três tecidos analisados das aves capturadas incidentalmente na pesca com espinhel. Os resultados obtidos pelo teste Kruskal-Wallis (KW) são apresentados no lado direito inferior do gráfico._____41

Figura 1.9: Concentrações de PCBs (ng g^{-1} peso úmido) nos três tecidos analisados das aves encontradas mortas na praia. Os resultados obtidos pelo teste Kruskal-Wallis (KW) são apresentados no lado direito inferior do gráfico._____41

Figura 1.10: Concentrações de DDTs (ng g^{-1} peso úmido) nos três tecidos analisados das aves encontradas mortas na praia. Os resultados obtidos pelo teste Kruskal-Wallis (KW) são apresentados no lado direito inferior do gráfico._____42

Figura 1.11: Concentrações de PCBs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no tecido adiposo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa)._____44

Figura 1.12: Concentrações de PCBs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no fígado de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa)._____45

Figura 1.13: Concentrações de PCBs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no músculo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa). _____46

Figura 1.14: Contribuição média relativa dos homólogos de PCBs com dois a dez átomos de cloro encontrados no tecido adiposo subcutâneo, no fígado e no músculo de *Procellaria aequinoctialis*, *Procellaria conspicillata*, *Puffinus puffinus* e *Puffinus gravis*. _____50

Figura 1.15: Contribuição média relativa dos homólogos de PCBs com dois a dez átomos de cloro encontrados no tecido adiposo subcutâneo, no fígado e no músculo de *Thalassarche melanophris*, *Thalassarche chlororhynchos*, *Diomedea exulans* e *Diomedea dabbenena*. _____51

Figura 1.16: Contribuição média relativa dos compostos do DDT encontrados no tecido adiposo subcutâneo, no fígado e no músculo de *Procellaria aequinoctialis*, *Procellaria conspicillata*, *Puffinus puffinus* e *Puffinus gravis*. _____53

Figura 1.17: Contribuição média relativa dos compostos do DDT encontrados no tecido adiposo subcutâneo, no fígado e no músculo de *Thalassarche melanophris*, *Thalassarche chlororhynchos*, *Diomedea exulans* e *Diomedea dabbenena*. _____54

Figura 1.18: Concentrações de DDTs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no tecido adiposo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa). _____55

Figura 1.19: Concentrações de DDTs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no fígado de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T.*

melanophris (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa)._____56

Figura 1.20: Concentrações de DDTs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no músculo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa)._____57

Figura 1.21: Concentrações de HCB em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no tecido adiposo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa)._____58

Figura 1.22: Concentrações de HCB em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no fígado de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa)._____59

Figura 1.23: Concentrações de HCB em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no músculo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa)._____60

Figura 2.1: Valores de $\delta^{13}\text{C}$ nas amostras de fígado de Procellariiformes. A - amostras antes da extração de lipídios; B – amostras submetidas à extração de lipídios; C – amostras corrigidas matematicamente._____146

Figura 2.2: Valores de $\delta^{13}\text{C}$ nas amostras de músculo de Procellariiformes. A - amostras antes da extração de lipídios; B – amostras submetidas à extração de lipídios; C – amostras corrigidas matematicamente._____147

Figura 2.3: Valores de $\delta^{15}\text{N}$ nas amostras de fígado de Procellariiformes. A - amostras antes da extração de lipídios; B – amostras submetidas à extração de lipídios.	148
Figura 2.4: Valores de $\delta^{15}\text{N}$ nas amostras de músculo de Procellariiformes. A - amostras antes da extração de lipídios; B – amostras submetidas à extração de lipídios.	149
Figura 2.5: Valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no fígado de quatro espécies de albatrozes coletados no sul do Brasil.	153
Figura 2.6: Valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no músculo de quatro espécies de albatrozes coletados no sul do Brasil.	153
Figura 2.7: Valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no fígado de quatro espécies de petréis coletados no sul do Brasil.	155
Figura 2.8: Valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no músculo de quatro espécies de petréis coletados no sul do Brasil.	155
Figura 2.9: Razões isotópicas do nitrogênio no músculo e concentrações de PCBs no fígado e músculo de <i>Thalassarche chlororhynchos</i> .	161
Figura 2.10: Razões isotópicas no fígado e concentrações de PCBs no fígado e músculo de <i>Procellaria aequinoctialis</i> .	162
Figura 2.11: Razões isotópicas no músculo e concentrações de PCBs no fígado e músculo de <i>Procellaria aequinoctialis</i> .	162
Figura 3.1: Pellets (A), fragmentos plásticos (B) e linhas de nylon (C) encontrados no trato digestório dos Procellariiformes.	175
Figura 3.2: Fluxograma do método utilizado para análise de PCBs de pesticidas organoclorados em plásticos.	179
Figura 3.3: Rampa de temperatura para separação de PCBs.	180

Figura 3.4: Rampa de temperatura utilizada para separação de pesticidas organoclorados._____180

Figura 3.5: Frequência de ocorrência relativa e número relativo de fragmentos plásticos, pellets e linhas de nylon encontradas no trato digestório de *Thalassarche chlororhynchos* (TC), *Thalassarche melanophris* (TM), *Puffinus gravis* (PG), *Puffinus puffinus* (PP), *Procellaria aequinoctialis* (PA) e *Procellaria conspicillata* (PC).____186

Figura 3.6: Distribuição dos homólogos dos PCBs nos plásticos encontrados no trato digestório dos Procellariiformes. Os PCBs foram agrupados pelo número de átomos de cloro na molécula._____187

Figura 3.7: Concentrações dos pesticidas organoclorados nos plásticos encontrados no trato digestório dos Procellariiformes._____188

Índice de Tabelas

Tabela 1.1: Utilização dos principais pesticidas organoclorados.	14
Tabela 1.2: Espécies e número de indivíduos coletados para análise de organoclorados.	18
Tabela 1.3: Recuperação dos padrões internos (PI) e dos 51 PCBs analisados para o branco fortificado e a amostra no controle de qualidade.	28
Tabela 1.4: Recuperação dos padrões internos (PI) e dos 25 pesticidas organoclorados analisados para o branco fortificado e a amostra no controle de qualidade.	29
Tabela 1.5: Resultados obtidos na análise do material de referência certificado SRM 1945.	30
Tabela 1.6: Limite de detecção do método (LDM) para os PCBs analisados.	32
Tabela 1.7: Limite de detecção do método (LDM) para cada pesticida organoclorado em estudo.	32
Tabela 1.8: Concentrações de PCBs e pesticidas organoclorados (ng^{-1} peso úmido) encontradas nos tecidos das quatro espécies de petréis estudadas. ΣPCB = soma dos 51 congêneres; ΣDDT = soma do <i>o,p'</i> -DDT, <i>p,p'</i> -DDT, <i>o,p'</i> -DDD, <i>p,p'</i> -DDD, <i>o,p'</i> e <i>p,p'</i> -DDE; ΣHCH = soma do α -, β - e γ -HCH; $\Sigma\text{clordanas}$ = soma do γ -, α -clordana e oxiclordana; Σdrins = soma do aldrin, endrin, isodrin e dieldrin; $\Sigma\text{endosulfan}$ = soma do endosulfan I e II.	36
Tabela 1.9: Concentrações de PCBs e pesticidas organoclorados (ng^{-1} peso úmido) encontradas nos tecidos das quatro espécies de albatrozes estudadas. ΣPCB = soma dos 51 congêneres; ΣDDT = soma do <i>o,p'</i> -DDT, <i>p,p'</i> -DDT, <i>o,p'</i> -DDD, <i>p,p'</i> -DDD, <i>o,p'</i> e <i>p,p'</i> -DDE; ΣHCH = soma do α -, β - e γ -HCH; $\Sigma\text{clordanas}$ = soma do γ -, α -clordana e	

oxiclordana; Σ drins = soma do aldrin, endrin, isodrin e dieldrin; Σ endosulfan = soma do endosulfan I e II. _____ 37

Tabela 2.1: Valores das razões isotópicas do carbono e nitrogênio no fígado e músculo de Procellariiformes coletados durante a época de migração no Brasil. _____ 151

Tabela 2.2: Coeficientes de correlação Spearman (r_s) obtidos para as concentrações de organoclorados e razões isotópicas do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e do nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) nos diferentes tecidos analisados. A ausência de correlações significativas está indicada por n.s. (não significativo). _____ 159

Tabela 3.1: Resultados obtidos na análise do material de referência *SRM* 1941b. _____ 182

Tabela 3.2: Limite de detecção do método (LDM) para os pesticidas organoclorados analisados. _____ 183

Tabela 3.3: Limite de detecção do método (LDM) para os PCBs analisados. _____ 183

Tabela 3.4: Concentrações de PCBs e pesticidas organoclorados nos plásticos encontrados no trato digestório de Procellariiformes. _____ 186

Tabela 3.5: PCBs e pesticidas organoclorados predominantes em plásticos e em tecidos de diversas espécies de Procellariiformes. _____ 191

Introdução Geral

Os albatrozes e petréis (Procellariiformes) são aves marinhas pelágicas e migratórias, que passam a maior parte de suas vidas no oceano, geralmente pousando em terra apenas para reprodução. No Hemisfério Sul, os Procellariiformes representam a ordem mais significativa entre as aves marinhas, tanto em número de espécies como em número de indivíduos (Bocher et al., 2000). Devido à ampla distribuição e à abundância de muitas espécies, estas aves possuem um papel potencialmente importante como consumidores do topo da cadeia trófica em ecossistemas pelágicos marinhos (Prince & Morgan, 1987).

Todas as espécies possuem vida longa, em média 30 anos, e alguns chegam a mais de 50 anos de vida (Vooren & Fernandes, 1989). Atingem a maturidade sexual tardiamente, produzindo, geralmente, apenas um ovo por temporada reprodutiva, com um intervalo de reprodução de anos para algumas espécies (Olmos et al., 2001).

Cefalópodes, peixes e crustáceos zooplantônicos são os principais itens alimentares dessas aves (Prince & Morgan, 1987). Por esse motivo, a distribuição pelágica das Procellariiformes concentra-se em regiões com alta produtividade biológica, como zonas temperadas, caracterizadas por correntes oceânicas regulares e zonas de confluência (Murphy, 1936; Warhan, 1990; Carboneras, 1992). Procellariiformes que nidificam em altas latitudes tendem a evitar as condições adversas do inverno acompanhando o deslocamento sazonal das massas de água até latitudes menores (Warhan, 1990; Carboneras, 1992).

No Brasil, cerca de 40 espécies de Procellariiformes (34% das espécies de albatrozes e petréis de todo o mundo) migram para as águas costeiras e oceânicas das regiões sul e sudeste do país, que estão entre as principais áreas de alimentação para estas aves (Neves et al., 2006a; CBRO, 2010). A penetração da Corrente das Falklands e

a passagem de frentes frias explicam em boa parte a ocorrência destas aves em águas brasileiras. Albatrozes e petréis são frequentemente encontrados mortos nas praias (Vooren & Fernandes, 1989) e cerca de 50% das espécies que utilizam as águas brasileiras como área de invernagem e alimentação, interagem com embarcações pesqueiras e são vítimas da captura incidental na pesca com espinhel (Neves & Olmos, 1997; Olmos et al., 2001).

Dentre as espécies frequentemente encontradas em águas brasileiras estão os albatrozes *Diomedea exulans*, *Diomedea dabbenena*, *Thalassarche melanophris* e *Thalassarche chlororhynchos*, e os petréis *Procellaria aequinoctialis*, *Procellaria conspicillata*, *Puffinus gravis* e *Puffinus puffinus* (Vooren & Fernandes, 1989; Olmos et al., 2001).

O albatroz-errante *D. exulans* ocorre na maior parte do oceano austral. No Atlântico, *D. exulans* nidifica nas Ilhas Geórgia do Sul (Harrison, 1983). Durante a época de reprodução a população da Geórgia do Sul alimenta-se sobre a plataforma das ilhas, ao longo do talude e fora da plataforma continental da Patagônia e sul do Brasil. Durante o verão as fêmeas utilizam a margem da plataforma continental da América do Sul como área de alimentação (Figura 1a). As viagens de alimentação para as águas do norte da Argentina e sul do Brasil cobrem mais de 9500 km e duram cerca 15 dias (Olmos et al., 2006). É uma espécie considerada vulnerável devido ao rápido declínio de algumas populações, como a das Ilhas Geórgia do Sul (IUCN, 2010).

O albatroz-de-Tristão *D. dabbenena* é uma espécie criticamente ameaçada devido ao declínio acentuado de sua população nas últimas décadas e por possuir área de reprodução restrita apenas as Ilhas Gough e Inaccessible (IUCN, 2010). Esta espécie realiza migração circunglobal, assim como *D. exulans*, e utiliza as águas da América do

Sul e sul da África como área de forrageamento (Ryan et al., 2001; Cuthbert et al., 2005) (Figura 1b).

O albatroz-de-sobrancelha-negra *T. melanophris* é a mais abundante das espécies de albatrozes do hemisfério sul. Possui distribuição circumpolar, com colônias em diversas ilhas subantárticas (Croxall & Gales, 1998). Através de marcações de *T. melanophris* constatou-se que as aves que utilizam as águas brasileiras durante o período de migração são originárias das Ilhas Falkland (Olmos, 2002) (Figura 1c). O albatroz-de-nariz-amarelo-do-atlântico *T. chlororhynchos* nidifica no período de setembro a março, no Arquipélago de Tristão da Cunha e Ilha Gough, localizadas no Atlântico Sul, entre o Brasil e a África (Murphy, 1936). Migra para menores latitudes, estando presente no Brasil durante o ano todo (Vooren & Brusque, 1999) (Figura 1d). *Thalassarche melanophris* e *T. chlororhynchos* pertencem a categoria de espécies ameaçadas, devido ao acentuado declínio de suas populações em cerca de seis a sete décadas, atribuído principalmente à grande mortalidade na pesca com espinhel (IUCN, 2010).

A pardela-pequena *Puffinus puffinus* e a pardela-de-sobre-branco *P. gravis* são migrantes transequatoriais (Harrison, 1983). Enquanto *P. puffinus* se reproduz ao longo da costa da Europa e ilhas do Atlântico Norte, migrando para o Atlântico Sul durante o inverno no Hemisfério Norte (Sick, 1997), *P. gravis* nidifica em Ilhas do Arquipélago de Tristão da Cunha, nas Ilhas Gough e Falkland (Fraser et al., 1988; Carboneras, 1992), migrando durante o inverno até latitudes árticas (Newton & Dale, 1996) (Figura 2a e 2b). Apesar de uma tendência de declínio das populações de *P. puffinus* e *P. gravis* ter sido observada nos últimos anos, ambas as espécies ainda não são consideradas vulneráveis, devido a ampla distribuição e ao grande tamanho de suas populações (IUCN, 2010).

Figura 1. Representação das áreas de reprodução (★) e distribuição durante o período reprodutivo e não-reprodutivo (em cinza) de *Diomedea exulans* (a), *Diomedea dabbenena* (b), *Thalassarche melanophris* (c) e *Thalassarche chlororhynchos* (d) no Oceano Atlântico. Fontes: Harrison (1983); IUCN (2010).

A pardela-preta *P. aequinoctialis* nidifica em diversas ilhas subantárticas (Murphy, 1936), sendo que dados obtidos a partir da telemetria por satélite indicam que as aves que ocorrem no Brasil devem ser procedentes das Ilhas Geórgia do Sul e Ilhas Falkland (Weimerskirch et al., 1999) (Figura 2c). A única população mundial da pardela-de-

óculos *P. conspicillata* nidifica na Ilha Inaccessible (Ryan & Moloney, 2000) (Figura 2d). Ambas as espécies são consideradas vulneráveis pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2010) devido à grande mortalidade causada por ações antrópicas.

Figura 2. Representação das áreas de reprodução (★) e distribuição durante o período reprodutivo e não-reprodutivo (em cinza) de *Puffinus puffinus* (a), *Puffinus gravis* (b), *Procellaria aequinoctialis* (c) e *Procellaria conspicillata* (d) no Oceano Atlântico. Fontes: Harrison (1983); IUCN (2010).

Atividades antrópicas como a pesca, a poluição marinha, a destruição do habitat e a introdução de espécies em colônias reprodutivas tem causado o declínio de muitas populações de Procellariiformes em todo o mundo (Croxall et al., 1998; Croxall & Gales, 1998; Ryan, 1998). Dentre 129 espécies de Procellariiformes atuais, 47% são consideradas ameaçadas (BirdLife International, 2004). No passado, as principais ameaças a estas aves eram a caça e a introdução de animais exóticos, como gatos, ratos, camundongos e cabras, nas ilhas onde estas aves se reproduzem (Gales, 1998). Atualmente, a captura incidental na pesca e a poluição marinha são as principais atividades antrópicas que afetam os Procellariiformes (Gales, 1998; BirdLife International, 2004).

Nas últimas décadas diversos países, com importantes áreas de reprodução e alimentação para os Procellariiformes, mostraram seu interesse na conservação destas aves e tem investido na pesquisa e em medidas que diminuam a mortalidade de albatrozes e petréis causada por ações humanas (Cooper et al., 2006). Uma das iniciativas visando a conservação de albatrozes e petréis foi a criação do Acordo para a Conservação de Albatrozes e Petréis (ACAP), estabelecido no âmbito da Convenção de Bonn sobre as Espécies Migratórias (CMS). O ACAP é um convênio internacional que inclui países tanto signatários como não signatários da CMS que se obrigam legalmente a adotar ações para garantir a conservação, em longo prazo, de diversas espécies de albatrozes e petréis (Cooper et al., 2006; Neves et al., 2006b). O Brasil, um dos 13 países que fazem parte do ACAP, elaborou um Plano de Ação Nacional para a Conservação de Albatrozes e Petréis (Planacap), que tem entre seus objetivos caracterizar as ameaças a esse grupo de aves e priorizar ações necessárias em prol da conservação dos albatrozes e petréis (Neves et al., 2006b; ACAP, 2009).

Neste trabalho foram estudadas duas classes de poluentes bastante conhecidos por afetarem negativamente as aves marinhas: os poluentes orgânicos persistentes e os plásticos.

Os poluentes orgânicos persistentes foram abordados no **Capítulo 1** deste trabalho, onde dados sobre a ocorrência e distribuição de organoclorados em diferentes tecidos de oito espécies de Procellariiformes são apresentados.

No **Capítulo 2**, investigou-se a possível utilização dos isótopos estáveis de carbono e nitrogênio presentes nos tecidos das aves, como uma ferramenta complementar a análise de poluentes orgânicos persistentes.

Dados sobre a ingestão de plásticos por Procellariiformes e a ocorrência de organoclorados nos plásticos ingeridos por estas aves encontram-se no **Capítulo 3** deste trabalho. Os dados apresentados neste capítulo foram publicados em 2010 na *Marine Pollution Bulletin* (v.60, p.630 – 634).

Referências bibliográficas

- AGREEMENT OF THE CONSERVATION OF ALBATROSSES AND PETRELS (ACAP). 2009. Report of the third session of the meeting of the parties. Bergen, Norway. www.acap.aq.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2004. Tracking ocean wanderers: the global distribution of albatrosses and petrels. Results from the Global Procellariiform Tracking Workshop, 1–5 September, 2003, Gordon's Bay, South Africa. BirdLife International, Cambridge.
- BOCHER, P., CHEREL, Y., HOBSON, K. A. 2000. Complete trophic segregation between South Georgian and common diving petrels during breeding at Iles Kerguelen. Marine Ecology Progress Series 208, 249 - 264.
- CARBONERAS, C. 1992. Order Procellariiformes, in: del Hoyo, J., Elliot, A., Sargatal, J. (Eds.), Handbook of the birds of the world, vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona, pp. 198 – 278.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO). 2010. Listas de aves do Brasil. Disponível em <http://www.ib.usp.br/cbro>
- COOPER, J., BAKER, G. B., DOUBLE, M. C., GALES, R., PAPWORTH, W., TASKER, M. L., WAUGH, S. M. 2006. The agreement of the conservation of albatrosses and petrels: Rationale, history, progress and the way forward. Marine Ornithology 34, 1 – 5.
- CROXALL, J. P., GALES, R. 1998. An assessment of the conservation status of albatrosses, in: Robertson, G., Gales, R. (Eds.), The albatross biology and conservation. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, pp. 45 - 62.

- CROXALL, J. P., PRINCE, P. A., ROTHERY, P., WOOD, A. G. 1998. Population changes in albatrosses at South Georgia, in: Robertson, G., Gales, R. (Eds.), The albatross biology and conservation. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, pp. 70 - 83.
- CUTHBERT, R. J. 2005. Breeding biology, chick growth and provisioning of Great Shearwaters (*Puffinus gravis*) at Gough Island, South Atlantic Ocean. Emu 105, 305 - 310.
- FRASER, M. W., RYAN, P. G., WATKINS, B. P. 1988. The seabirds of Inaccessible Island, South Atlantic Ocean. Cormorant 16, 7 - 33.
- GALES, R. 1998. Albatross populations: status and threats, in: Robertson, G., Gales, R., (Eds.), Albatross biology and conservation. Chipping Norton, Surrey Beatty and Sons, pp. 20 – 45.
- HARRISON, P. 1983. Seabirds, an identification guide. Houghton Mifflin Company, Massachusetts.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). 2010. Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org.
- MURPHY, R. C. 1936. Oceanic birds of South America, Vol 2. American Museum of Natural History, New York.
- NEVES, T. S., OLMOS, F. 1997. Albatross mortality in fisheries off the coast of Brazil, in: Robertson, G., Gales, R., (Eds.), The Albatross Biology and conservation. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, pp. 214 – 219.
- NEVES, T., VOOREN, C. M., BUGONI, L., OLMOS, F., NASCIMENTO, L. 2006a. Distribuição e abundância de aves marinhas na região sudeste-sul do Brasil, in: Neves, T., Bugoni, L., Rossi-Wongtschowski, C. L. (Eds.), Aves oceânicas e suas

- interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil (Série documentos Revizee: Score Sul). Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, pp. 11 – 35.
- NEVES, T., OLMOS, F., PEPPE, F., MOHR, L. V. 2006b. Plano de Ação Nacional para a Conservação de Albatrozes e Petréis. Série Espécies Ameaçadas Número 2, Ibama, Brasília.
- NEWTON, I., DALE, L. 1996. Relationship between migration and latitude among west European birds. *Journal of Animal Ecology* 65, 137 - 146.
- OLMOS, F., BASTOS, G., NEVES, T. 2001. Pesca no céu. *Ciência Hoje* 29, 24 - 32.
- OLMOS, F. 2002. Non-breeding seabirds in Brazil: a review of band recoveries. *Ararajuba* 10, 31 - 42.
- OLMOS, F., BUGONI, L., NEVES, T., PEPPE, F. 2006. Caracterização das aves oceânicas que interagem com a pesca de espinhel no Brasil, in: Neves, T., Bugoni, L., Rossi-Wongtschowski, C. L. (Eds.), *Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil (Série documentos Revizee: Score Sul)*. Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, pp. 37- 67.
- PRINCE, P. A., MORGAN, R. A. 1987. Diet and feeding ecology of Procellariiformes, in: Croxall, J. P. (Ed.), *Seabirds: feeding ecology and role in marine ecosystems*. University Press, Cambridge, pp. 135 - 173.
- RYAN, P. G. 1998. The taxonomic and conservation status of the Spectacled Petrel *Procellaria conspicillata*. *Bird Conservation International* 11, 33 - 46.
- RYAN, P. G., MOLONEY, C. L. 2000. The status of spectacled petrels *Procellaria conspicillata* and other seabirds at Inaccessible Island. *Marine Ornithology* 28, 93 - 100.

- RYAN, P. G., COOPER, J., GLASS, J. 2001. Population status, breeding biology and conservation of the Tristan albatross *Diomedea [exulans] dabbenena*. Bird Conservation International 11, 35 - 48.
- SICK, H. 1997. Ornitologia brasileira. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- VOOREN, C. M., FERNANDES, A. C. 1989. Guia de albatrozes e petréis do sul do Brasil. Ed. Sagra, Porto Alegre, RS.
- VOOREN, C. M., BRUSQUE, L. 1999. Diagnóstico sobre as aves do ambiente costeiro do Brasil. in: Workshop Avaliação de ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeiras marinhas. Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO), Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/aves>.
- WARHAM, J. 1990. The petrels: their ecology and breeding systems. Academic Press, London.
- WEIMERSKIRCH, H., CATARD, A., PRINCE, P. A., CHEREL, Y., CROXALL, J. P. 1999. Foraging White-chinned Petrels *Procellaria aequinoctialis* at risk: from the tropics to Antarctica. Biological Conservation 87, 273 - 275.

Capítulo 1

Poluentes orgânicos persistentes em albatrozes e petréis

Introdução

Poluentes orgânicos persistentes (POPs) são compostos orgânicos sintéticos que possuem grande estabilidade química e são comumente encontrados em diversos organismos aquáticos e terrestres (Jones & Voogt, 1999). Alguns destes poluentes são considerados altamente tóxicos e uma grande variedade de efeitos crônicos pode ser atribuída a eles, incluindo disfunção endócrina, mutagênese e carcinogênese (Tanabe, 2002; Tanabe, 2004).

Bifenilos policlorados (PCBs) e pesticidas organoclorados fazem parte do grupo dos POPs por estarem entre os compostos orgânicos de origem antrópica mais persistentes no ambiente, e por apresentarem características como hidrofobicidade, grande potencial de acumulação nos organismos e magnificação na cadeia trófica (Ritter et al., 1995; Jones & Voogt, 1999).

Os PCBs formam um grupo de 209 compostos orgânicos que podem ter 1 a 10 cloros em diferentes posições na molécula (Figura 1.1). Entre as principais características dos PCBs pode-se destacar: grande estabilidade química, alta constância dielétrica e resistências a altas temperaturas. Devido a essas propriedades eles 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, também foram usados como agente sinérgico para aumentar o período de vida ativo dos pesticidas organoclorados (Clark, 2001). Bifenilos policlorados foram utilizados industrialmente até a década de 1970, quando foram então proibidos.

Figura 1.1. Estrutura química geral de uma molécula de PCB onde $x = 1$ a 10.
 Adaptado de Sable & Shantz (2006).

O destino e comportamento dos congêneres de PCBs no ambiente são influenciados pelas suas propriedades físico-químicas, principalmente sua pressão de vapor, solubilidade em água e lipoficidade. Congêneres menos clorados possuem pressão de vapor e solubilidade em água maior do que os mais clorados, os quais são mais lipofílicos (Hutzinger et al., 1974). Estas diferenças exercem um grande efeito na persistência dos congêneres individuais e seu coeficiente de partição entre os diferentes compartimentos ambientais (Penteado & Vaz, 2001).

Os pesticidas organoclorados foram a primeira geração de pesticidas usadas pelo homem em larga escala para uma grande variedade de fins (Tabela 1.1). O grupo dos pesticidas organoclorados é representado por grande número de substâncias com considerável diversidade de estruturas (Figura 1.2) e propriedades. Atualmente, esses pesticidas têm o seu uso proibido ou restrito em muitos países (Jones & Voogt, 1999), inclusive no Brasil.

Tabela 1.1. Utilização dos principais pesticidas organoclorados.

Nome comum	Utilização
DDT	Inseticida muito utilizado na agricultura e no controle de vetores de enfermidades, como a malária, em alguns países tropicais e/ou em desenvolvimento
HCB	Proteção de sementes e prevenção de fungos sobre grãos. Empregado na manufatura de fogos de artifício, munições e de borracha sintética. Também poder ser liberado para o ambiente durante a manufatura, combustão ou decomposição de produtos clorados.
HCH	Inseticida de amplo espectro utilizado no tratamento de sementes e solo, aplicação sobre frutas, legumes, árvores, madeiras e materiais estocados, tratamento contra ectoparasitas em animais e na saúde pública para o controle de piolhos.
Aldrin	Tratamento de sementes e estruturas de madeiras. Inseticida para o controle de térmitas, gafanhotos, besouros, etc. na agricultura
Dieldrin	Mesmas aplicações do Aldrin. Também foi utilizado na saúde pública para o controle de moscas tsé-tsé e outros vetores de doenças tropicais.
Endrin	Praguicida de amplo espectro, utilizado no controle de insetos, roedores e aves. Na agricultura foi utilizado principalmente nas plantações de algodão, arroz, milho e cana-de-açúcar.
Heptacloro	Praguicida para o controle de insetos terrestres e para tratamento de sementes
Clordana	Aplicado ao controle de térmitas, e na agricultura em jardins como agente fumigante.
Mirex	Aplicado principalmente para o controle de formigas e térmitas. Utilizado como retardante de chamas em plásticos, borracha, tinta, papel e utensílios elétricos.
Metoxicloro	Praguicida utilizado contra uma grande variedade de insetos; utilizado em atividades agrícolas e agropastoris.
Endosulfan	Inseticida e acaricida de contato e de ingestão utilizado principalmente na agricultura de produtos alimentícios e não alimentícios, como o algodão e o tabaco. Também utilizado como preservativo de madeira.

Fontes: WHO (1984); WHO (1991); Zitko (2003); Miranda-Filho et al. (2008).

Figura 1.2. Estrutura molecular de alguns pesticidas organoclorados e alguns produtos da biotransformação desses pesticidas.

PCBs e pesticidas organoclorados estão entre os contaminantes mais bem estudados, devido principalmente aos seus efeitos biológicos nocivos (Gilbertson & Hale, 1974; Tanabe et al., 1998). Exemplos disso são: a fragilização da casca de ovos de aves devido a falha no metabolismo do cálcio causada pelo *p,p'*-DDE, um metabólito do *p,p'*-DDT; e a relação entre a mortalidade e deformidade de embriões e filhotes de aves e a contaminação por PCBs (Ratcliffe, 1967, 1970; Gilbertson et al., 1976).

Alguns estudos realizados na América do Norte e Europa têm relacionado a diminuição do sucesso reprodutivo e o declínio das populações de diversas espécies de aves à exposição aos organoclorados (Stickel et al., 1984; Pearce et al., 1989). Entretanto, a maior parte dos estudos sobre estes compostos em aves são realizados em áreas terrestres ou costeiras, e dados sobre a contaminação em aves pelágicas e migratórias, como os albatrozes e petréis (Procellariiformes) são escassos (Jones et al., 1996; Auman et al., 1997).

A contaminação por compostos organoclorados pode ser a causa de diversos fatores que afetam as populações de Procellariiformes, como um aumento da mortalidade e a diminuição do sucesso reprodutivo. Efeitos tóxicos de poluentes, como os organoclorados, podem manifestar-se durante atividades que envolvam um alto custo energético, como a migração e a reprodução, devido à mobilização de lípidios e redistribuição dos poluentes nos tecidos (Tanaka et al., 1986). Portanto, o estudo dos níveis corporais de poluentes no organismo é importante para se compreender melhor os prejuízos causados e as possíveis consequências para populações de Procellariiformes de grande interesse conservacionista.

Objetivo geral

Avaliar a ocorrência e a distribuição de PCBs e pesticidas organoclorados em diferentes tecidos de oito espécies de Procellariiformes coletados durante o período migratório no sul do Brasil.

Objetivos específicos

- ⇒ Identificar e quantificar os organoclorados presentes no tecido adiposo subcutâneo, fígado e músculo de *D. exulans*, *D. dabbenena*, *T. melanophris*, *T. chlororhynchos*, *P. gravis*, *P. puffinus*, *P. aequinoctialis* e *P. conspicillata*.
- ⇒ Comparar as concentrações destes poluentes entre as diferentes espécies e tecidos.

Materiais e métodos

Amostragem

Foram coletadas 103 aves, pertencentes a oito espécies de Procellariiformes (Tabela 1.2). Dezesete espécimes foram obtidos através de coletas de aves mortas no litoral do Rio Grande do Sul (RS) nas latitudes de 29°S a 33°S, pela equipe do Centro de Recuperação de Animais Marinhos da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (CRAM-FURG). Oitenta e seis espécimes são provenientes da captura incidental pela pesca com espinhel pelágico na região sul do Brasil, entre as latitudes de 27°S a 34°S e longitudes de 47°W a 52°W (Figura 1.3). As amostras provenientes da pesca com espinhel foram obtidas em parceria com o Projeto Albatroz e o Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental (NEMA).

Tabela 1.2. Espécies e número de indivíduos coletados para análise de organoclorados.

Espécie	Número de indivíduos
Pardela-pequena <i>Puffinus puffinus</i>	6
Pardela-de-sobre-branco <i>Puffinus gravis</i>	6
Pardela-preta <i>Procellaria aequinoctialis</i>	34
Pardela-de-óculos <i>Procellaria conspicillata</i>	3
Albatroz-de-sobrancelha-negra <i>Thalassarche melanophris</i>	33
Albatroz-de-nariz-amarelo-do-Atlântico <i>Thalassarche chlororhynchos</i>	11
Albatroz-de-Tristão <i>Diomedea dabbenena</i>	5
Albatroz-errante <i>Diomedea exulans</i>	5

Figura 1.3. Locais de coleta das aves estudadas. Espécimes capturados incidentalmente na pesca com espinhel estão representados por um triângulo (▲), enquanto que as aves encontradas mortas nas praias da região sul do Brasil estão representadas por um círculo (●).

As necrópsias das aves coletadas foram realizadas no CRAM (FURG), em julho de 2006 e agosto de 2007, e no Projeto Albatroz em Santos e Itajaí, em fevereiro e junho de 2008, respectivamente. Amostras de tecido adiposo subcutâneo, fígado e músculo foram coletadas. Todas as aves encontradas mortas na praia possuíam apenas pequenas quantidades de tecido adiposo subcutâneo, sendo que em alguns indivíduos não foi possível coletar amostras deste tecido. As amostras foram armazenadas separadamente em papel alumínio e congeladas a -20°C .

O estágio de maturidade (somente para os albatrozes) e sexo dos indivíduos foi registrado, segundo Harrison (1983) e Proctor e Lynch (1993).

Análises químicas

As análises para determinação de organoclorados foram realizadas no Laboratório de Química Orgânica Marinha (Lab-QOM) do Instituto Oceanográfico da USP (IOUSP). O procedimento metodológico adaptado de MacLeod et al. (1986) e utilizado no Laboratório de Química Orgânica Marinha (IO-USP) foi otimizado para a análise de organoclorados em tecidos de aves.

Cuidados analíticos

Toda a vidraria utilizada foi previamente lavada com detergente e enxaguada em água corrente. Depois de seca foi coberta com alumínio e levada a mufla durante por 4 horas a 450°C. Vidrarias volumétricas que não poderiam ser calcinadas, assim como as colunas de purificação, após serem enxaguadas em água corrente foram lavadas com *n*-hexano/diclorometano (1:1, v/v) e *n*-hexano.

A água utilizada na desativação da sílica e da alumina foi purificada através de extração com *n*-hexano, repetida por cinco vezes. O sulfato de sódio anidro, a sílica gel e a alumina foram calcinados por 4 horas a 450 °C e mantidos em um dessecador até o uso.

Soluções padrões

As soluções de organoclorados utilizadas foram adquiridas do laboratório internacional *AccuStandard* (USA). A partir desses padrões certificados, três tipos de soluções foram preparadas: as misturas com os padrões externos, sendo uma para PCBs e uma para pesticidas, os *surrogates* e o padrão interno.

A mistura de PCBs continha 51 congêneres, com compostos contendo de 2 a 10 átomos de cloro (numeração IUPAC: 8, 18, 28, 31, 33, 44, 49, 52, 56, 60, 66, 70, 74, 77, 81, 87, 95, 97, 99, 101, 105, 110, 114, 118, 123, 126, 128, 132, 138, 141, 149, 151, 153, 156, 157, 158, 167, 169, 170, 174, 177, 180, 183, 187, 189, 194, 195, 199, 203, 206 e 209).

A mistura de pesticidas continha os DDTs e seus metabólitos (*o,p'*-DDD, *p,p'*-DDD, *o,p'*-DDE, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDT), HCHs (α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH), clordanas (γ -clordana, α -clordana), drins (aldrin, dieldrin, isodrin e endrin), heptacloro, heptacloro epóxido A e B, endosulfan I e II, metoxicloro, HCB e mirex. Ambas as misturas dos organoclorados possuíam concentração de $1,0 \text{ ng } \mu\text{l}^{-1}$.

A solução dos *surrogates* utilizada para os organoclorados continha o PCB 103 e o PCB 198 e a solução de padrão interno continha o composto TCMX (2,3,5,6-tetracloro-*m*-xileno), todos em concentração de $1,0 \text{ ng } \mu\text{l}^{-1}$.

Curva analítica

A quantificação dos PCBs e pesticidas organoclorados foi realizada utilizando uma curva analítica para cada grupo contendo nove concentrações (1, 5, 10, 20, 50, 80, 100, 150 e $200 \text{ pg } \mu\text{l}^{-1}$). Para ambas as curvas foi considerado um coeficiente de correlação maior ou igual a 0,995.

A identificação dos pesticidas foi feita em relação aos tempos de retenção no cromatograma. Para a identificação dos PCBs além dos tempos de retenção, também foram utilizados os respectivos íons de quantificação e íons de confirmação. As concentrações foram obtidas através das razões entre os *surrogates* e os compostos de interesse, baseada nas curvas analíticas.

As curvas foram verificadas recalculando-se seus próprios pontos. A curva estava boa para o uso se apresentasse um fator de resposta com menos de 25% de variação.

Preparação das amostras para a análise de organoclorados em tecidos

Para a análise de organoclorados foram utilizadas amostras de tecido adiposo subcutâneo, fígado e músculo das aves. As porções de amostras utilizadas foram cortadas da parte interna da amostra original para evitar contaminações que poderiam ter ocorrido na superfície. As amostras foram pesadas em papel alumínio utilizando-se uma balança analítica.

Extração

A amostra de tecido (0,25 g para tecido adiposo e fígado; 2,5g para músculo) foi macerada com cerca de 10 g de sulfato de sódio anidro. Em cada uma das amostras, adicionou-se 100 µl de cada um dos *surrogates* (PCB 103 e PCB 198).

As amostras foram extraídas em Soxhlet por 8 h com 80 ml de *n*-hexano e diclorometano (1:1, v/v). O extrato foi concentrado a 1,0 ml, de onde retirou-se 0,1 ml para determinação de lipídios.

Purificação

As amostras foram submetidas a cromatografia de adsorção em uma coluna contendo 16g de alumina sobre 8g de sílica, ambas 5% desativadas com H₂O. No topo da coluna (sobre a alumina) adicionou-se aproximadamente 1,5 cm de sulfato de sódio. As amostras foram eluídas com 100 ml de diclorometano.

A cromatografia de adsorção elimina alguns lipídios, pigmentos e partículas da amostra. Porém, no caso de amostras biológicas, esse processo não é suficiente para a

retirada total dos lipídios, sendo necessária uma nova etapa de purificação. Desta forma, depois da coluna de sílica/alumina as amostras foram concentradas a 0,5 ml e submetidas a cromatografia a líquido de alta eficiência (HPLC), utilizando-se diclorometano como eluente a um fluxo de 5 ml/min. Foram utilizadas duas colunas de exclusão por tamanho para cromatografia de permeação em gel: a pré-coluna foi a Phenogel 100 A, com 7,8 mm de diâmetro e 50 mm de comprimento, e a coluna foi a Phenogel 100 A, com 22,5 x 250 mm da Phenomenex.

Durante a corrida em HPLC, foram coletadas duas frações de cada uma das amostras. A primeira fração, contendo os lipídios, foi coletada a partir do início da corrida até aproximadamente 29,5 minutos, e posteriormente foi descartada. A segunda fração (de 29,5 a 43 minutos), que continha os compostos de interesse para a análise, foi concentrada e recuperada em *n*-hexano. O padrão interno TCMX foi então adicionado, obtendo-se um volume final de 0,9 ml.

A Figura 1.4 ilustra as etapas realizadas durante a análise de PCBs e pesticidas organoclorados.

Estimativa da quantidade de lipídios extraíveis

A quantidade de lipídios extraíveis foi obtida por análise gravimétrica. Uma alíquota de 0,1 ml (10%) do extrato concentrado foi separada e colocada em pequenos frascos de vidro, previamente pesados. Após a total evaporação, cada frasco foi novamente pesado e a diferença entre a pesagem inicial e a pesagem após a adição e evaporação da alíquota foi utilizada no cálculo da percentagem de lipídios. A equação utilizada foi:

$$\text{Lipídios extraíveis} = \frac{\text{resíduo (mg)} \times \text{volume total do extrato (ml)}}{\text{vol. alíquota (ml)} \times \text{quantidade de amostra extraída (g)}}$$

Figura 1.4. Fluxograma do método utilizado para a análise de PCBs e pesticidas organoclorados.

Estimativa do peso seco

Aproximadamente 1 g de amostra foi seco em uma estufa à temperatura de 70°C durante pelo menos 48 horas. Utilizando o valor obtido através da repesagem do material, calculou-se o peso seco da amostra, com a seguinte equação:

$$\text{Peso seco} = \frac{\text{peso do frasco com amostra (mg)} - \text{peso do frasco vazio (mg)}}{\text{peso do frasco com amostra (mg)} - \text{peso do frasco (mg)}}$$

O peso seco foi calculado apenas para as amostras de fígado e de músculo.

Análise dos compostos por cromatografia em fase gasosa

Para a análise de PCBs os extratos foram injetados em um cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro de massas (GC-MS) 5973N da Agilent Technologies com impacto de elétrons (EI). O equipamento operou no modo de monitoramento seletivo de íons (SIM) (70eV). Foi utilizada uma coluna capilar de 5% fenil metilsiloxana, com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme. A rampa de temperatura utilizada para a separação dos PCBs está representada na Figura 1.5. O gás de arraste utilizado foi o hélio com fluxo constante de 1,1 ml min⁻¹, a temperatura da interface a 280°C, temperatura da fonte a 300°C e temperatura do quadrupolo a 200°C. O volume injetado foi de 1 µl no modo sem divisão de fluxo (*splitless*).

Figura 1.5. Rampa de temperatura utilizada para separação de PCBs.

Os pesticidas organoclorados foram analisados em um cromatógrafo a gás acoplado a detector de captura de elétrons (GC-ECD) 6890N da Agilent Technologies, usando uma coluna capilar de 5% fenil metilsiloxana, com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de espessura de filme. A rampa de temperatura utilizada para a separação dos pesticidas organoclorados está representada na Figura 1.6. As temperaturas do injetor e do detector foram de 280°C e 320°C, respectivamente. O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio (pressão constante de 40 kPa a 100°C), enquanto o nitrogênio foi utilizado como gás auxiliar (*make up*) com um fluxo de 60 ml min^{-1} . O volume injetado foi de 2 μl no modo sem divisão de fluxo (*splitless*).

Figura 1.6. Rampa de temperatura utilizada para separação de pesticidas organoclorados.

Controle de qualidade

Para verificar a precisão e exatidão das análises foi realizado um controle de qualidade contendo um branco, um branco fortificado, uma matriz e sua duplicata, uma matriz fortificada e a análise de um material de referência certificado, seguindo os critérios de Wade & Cantillo (1994).

O branco foi usado para determinar se as amostras foram contaminadas durante todo o processo analítico, sendo que os valores encontrados no branco foram descontados de todo o restante das amostras. A duplicata foi utilizada para avaliar a

homogeneidade da amostra e a precisão analítica do método, sendo que a diferença entre a amostra original e a duplicata não deveria ultrapassar 25 %. A matriz fortificada foi utilizada para verificar a eficiência do método com influência da matriz a ser analisada.

O uso de material de referência certificado, SRM (*Standard Reference Material*[®]) ou CRM (*Certified Reference Material*), é uma das etapas mais importantes para validação de uma metodologia. O material de referência é uma amostra bem caracterizada com relação aos analitos de interesse. O certificado de análise que acompanha a amostra, consta dos valores certificados e de suas incertezas (Schantz et al., 1993).

A matriz utilizada para o controle de qualidade foi o tecido adiposo (0,25 g) de de um espécime de albatroz-de-sobrancelha-negra (*T. melanophris*). O material de referência certificado utilizado no presente trabalho foi o SRM 1945 (Standard Reference Material 1945 – Organics in Whale Blubber), que é composto de um homogenizado de tecido adiposo subcutâneo (“blubber”) de uma baleia piloto (fêmea adulta) proveniente de encalhe em Cape Cod, Massachussets (EUA) em setembro de 1991. O SRM 1945 foi obtido do NIST (National Institute of Standards and Technology) dos Estados Unidos. A quantidade de SRM utilizado nesta análise foi de 0,25 g.

Os *surrogates* foram adicionados a todas as amostras. Na matriz fortificada e no branco fortificado também foram adicionados 50 µl de cada uma das misturas contendo os compostos a serem analisados (PCBs e pesticidas) a uma concentração de 1 ng µl⁻¹.

Os *surrogates* foram utilizados para corrigir as variações, sendo que este devia ter recuperação entre 50 e 120 %, caso contrário a análise seria repetida. O cálculo da

recuperação dos *surrogates* foi realizado utilizando a relação de área entre os *surrogates* e o padrão interno.

As recuperações obtidas para os organoclorados com o método utilizado estavam dentro da faixa aceitável. As recuperações médias dos *surrogates* PCB 103 e PCB 198 foram de 85% e 90%, respectivamente. A recuperação dos padrões de PCBs no branco fortificado variou entre 90 e 119% e na amostra fortificada variou entre 88% e 115% (Tabela 1.3). Para os pesticidas esta variação foi de 69 a 101% no branco, e de 67% a 114% na amostra (Tabela 1.4).

Tabela 1.3. Recuperação dos padrões internos (PI) e dos 51 PCBs analisados para o branco fortificado e a amostra fortificada no controle de qualidade.

Compostos	Branco (%)	Amostra (%)	Compostos	Branco (%)	Amostra (%)
PCB 103 (<i>surrogate</i>)	84	91	PCB 114	112	106
PCB 198 (<i>surrogate</i>)	84	89	PCB 153	96	88
PCB 8	90	107	PCB 105	107	99
PCB 18	98	107	PCB 132	103	90
PCB 31	111	109	PCB 141	106	110
PCB 28	109	117	PCB 138	119	112
PCB 33	103	108	PCB 158	107	109
PCB 52	113	115	PCB 126	107	111
PCB 49	99	107	PCB 187	100	100
PCB 44	101	104	PCB 183	105	103
PCB 74	106	110	PCB 128	94	100
PCB 70	105	106	PCB 167	106	108
PCB 66	104	105	PCB 174	113	111
PCB 95	106	106	PCB 177	104	109
PCB 56	106	107	PCB 156	103	105
PCB 60	108	108	PCB 157	103	105
PCB 101	116	117	PCB 180	110	105
PCB 99	104	107	PCB 169	113	107
PCB 97	107	110	PCB 170	104	99
PCB 81	109	108	PCB 199	106	101
PCB 87	105	108	PCB 203	101	101
PCB 77	109	108	PCB 189	109	105
PCB 110	102	105	PCB 195	106	107
PCB 151	103	108	PCB 194	109	111
PCB 123	101	88	PCB 206	107	106
PCB 149	104	103	PCB 209	102	106
PCB 118	103	92			

Tabela 1.4. Recuperação dos padrões internos (PI) e dos 25 pesticidas organoclorados analisados para o branco fortificado e a amostra fortificada no controle de qualidade.

Compostos	Branco (%)	Amostra (%)	Compostos	Branco (%)	Amostra (%)
PCB 103 (<i>surrogate</i>)	85	86	<i>o</i> ' <i>p</i> -DDE	101	108
PCB 198 (<i>surrogate</i>)	89	95	α -clordana	87	87
α - HCH	69	89	Dieldrin	73	76
HCB	71	80	Endosulfan I	89	108
β -HCH	85	114	<i>p</i> ' <i>p</i> -DDE	97	110
γ -HCH	72	91	<i>o</i> ' <i>p</i> -DDD	93	105
δ -HCH	85	103	Endrin	85	93
Heptacloro	72	95	Endosulfan II	73	101
Aldrin	82	93	<i>p</i> ' <i>p</i> -DDD	101	116
Isodrin	82	99	<i>o</i> ' <i>p</i> -DDT	80	83
Heptacloro Epóxide B	88	110	<i>p</i> ' <i>p</i> -DDT	72	76
Oxiclordana	84	76	Metoxicloro	100	67
Heptacloro Epóxide A	91	110	Mirex	78	112
γ -clordana	79	88			

Todos os compostos analisados no material de referência certificado estiveram dentro da faixa adequada (Tabela 1.5). De acordo com o critério de aceitação em programas desenvolvidos pelo NS&T (Wade & Cantillo, 1994), a metodologia é considerada confiável se 80% dos compostos analisados estiverem dentro da faixa apresentada no certificado, acrescido de $\pm 35\%$. Portanto, a validação do método foi realizada com sucesso.

Tabela 1.5. Resultados obtidos na análise do material de referência certificado *SRM 1945*.

Compostos	Resultados obtidos	Resultados aceitáveis				Avaliação
	[] (ng g ⁻¹)	Valor certificado (95%)	Desvio padrão	Faixa aceitável		
		(ng g ⁻¹)		inferior	superior	
PCB 18	3,69	4,48	0,88	2,34	7,24	OK
PCB 52	30,1	43,6	2,50	26,7	62,2	OK
PCB 49	12,3	20,8	2,80	11,7	31,9	OK
PCB 44	9,11	12,2	1,40	7,02	18,4	OK
PCB 66	16,6	23,6	1,60	14,3	34,0	OK
PCB 87	16,9	16,7	1,40	9,95	24,4	OK
PCB 95	27,6	33,8	1,70	20,9	47,9	OK
PCB 101	60,0	65,2	5,60	38,7	95,6	OK
PCB 105	18,1	30,1	2,30	18,1	78,2	OK
PCB 99	39,5	45,4	5,40	26,0	68,6	OK
PCB 110	20,4	23,3	4,00	12,5	36,9	OK
PCB 149	95,5	107	8,40	63,8	155	OK
PCB 118	58,6	74,6	5,10	45,2	108	OK
PCB 128	17,0	23,7	1,70	14,3	34,3	OK
PCB 138	134	132	7,40	80,7	188	OK
PCB 151	17,3	28,7	5,20	15,3	45,8	OK
PCB 153	214	213	19,0	126	313,2	OK
PCB 187	90,9	105	9,10	62,4	154,2	OK
PCB 183	26,7	36,6	4,10	21,1	54,9	OK
PCB 156	7,38	10,3	1,10	5,98	15,4	OK
PCB 180	109	107	5,30	65,9	151	OK
PCB 170	39,5	40,6	2,60	24,7	58,3	OK
PCB 195	10,6	17,7	4,30	8,71	29,7	OK
PCB 194	42,0	39,6	2,50	24,1	56,8	OK
PCB 206	34,8	31,1	2,70	18,5	45,6	OK
PCB 209	15,2	10,6	1,10	6,18	15,8	OK
HCB	21,2	32,9	1,70	20,3	46,7	OK
α-HCH	9,87	16,2	3,40	8,32	26,5	OK
γ-HCH	2,09	3,30	0,81	1,62	5,55	OK
Heptacloro epóxide A	6,41	10,8	1,30	6,18	16,3	OK
Oxiclordana	16,8	19,8	1,90	11,6	29,3	OK
Mirex	27,8	28,9	2,80	17,0	42,8	OK
α-clordana	65,3	46,9	2,80	28,7	67,1	OK
<i>o,p'</i> -DDE	17,6	12,3	0,87	7,42	17,8	OK
<i>p,p'</i> -DDE	393	445	37,0	265	651	OK
<i>o,p'</i> -DDD	24,8	18,1	2,80	9,95	28,2	OK
<i>p,p'</i> -DDD	97,6	133	10,0	80,0	193	OK
<i>o,p'</i> -DDT	62,2	106	14,0	59,8	162	OK
<i>p,p'</i> - DDT	159	245	15,0	150	351	OK

Limite de detecção

O limite de detecção de um método (LDM) é definido como a concentração mínima de uma substância que pode ser medida com 95% de confiança de que essa concentração é maior que zero e pode ser determinada em uma matriz contendo o analito. Uma das maneiras de realizar o LDM é através da quantificação de uma pequena quantidade de analitos adicionados a uma matriz que não contenha os compostos em estudo ou que apresente baixas concentrações dos analitos. Para o cálculo do limite de detecção adotou-se três vezes o valor do desvio padrão de cada um dos compostos em sete replicatas (Wade & Cantillo, 1994).

Para a realização do limite de detecção de PCBs e pesticidas organoclorados em tecidos utilizou-se 0,25 g do fígado de um espécime de raia-ticonha *Rhinoptera bonasus*, coletada em Ubatuba, litoral norte de SP. Foram realizadas sete replicatas da amostra que foi fortificada com 100 µl de uma solução de 20 ng µl⁻¹ contendo os analitos de interesse.

O limite de detecção para os PCBs variou de 1,7 a 8,5 ng g⁻¹ (Tabela 1.6), enquanto que para os pesticidas organoclorados este intervalo foi de 1,0 a 5,9 ng g⁻¹ (Tabela 1.7). Para efeito de cálculo, os valores abaixo do limite de detecção do método foram considerados nulos.

Tabela 1.6. Limite de detecção do método (LDM) para os PCBs analisados.

Compostos	LDM (ng g ⁻¹)	Compostos	LDM (ng g ⁻¹)	Compostos	LDM (ng g ⁻¹)
PCB 8	3,26	PCB 87	2,53	PCB 128	2,96
PCB 18	4,39	PCB 77	1,67	PCB 167	4,60
PCB 31	4,09	PCB 110	4,09	PCB 174	2,30
PCB 28	4,82	PCB 151	4,93	PCB 177	3,22
PCB 33	2,54	PCB 123	3,28	PCB 156	3,53
PCB 52	2,15	PCB 149	4,47	PCB 157	2,23
PCB 49	2,90	PCB 118	2,79	PCB 180	3,16
PCB 44	3,67	PCB 114	4,10	PCB 169	7,32
PCB 74	2,79	PCB 153	3,05	PCB 170	3,42
PCB 70	2,34	PCB 132	6,67	PCB 199	5,42
PCB 66	3,06	PCB 105	3,53	PCB 203	3,58
PCB 95	3,66	PCB 141	8,50	PCB 189	3,03
PCB 56/60	2,15	PCB 138	3,12	PCB 195	1,73
PCB 101	2,39	PCB 158	6,01	PCB 194	2,71
PCB 99	3,34	PCB 126	3,54	PCB 206	3,09
PCB 97	2,60	PCB 187	5,29	PCB 209	4,95
PCB 81	4,05	PCB 183	7,72		

Tabela 1.7. Limite de detecção do método (LDM) para cada pesticida organoclorado em estudo.

Composto	LDM (ng g ⁻¹)	Composto	LDM (ng g ⁻¹)
HCB	1,27	Dieldrin	2,79
α- HCH	1,02	Endrin	3,71
β-HCH	5,25	Endosulfan I	2,23
δ-HCH	3,80	Endosulfan II	5,66
γ-HCH	2,21	<i>o, p'</i> - DDE	5,07
Heptacloro	5,00	<i>p, p'</i> - DDE	1,89
Heptacloro epóxide B	5,49	<i>o, p'</i> - DDD	2,51
Heptacloro epóxide A	4,26	<i>p, p'</i> - DDD	2,60
Oxiclordana	4,19	<i>o, p'</i> - DDT	4,03
γ-clordana	5,94	<i>p, p'</i> - DDT	5,25
α-clordana	3,81	Metoxicloro	1,81
Aldrin	1,24	Mirex	5,83
Isodrin	4,73		

Apresentação dos dados e análises estatísticas

As concentrações de organoclorados obtidas foram expressas em peso úmido. Concentrações em peso úmido possuem maior relevância toxicológica do que as concentrações em peso lipídico (Henriksen et al., 1996) e são utilizadas na maioria dos trabalhos sobre poluentes orgânicos em animais. Entretanto, concentrações em peso lipídico (normalizadas em relação a quantidade de lipídios extraíveis) são úteis para a comparação dos valores de organoclorados em um determinado tecido (e.g. tecido adiposo) entre indivíduos da mesma espécie ou de um mesmo grupo animal, como as aves, diminuindo a variabilidade das concentrações em consequência de diferenças na quantidade de lipídios presentes no tecido de cada indivíduo. Por este motivo, as concentrações de organoclorados em peso lipídico foram utilizadas apenas para a realização de análises estatísticas para comparações entre os indivíduos e espécies estudadas neste trabalho.

Para verificar diferenças entre as concentrações encontradas nos tecidos analisados e para a comparação das concentrações de organoclorados entre as espécies foi utilizado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (KW). Os compostos com valores abaixo do limite de detecção do método em mais de 30% das amostras não foram incluídos nas análises estatísticas para a comparação entre as espécies.

O coeficiente de correlação de Spearman (r_s) foi utilizado para verificar a correlação das concentrações entre os três tecidos analisados (tecido adiposo, fígado e músculo), para cada um dos grupos de compostos estudados.

As análises estatísticas foram realizadas através do programa Statistica 9.1 (Statsoft, Inc., 2010), com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Contaminantes organoclorados foram encontrados em 100% dos indivíduos analisados. As concentrações de todos os compostos analisados em cada um dos indivíduos podem ser observadas nos Apêndices 1 a 61.

As Tabelas 1.8 e 1.9 mostram as faixas de concentração de cada grupo de organoclorados encontrados nos tecidos de cada uma das espécies. Os organoclorados que apresentaram as maiores concentrações nas aves foram os PCBs e DDTs. Outros estudos também mostram que em aves a predominância destes dois grupos é muito maior do que a de outros contaminantes clorados (Kawano et al., 1986; Guruge et al., 1997).

PCBs e DDTs possuem comportamentos semelhantes, tanto no ambiente como nos organismos (Zitko, 2003). Estes compostos são altamente persistentes e tendem a se distribuir de maneira proporcional em tecidos animais, sendo que ao atingirem o equilíbrio no organismo, as concentrações nos diferentes órgãos e tecidos encontram-se diretamente relacionadas (Mathews & Dedrick, 1984). No presente trabalho, PCBs e DDTs foram os únicos grupos de compostos que apresentaram uma forte correlação entre as concentrações encontradas no três tecidos analisados (tecido adiposo, fígado e músculo) ($r_s = 0,6$ a $0,9$; $p < 0,05$) enquanto que os demais organoclorados detectados nestes tecidos apresentaram correlações fracas e moderadas ($r_s < 0,6$; $p < 0,05$). A distribuição e a predominância dos PCBs e DDTs nos tecidos, estão provavelmente relacionadas a grande persistência destes compostos e a diferenças no metabolismo e eliminação em relação a outros organoclorados (Guruge et al., 2001a,b).

As concentrações de organoclorados nos tecidos das aves estudadas apresentaram uma alta variabilidade, com diferenças de até três ordens de grandeza

(Tabela 1.8 e 1.9). Esta variabilidade nas concentrações dos organoclorados pode estar relacionada a diversos fatores, como a idade da ave, a dieta, a distribuição e migração.

Tabela 1.8. Concentrações de PCBs e pesticidas organoclorados (ng g^{-1} peso úmido) encontradas nos tecidos das quatro espécies de petréis estudadas. ΣPCB = soma dos 51 congêneres; ΣDDT = soma do *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDT, *o,p'*-DDD, *p,p'*-DDD, *o,p'*-DDE e *p,p'*-DDE; ΣHCH = soma do α -, β - e γ -HCH; $\Sigma\text{Clordanas}$ = soma do γ -, α -clordana e oxiclordana; ΣDrins = soma do aldrin, endrin, isodrin e dieldrin; $\Sigma\text{Endosulfan}$ = soma do endosulfan I e II.

	$\Sigma\text{ PCB}$	$\Sigma\text{ DDT}$	$\Sigma\text{ HCH}$	$\Sigma\text{ Clordanas}$	$\Sigma\text{ Drins}$	$\Sigma\text{ Endosulfan}$	HCB	Metoxicloro	Mirex	Lípidios (mg g^{-1})	Peso seco (mg g^{-1})
<i>Puffinus puffinus</i>											
T. adiposo (n=3)	910 - 4.408	201 - 869	< 1,02	12,9 - 98,9	< 1,24 - 456	< 3,81	< 1,27 - 99,1	< 1,81	< 5,83 - 68,9	277 - 403	-
Fígado (n=6)	42,5 - 18.320	9,00 - 3.852	< 1,02	< 2,79	< 1,24 - 508	< 3,81	2,74 - 76,0	< 1,81	< 5,83 - 227	24,4 - 86,7	250-400
Músculo (n=6)	54,9 - 1.999	9,15 - 454	< 1,02	< 2,79 - 10,3	4,50 - 76,0	< 3,81	1,41 - 11,1	< 1,81	< 5,83 - 28,6	2,53 - 34,1	220-280
<i>Puffinus gravis</i>											
T. adiposo (n=6)	620 - 8.032	470 - 2.520	< 1,02 - 5,38	34,7 - 763	49,2 - 417	< 3,81	9,96 - 76,5	< 1,81	< 5,83 - 174	44,0 - 710	-
Fígado (n=6)	291 - 8.331	91,6 - 1.557	< 1,02 - 24,0	20,5 - 455	3,30 - 251	< 3,81	3,05 - 93,6	< 1,81	< 5,83 - 281	14,7 - 45,3	210-290
Músculo (n=6)	88,4 - 371	2,70 - 81,2	< 1,02	< 2,79 - 6,95	< 1,24 - 11,9	< 3,81	< 1,27 - 7,83	< 1,81	< 5,83 - 20,7	2,40 - 19,6	200-280
<i>Procelaria aequinoctialis</i>											
T. adiposo (n=33)	28,0 - 10.888	92,1 - 4.023	< 1,02 - 4,95	< 2,79 - 603	< 1,24 - 218	< 3,81	6,85 - 373	< 1,81	< 5,83 - 1.162	32,0 - 908	-
Fígado (n=34)	< 1,67 - 24.687	1,96 - 1.367	< 1,02 - 13,2	< 2,79 - 898	< 1,24 - 45,6	< 3,81	< 1,27 - 40,5	< 1,81	< 5,83 - 330	16,0 - 137	230-360
Músculo (n=34)	< 1,67 - 6.793	5,22 - 537	< 1,02	< 2,79 - 184	< 1,24 - 6,71	< 3,81	2,00 - 18,7	< 1,81	< 5,83 - 58,0	2,00 - 69,7	220-340
<i>Procellaria conspicillata</i>											
T. adiposo (n=3)	126 - 4.846	276 - 8.136	< 1,02 - 6,25	< 2,79 - 173	< 1,24 - 78,6	< 3,81	16,4 - 222	< 1,81	90,4 - 2.715	484 - 756	-
Fígado (n=3)	119 - 2.724	129 - 6.611	< 1,02	< 2,79 - 121	7,25 - 65,9	< 3,81	10,7 - 185	< 1,81	45,2 - 1.705	28,0 - 104	290-300
Músculo (n=3)	114 - 165	223 - 413	< 1,02	< 2,79 - 7,30	< 1,24 - 5,64	< 3,81	10,7 - 16,4	< 1,81	62,6 - 75,9	36,4 - 50,8	240-320

Tabela 1.9. Concentrações de PCBs e pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas nos tecidos das quatro espécies de albatrozes estudadas. Σ PCB = soma dos 51 congêneres; Σ DDT = soma do *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDT, *o,p'*-DDD, *p,p'*-DDD, *o,p'*-DDE e *p,p'*-DDE; Σ HCH = soma do α -, β - e γ -HCH; Σ Clordanas = soma do γ -, α -clordana e oxiclordana; Σ Drins = soma do aldrin, endrin, isodrin e dieldrin; Σ Endosulfan = soma do endosulfan I e II.

	Σ PCB	Σ DDT	Σ HCH	Σ Clordanas	Σ Drins	Σ Endosulfan	HCB	Metoxicloro	Mirex	Lípidios (mg g ⁻¹)	Peso seco (mg g ⁻¹)
<i>Thalassarche melanophris</i>											
T. adiposo (n=32)	27,6 - 5.503	28,3 - 1.353	< 1,02 - 2,59	< 2,79 - 69,2	< 1,24 - 179	<3,81	10,5 - 177	< 1,81	< 5,83 - 283	333 - 932	-
Fígado (n=33)	< 1,67 - 503	< 1,89 - 73,9	< 1,02 - 9,20	< 2,79 - 151	< 1,24 - 5,54	<3,81	< 1,27 - 41,2	< 1,81	< 5,83 - 82,6	17,3 - 121	190 - 420
Músculo (n=33)	< 1,67 - 87,4	< 1,89 - 35,7	< 1,02	< 2,79 - 21,0	< 1,24 - 2,67	<3,81	1,84 - 10,1	< 1,81	< 5,83 - 7,41	6,00 - 69,3	280 - 350
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>											
T. adiposo (n=11)	605 - 14.828	85,3 - 3.573	< 1,02	< 2,79 - 86,7	< 1,24 - 84,0	<3,81	< 1,27 - 95,2	< 1,81	< 5,83 - 835	316 - 811	-
Fígado (n=10)	18,9 - 924	< 1,89 - 237	< 1,02	< 2,79 - 183	< 1,24 - 30,4	<3,81	< 1,27 - 108	< 1,81	< 5,83 - 57,5	28,0 - 84,0	300 - 420
Músculo (n=10)	< 1,67 - 406	6,24 - 41,9	< 1,02	< 2,79	< 1,24 - 2,49	<3,81	< 1,27 - 9,29	< 1,81	< 5,83 - 22,4	2,40 - 92,8	190 - 360
<i>Diomedea exulans</i>											
T. adiposo (n=3)	327 - 14.771	486 - 8.516	< 1,02	33,0 - 503	27,1 - 944	<3,81	180 - 710	< 1,81	28,3 - 2.958	648 - 764	-
Fígado (n=5)	< 1,67 - 1.265	14,4 - 588	< 1,02	< 2,79 - 174	< 1,24 - 9,02	<3,81	< 1,27 - 97,9	< 1,81	< 5,83 - 232	28,0 - 128	300 - 350
Músculo (n=5)	9,82 - 930	20,2 - 622	< 1,02	< 2,79 - 39,8	< 1,24 - 8,78	<3,81	< 1,27 - 58,0	< 1,81	5,79 - 242	15,6 - 68,0	260 - 340
<i>Diomedea dabbenena</i>											
T. adiposo (n=4)	2.483 - 4.615	2.261 - 7.057	< 1,02	91,2 - 205	23,2 - 55,9	<3,81	80,8 - 369	< 1,81	436 - 2.952	516 - 784	-
Fígado (n=5)	80,9 - 654	95,6 - 1.465	< 1,02 - 9,88	< 2,79 - 225	< 1,24 - 17,5	<3,81	3,75 - 71,6	< 1,81	18,5 - 336	28,0 - 48,0	290 - 340
Músculo (n=5)	< 1,67 - 478	202 - 971	< 1,02	< 2,79 - 18,0	2,60 - 5,57	<3,81	9,95 - 26,7	< 1,81	16,8 - 120	25,6 - 57,6	300 - 320

Como os organoclorados acumulam nos tecidos, é esperado que quanto maior a idade do animal, maior serão os níveis encontrados destes contaminantes (Warham, 1996; Donaldson et al., 1997). Embora não tenha sido possível saber a idade das aves estudadas, sabe-se que petréis podem viver mais de 30 anos (Jouventin et al., 2003), enquanto que albatrozes podem atingir cerca de 50 ou 60 anos de idade, dependendo da espécie (Robertson, 1993; Douglas & Fernández, 1997). Indivíduos de diferentes idades podem ser encontrados em uma mesma área de migração. Um exemplo disto, é que durante o período migratório na América do Sul, indivíduos de *P. puffinus* com apenas um ano de idade são encontrados juntamente com indivíduos adultos (com mais de cinco anos de idade) (Harris, 1966; Warham, 1996).

A dieta tem um importante papel na exposição a contaminantes persistentes, como os organoclorados (Elliot, 2005). Normalmente, durante o período não-reprodutivo, a dieta das oito espécies de aves estudadas é composta principalmente por cefalópodes e peixes (Colabuono, 2009). Entretanto, estas aves encontram-se frequentemente associadas a embarcações pesqueiras e obtém alimento de maneira oportunista, alimentando-se dos descartes da pesca (Neves & Olmos, 1998; Bugoni et al., 2010), o que pode representar variações significativas em suas dietas.

As aves migratórias podem adquirir contaminantes de diferentes regiões geográficas e refletem tanto a contaminação proveniente de suas áreas de reprodução como das suas áreas de migração (Tanaka et al., 1986; Tanabe et al., 1998). Os Procellariiformes, por serem aves migratórias, percorrem milhares de quilômetros todos os anos e passam a maior parte do seu ciclo de vida em águas oceânicas, pousando em terra apenas para reprodução (Warham, 1990, 1996). Portanto, a grande capacidade de deslocamento e a ampla

distribuição destas aves podem ser causas da variação encontrada nos níveis de organoclorados.

A condição corporal da ave é um fator importante que influencia na distribuição dos organoclorados nos tecidos (Wienburg & Shore, 2004). Durante períodos que requerem o uso intenso das reservas energéticas, o tecido adiposo subcutâneo é metabolizado, e contaminantes lipofílicos como os organoclorados são mobilizados e distribuídos através da corrente sanguínea para os demais órgãos do corpo, o que pode resultar no aumento da concentração destes contaminantes em órgãos com alta atividade metabólica, como o fígado (Malcolm et al., 2003).

No presente estudo, as aves puderam ser separadas em dois grupos: as aves coletadas na pesca com espinhel, que apresentavam boa condição corporal, com presença de tecido adiposo subcutâneo e abdominal abundante, e aves que foram encontradas mortas na praia, que apresentavam sinais de inanição, como grande depleção das reservas lipídicas. Um indicativo disto é que a quantidade de lipídios extraíveis do tecido adiposo subcutâneo das aves encontradas mortas na praia foi em média de 193 mg g^{-1} ($\sigma = 121 \text{ mg g}^{-1}$), enquanto que para as aves provenientes da captura com espinhel foi de 547 mg g^{-1} ($\sigma = 165 \text{ mg g}^{-1}$), em média três vezes mais alto.

Para verificar se os organoclorados estão distribuídos da mesma maneira nos tecidos analisados dos dois grupos de aves, as concentrações em peso úmido dos PCBs e DDTs (os organoclorados mais representativos neste estudo) nos tecidos, foram comparadas estatisticamente. Observou-se que nas aves capturadas na pesca com espinhel, as concentrações de PCBs e DDTs encontradas no tecido adiposo subcutâneo foram significativamente maiores das que aquelas encontradas no fígado e no músculo (Figura 1.7

e 1.8). Por outro lado, observou-se que 60% a 70% das aves encontradas mortas na praia apresentaram maiores concentrações de DDTs e PCBs no fígado do que no tecido adiposo, embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre as concentrações de organoclorados nestes dois tecidos (Figura 1.9 e 1.10). Este resultado pode ser atribuído à mobilização e redistribuição dos organoclorados em aves com rápida e acentuada depleção das reservas lipídicas, causando um aumento da concentração destes contaminantes no fígado e no músculo, mas não uma influência significativa nas concentrações (em peso úmido) no tecido adiposo, como já reportado para outras espécies de aves (e.g. Henriksen et al., 1996; Malcom et al., 2003).

Figura 1.7. Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) nos três tecidos analisados das aves capturadas incidentalmente na pesca com espinhel. Os resultados obtidos pelo teste Kruskal-Wallis (KW) são apresentados no lado direito inferior do gráfico.

Figura 1.8. Concentrações de DDTs (ng g⁻¹ peso úmido) nos três tecidos analisados das aves capturadas incidentalmente na pesca com espinhel. Os resultados obtidos pelo teste Kruskal-Wallis (KW) são apresentados no lado direito inferior do gráfico.

Figura 1.9. Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) nos três tecidos analisados das aves encontradas mortas na praia. Os resultados obtidos pelo teste Kruskal-Wallis (KW) são apresentados no lado direito inferior do gráfico.

Figura 1.10. Concentrações de DDTs (ng g⁻¹ peso úmido) nos três tecidos analisados das aves encontradas mortas na praia. Os resultados obtidos pelo teste Kruskal-Wallis (KW) são apresentados no lado direito inferior do gráfico.

A distribuição de organoclorados nos tecidos depende de diversos fatores como o volume, a afinidade e a taxa de perfusão do tecido em questão (Mathews & Dedrick, 1984). Além disso, as concentrações dos organoclorados são influenciadas pela condição corporal da ave no momento da coleta, como visto no presente trabalho. A análise de diferentes tecidos pode gerar diferentes respostas sobre a contaminação por organoclorados em aves (Bourne & Bogan, 1972; Bourne, 1976) e, portanto, deve-se levar em consideração a condição corporal da ave no momento da escolha do(s) tecido(s) para análise.

Bifenilos policlorados

As concentrações mais altas de PCBs em peso úmido foram encontradas em um indivíduo de *P. aequinoctialis* (fígado = 24.687 ng g⁻¹) e outro de *P. puffinus* (fígado = 18.320 ng g⁻¹) (Tabela 1.8). Entretanto, estes valores representam casos isolados, pois a

maior parte das concentrações de PCBs encontradas nas aves foram uma ou duas ordens de grandeza mais baixas.

As concentrações de organoclorados encontradas nas aves (tanto em peso úmido quanto em peso lipídico) estão dentro de uma faixa muito variável de valores que se sobrepõem. Em geral, padrões de contaminação por organoclorados acabam sendo ocultados devido a esta alta variabilidade nas concentrações e também ao número limitado de amostras (Henriksen et al., 1996), dificultando desta maneira a comparação entre as diferentes espécies estudadas.

As Figuras 1.11, 1.12 e 1.13 mostram as concentrações de PCBs totais em peso lipídico para cada uma das espécies. *Thalassarche melanophris* foi a espécie que, em geral, apresentou as mais baixas concentrações de PCBs. Este fato está provavelmente associado ao estágio de maturidade dos indivíduos analisados, uma vez que 97% dos indivíduos de *T. melanophris* utilizados neste trabalho eram juvenis e a bioacumulação dos PCBs está diretamente relacionada a idade do indivíduo (Warham, 1996; Donaldson et al., 1997). Diferenças estatísticas foram encontradas apenas para *T. melanophris*, que teve concentrações significativamente mais baixas do que *T. chlororhynchos*, *P. gravis*, *P. puffinus* e *P. aequinoctialis* (KW-H = 40,25; $p < 0,05$). Entretanto, a presença de valores extremos encontrados em *T. chlororhynchos* e *P. aequinoctialis* provavelmente teve influência nos resultados obtidos.

Figura 1.11. Concentrações de PCBs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no tecido adiposo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa).

Figura 1.12. Concentrações de PCBs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no fígado de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa).

Figura 1.13. Concentrações de PCBs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no músculo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa).

Guruge et al. (2001a) encontraram concentrações de PCBs no tecido adiposo de *T. melanophris* de 470 a 2.600 ng g^{-1} de peso úmido e para *T. chlororhynchos* de 230 a 2.500 ng g^{-1} de peso úmido. As concentrações máximas de PCBs encontradas para *T. melanophris* e *T. chlororhynchos* atingiram níveis cerca de duas e seis vezes, respectivamente, mais altos do que os encontrados por Guruge et al. (2001a). Entretanto, as aves analisadas neste trabalho utilizam a América do Sul como área de invernagem, e pertencem a populações diferentes daquelas analisadas por Guruge et al. 2001a, no Pacífico Sul (Tickell, 1966; Marchant & Higgins, 1990; Prince et al., 1998; Gales, 1998; Brooke, 2004). Portanto, deve-

se tomar cuidado na comparação dos resultados, já que estas populações possuem diferentes áreas de ocorrência, apesar de pertencerem à mesma espécie.

Dados sobre a contaminação por PCBs em *D. dabbenena* não estão disponíveis na literatura e em *D. exulans* está restrito a apenas um indivíduo coletado na Nova Zelândia, com 200 ng g⁻¹ (peso úmido) de PCBs no músculo (Bourne, 1976). Guruge et al. (2001a,b) reportam valores de PCBs no tecido adiposo de *Diomedea epomophora*, uma outra espécie de albatroz restrita ao hemisfério sul, que variaram de 1.300 a 10.000 ng g⁻¹ (peso úmido) e se assemelham aquelas encontradas em *D. exulans* no presente trabalho. Por outro lado, as concentrações de PCBs encontradas no tecido adiposo de *D. dabbenena* foram uma ordem de grandeza menor do que as concentrações máximas encontradas em *D. epomophora* (Guruge et al., 2001a,b) e *D. exulans*. O menor tamanho e a distribuição mais restrita de *D. dabbenena* em relação a *D. exulans* e *D. epomophora* pode estar associada às menores concentrações de PCBs.

Concentrações de PCBs no tecido adiposo de cerca de 10 vezes mais altas dos que as encontradas para *D. exulans* e *D. dabbenena* foram reportadas para albatrozes provenientes do hemisfério norte, como *Diomedea nigripes* (tecido adiposo: 36.000 a 180.000 ng g⁻¹ de peso úmido) e *Diomedea immutabilis* (tecido adiposo: 9.800 – 36.000 ng g⁻¹ de peso úmido) (Guruge et al., 2001a,b). Já as concentrações de PCBs encontradas por Elliot (2005) no fígado destas mesmas duas espécies de albatrozes do hemisfério norte se assemelham as concentrações encontradas em *D. exulans* e *D. dabbenena*.

Apesar de as análises estatísticas não evidenciarem a diferença entre as aves do gênero *Puffinus* e as demais espécies, os valores medianos para *P. gravis* e *P. puffinus* observados nas Figuras 1.11, 1.12 e 1.13, mostram uma tendência de estas espécies apresentarem concentrações mais altas do que as outras aves, com exceção de alguns

valores extremos encontrados em *P. aequinoctialis*. *Puffinus gravis* e *P. puffinus* são as únicas duas aves deste estudo que passam parte dos seus ciclos de vida no hemisfério norte, onde normalmente são encontradas maiores concentrações de PCBs do que no hemisfério sul (Guruge et al., 2001a, b).

Poucos estudos sobre contaminação por organoclorados foram realizados em petréis do gênero *Puffinus* (e.g. Tanaka et al., 1986; Ryan et al., 1988). No presente trabalho, as concentrações de PCBs encontradas em alguns indivíduos de *P. gravis* foram mais altas do que aquelas encontradas no tecido adiposo de fêmeas adultas coletadas na Ilha Gough (Ryan et al., 1988). Em uma revisão sobre poluentes orgânicos persistentes em aves piscívoras, Walker (1990) cita concentrações de PCBs de 930 a 1.800 ng g⁻¹ (peso úmido) no músculo de espécimes de *P. puffinus* provenientes do Estreito de Gibraltar. Concentrações semelhantes a esta foram encontradas no músculo de indivíduos desta mesma espécie analisados neste trabalho (Tabela 1.8).

Ao contrário de *P. puffinus* e *P. gravis*, *P. aequinoctialis* e *P. conspicillata* têm sua distribuição restrita apenas ao hemisfério sul (Harrison, 1983). Embora até o momento não exista dados publicados sobre a contaminação por PCBs em *P. aequinoctialis* e *P. conspicillata*, alguns estudos reportam concentrações de PCBs em tecidos de outras espécies de petréis com área de invernagem no Atlântico Sul, como *Daption capense*, *Fulmarus glacialis* (Norheim et al., 1982) e *Macronectes giganteus* (Kim et al., 2010). Dentre estas espécies, apenas *M. giganteus* apresentou concentrações de PCBs no fígado e músculo tão altas quanto as encontradas em *P. aequinoctialis* no presente estudo. Apesar de estas duas espécies possuírem áreas de distribuição semelhantes, *M. giganteus* pertence a um nível trófico mais elevado, pois alimenta-se de aves e mamíferos mortos, além de peixes e cefalópodes (Hunter, 1983).

A maioria das aves é capaz de biotransformar e eliminar os congêneres de PCBs de baixo peso molecular, o que resulta na acumulação de um grupo similar de compostos com maior número de cloros e características estruturais específicas (Covaci et al., 2002; Maervoet et al., 2004). Assim como reportado para diversas espécies de aves (e.g. Tanaka et al., 1986; Borlakoglu et al., 1990; Taniguchi et al., 2009), os PCBs encontrados nos albatrozes e petréis estudados neste trabalho foram representados principalmente por pentaclorobifenilos (congêneres 99 e 118), hexaclorobifenilos (congêneres 153 e 138) e heptaclorobifenilos (congêneres 180 e 170), com uma clara predominância dos dois últimos grupos (Figuras 1.14 e 1.15). Guruge et al. (2001a), também observaram maior concentração destes congêneres em albatrozes do Pacífico norte e sul, independentemente da espécie ou área de distribuição.

A biotransformação dos congêneres de PCB pelo citocromo P450 depende da presença ou ausência de átomos adjacentes de hidrogênio na molécula nas posições *orto-meta* e *meta-para* e da quantidade de átomos de cloro na posição *orto* (Silva et al., 2007). Os PCBs 153 e 180 possuem duas substituições na posição *orto* e esta característica juntamente com a ausência de hidrogênios adjacentes nas posições *orto-meta* e *meta-para* torna-os pouco suscetíveis a ação das enzimas capazes de transformar estas moléculas (Borlakoglu et al., 1990; Silva et al., 2007). Por este motivo, são considerados congêneres extremamente persistentes (UNEP, 2002). Os PCBs 99, 118, 138 e 170 possuem ao menos uma substituição na posição *orto*, e possuem hidrogênios adjacentes apenas nas posições *orto-meta*, o que os torna também bastante propensos a bioacumulação (Borlakoglu et al., 1990).

Figura 1.14. Contribuição média relativa dos homólogos de PCBs com dois a dez átomos de cloro encontrados no tecido adiposo subcutâneo, no fígado e no músculo de *Procellaria aequinoctialis*, *Procellaria conspicillata*, *Puffinus puffinus* e *Puffinus gravis*.

A composição e distribuição relativa dos congêneres foram similares entre os tecidos analisados e entre as oito espécies de Procellariiformes (Figuras 1.14 e 1.15). Este padrão era esperado, uma vez que a distribuição dos congêneres entre os diferentes tecidos parece ser relativamente estável em aves e outros vertebrados (Matthews & Dedrick, 1984), mesmo durante processos de mobilização e redistribuição (Henricksen et al., 1996).

Figura 1.15. Contribuição média relativa dos homólogos de PCBs com dois a dez átomos de cloro encontrados no tecido adiposo subcutâneo, no fígado e no músculo de *Thalassarche melanophris*, *Thalassarche chlororhynchus*, *Diomedea exulans* e *Diomedea dabbenena*.

Diversos efeitos letais e subletais em aves já foram associados a contaminação por PCBs (WHO, 1993). Exposições agudas aos PCBs podem causar alterações nas atividades enzimáticas do fígado, e este é um dos motivos deste órgão ser considerado importante para a avaliação da toxicidade dos PCBs (WHO, 1993). Koeman et al. (1973) encontraram concentrações médias de PCBs de 390.000 ng g⁻¹ (peso úmido) no fígado de cormorões *Phalacrocorax carbo* encontrados mortos na Holanda e associou as altas concentrações de PCBs a mortalidade destes indivíduos. Valores tão altos como estes não foram encontrados em nenhum dos tecidos dos albatrozes e petréis estudados. Entretanto, esse fato não exclui

a possibilidade das espécies aqui estudadas estarem sujeitas a efeitos subletais causados pelos PCBs, uma vez que concentrações de cerca de 1.000 ng g⁻¹ (peso úmido) destes compostos já foram associadas a alterações bioquímicas e fisiológicas em aves marinhas e aquáticas (Murvoll et al., 2006; Elliot et al., 1996).

Pesticidas organoclorados

Os pesticidas organoclorados encontrados nas oito espécies de aves foram aqueles pertencentes ao grupo dos DDTs (DDT, DDD, DDE), dos Drins, dos HCHs e dos clordanas, o hexaclorobenzeno (HCB) e o Mirex (Tabelas 1.8 e 1.9). Os HCH, HCB, Drins, clordana, Mirex, DDTs e DDDs são compostos originais, enquanto o dieldrin (quando produto do aldrin), oxiclordana, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDE são produtos de biotransformação (Buser et al., 1992).

Os DDTs predominaram em todas as espécies de aves estudadas (Tabela 1.8 e 1.9). Dentro desse grupo, o *p,p'*-DDE foi predominante nos tecidos das aves, como pode ser observado nas Figuras 1.16 e 1.17.

O *p,p'*-DDE é um produto da biotransformação do *p,p'*-DDT, e é um composto frequentemente encontrado em tecidos e ovos de aves devido a sua alta estabilidade química e persistência no ambiente (Ohlendorf et al., 1978). A maior concentração de *p,p'*-DDE (7.043 ng g⁻¹ em peso úmido) foi encontrada no tecido adiposo de *D. dabbenena*. Valores inferiores a este, porém encontrados em ovos de outras espécies de aves, foram associados a efeitos prejudiciais na formação da casca do ovo (Dirksen et al., 1995; Auman et al., 1997). Concentrações de DDE entre 3.000 e 6.000 ng g⁻¹ para a águia-americana (*Haliaeetus leucocephalus*) e de 3.000 ng g⁻¹ para o pelicano-pardo (*Pelicanus occidentalis*)

foram associadas com efeitos prejudiciais a formação da casca do ovo (Blus, 1982; Wiemeyer et al., 1993; Elliot & Harris, 2001).

Figura 1.16. Contribuição média relativa dos compostos do DDT encontrados no tecido adiposo subcutâneo, no fígado e no músculo de *Procellaria aequinoctialis*, *Procellaria conspicillata*, *Puffinus puffinus* e *Puffinus gravis*.

Figura 1.17. Contribuição média relativa dos compostos do DDT encontrados no tecido adiposo subcutâneo, no fígado e no músculo de *Thalassarche melanophris*, *Thalassarche chlororhynchus*, *Diomedea exulans* e *Diomedea dabbenena*.

As diferenças estatísticas nas concentrações de DDTs entre as espécies parecem estar mais relacionadas a diversos fatores, como idade e distribuição geográfica. Por exemplo, *T. melanophris* apresentou concentrações de DDTs significativamente mais baixas do que as demais espécies (Figuras 1.18, 1.19 e 1.20) (KW-H = 48,30 a 55,52; $p < 0,05$), e assim como para os PCBs, estas diferenças possivelmente estão relacionadas à idade dos indivíduos analisados. Espécies que se reproduzem em uma mesma região, como *P. gravis* e *T. chlororhynchus*, apresentaram concentrações de DDTs significativamente

diferentes (KW-H = 55,52; $p < 0,05$), o que sugere as áreas de reprodução não tenham tanta influência na contaminação por estes compostos quanto às áreas de migração.

Figura 1.18. Concentrações de DDTs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no tecido adiposo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa).

Figura 1.19. Concentrações de DDTs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no fígado de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa).

Figura 1.20. Concentrações de DDTs em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no músculo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa).

O HCB é um composto relativamente volátil e pode ser transportado por longas distâncias (Calamari et al., 1991; Aono et al., 1997). Devido ao efeito da destilação global, o HCB chega até as regiões mais frias do planeta (Simonich & Hites, 1995) e concentrações mais altas deste composto tem sido comumente encontradas em espécies restritas a regiões polares do que aquelas que vivem em regiões temperadas (Van den Brink, 1997).

Os níveis de HCB encontrados nas espécies com distribuição na maioria das aves estudadas foram mais baixos do que aqueles encontrados em outras espécies de aves da região antártica (e.g. Taniguchi et al., 2009), com exceção de *D. exulans* que teve as maiores concentrações de HCB em peso úmido deste estudo. O mesmo pode ser visto em relação ao peso lipídico, em que *D. exulans* apresentou as maiores concentrações de HCB

no tecido adiposo e no músculo, com exceção de alguns valores extremos encontrados em *P. aequinoctialis* (Figuras 1.21 e 1.23). Contudo, estatisticamente, *D. exulans* só apresentou concentrações de HCB significativamente maiores do que *T. melanophris* e *T. chlororhynchos* (KW-H = 36,78; $p < 0,05$) que apresentaram em geral os menores valores de HCB (Figuras 1.21, 1.22 e 1.23). *D. exulans* realiza migrações circumpolares e tem a distribuição mais ao sul dentre as oito espécies estudadas (Marchant & Higgins, 1990; Olmos et al., 2006), portanto os níveis de HCB encontrados em *D. exulans* estão provavelmente relacionados à ocorrência desta espécie em mais altas latitudes.

Figura 1.21. Concentrações de HCB em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no tecido adiposo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa).

Figura 1.22. Concentrações de HCB em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no fígado de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa).

Figura 1.23. Concentrações de HCB em peso lipídico ($\mu\text{g g}^{-1}$) encontradas no músculo de *Diomedea exulans* (De), *D. dabbenena* (Dd), *Thalassarche chlororhynchos* (Tc), *T. melanophris* (Tm), *Puffinus gravis* (Pg), *P. puffinus* (Pp), *Procellaria conspicillata* (Pc) e *P. aequinoctialis* (Pa).

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, 1991). Provavelmente por este motivo, o dieldrin foi o composto predominante nos tecidos das aves e o aldrin não foi detectado em nenhum dos indivíduos analisados. O endrin é um isômero do dieldrin, mas pode ser metabolizado pelos animais e tem baixa acumulação em lipídios (WHO, 1991). O dieldrin foi encontrado em todos os indivíduos de *P. puffinus*, *P. gravis*, *D. dabbenena*, *D. exulans*, em 82% dos indivíduos de *T. chlororhynchos*, 97% de *T. melanophris*, mas em apenas 18% dos indivíduos de *P. aequinoctialis* e nenhum de *P. conspicillata*, o que pode sugerir diferenças na exposição ou metabolização deste composto. Aldrin, dieldrin e endrin são compostos altamente tóxicos para os organismos aquáticos (Bourne, 1976). Na década de 1960, a contaminação por ciclodienos do grupo dos Drins, causou o colapso da população do trinta-réis *Sterna sandvicensis* do Mar do Norte, reduzindo a colônia de cerca de 20.000 pares reprodutivos para menos de 1.000 em poucos anos, devido ao fato destas aves terem se alimentado em uma área contaminada por estes poluentes (Koeman et al., 1973).

Os HCHs foram encontrados apenas em um pequeno número de indivíduos. Estes compostos possuem alta taxa de eliminação e são menos persistentes em aves do que outros pesticidas organoclorados como os DDTs (Clark et al., 1987; Bustnes et al., 2001; Moisey et al., 2001).

Oxiclordana (forma oxidada dos isômeros do clordana) é mais persistente no ambiente do que os demais clordanas (Wells et al., 1994). Este composto foi o mais representativo dentro do grupo, ocorrendo em 90% das aves analisadas. A maior

acumulação da oxiclordana em relação as clordanas foi reportada para diversas espécies de aves, sugerindo uma alta capacidade de biotransformação das clordanas em oxiclordana por estes animais (Kawano et al., 1986; Aono et al., 1997; Guruge et al., 2001b).

O mirex é um composto com 12 cloros na molécula, número maior do que o encontrado em outros compostos como o HCB e HCH, o que pode explicar sua persistência nos organismos (Yogui et al., 2003). Possivelmente, devido a esta persistência, o mirex ocorreu em todos os tecidos das oito espécies de aves, com predominância em *P. aequinoctialis*, *P. conspicillata*, *D. dabbenena* e *D. exulans*. Também foi encontrado no tecido adiposo dos petréis *D. capense* e *F. glacialis* coletados na região antártica (Van den Brink & Ruiter-Dijkman, 1997).

Metoxicloro e endosulfan não foram detectados em nenhum dos indivíduos analisados. Alguns animais são capazes de metabolizar rapidamente o metoxicloro no fígado (Kapoor et al, 1970). O endosulfan é um composto relativamente solúvel em água e não tende a acumular nos tecidos como outros organoclorados (WHO, 1984). A ausência destes compostos nas aves pode ser atribuída a duas hipóteses: a não assimilação destes compostos pelas aves ou a rápida biotransformação destes contaminantes no organismo.

Os compostos organoclorados encontrados em *P. aequinoctialis*, *P. conspicillata*, *P. gravis*, *P. puffinus*, *T. melanophris*, *T. chlororhynchos*, *D. exulans* e *D. dabbenena* no presente trabalho, também são frequentemente reportados em diversas outras espécies de aves marinhas em todo o mundo (e.g. Bourne, 1976; Guruge et al., 2001a; Tanabe et al., 2002; Taniguchi et al., 2009). As concentrações de organoclorados mostraram uma alta variabilidade individual provavelmente associada a diversos fatores ecológicos e biológicos, entre eles a condição corporal de cada indivíduo, que pode afetar a distribuição

dos organoclorados entre os diferentes órgãos e tecidos. Em aves marinhas, principalmente aquelas com longos períodos reprodutivos e migração por longas distâncias, como a maior parte dos Procellariiformes, as reservas lipídicas são de extrema importância para o sucesso de atividades que requerem um alto custo energético. No entanto, o processo de manutenção e posterior utilização destas reservas que ocorre durante todo o ciclo de vida do animal implicam em uma freqüente redistribuição dos organoclorados no organismo, quando, provavelmente, os efeitos negativos desta contaminação podem se manifestar.

Referências bibliográficas

- AONO, S., TANABE, S., FUJISE, Y., KATO, H., TATSUKAWA, R. 1997. Persistent organochlorines in minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) and their prey species from the Antarctic and the North Pacific. *Environmental Pollution* 98, 81 - 89.
- AUMAN, H. J., LUDWIG, J. P., SUMMER, C. L., VERBRUGGE, D. A., FROESE, K. L., COLBORN, T. L., GIESY, J. P. 1997. PCBs, DDE, DDT, and TCDD-EQ in two species of albatross on Sand Island, Midway Atoll, North Pacific Ocean. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16, 498 - 504.
- BLUS, L. J. 1982. Further interpretation of the relation of organochlorine residues in Brown Pelican eggs to reproductive success. *Environmental Pollution* 28, 15 - 33.
- BORLAKOGLU, J., WILKINS, J., WALKER, C., DILS, R. 1990. Polychlorinated biphenyls (PCBs) in fish-eating sea birds. II. Molecular features and metabolic interpretations of PCB isomers and congeners in adipose tissues. *Comparative Biochemistry and Physiology* 97, 173 - 177.
- BOURNE, W. R. P., BOGAN, J. 1972. Polychlorinated biphenyls in North Atlantic seabirds. *Marine Pollution Bulletin* 3, 71 - 75.
- BOURNE, W. R. P. 1976. Seabirds and pollution, in: Johnson, R., (Ed.), *Marine Pollution*. Academic Press, London, pp. 403 - 502.
- BROOKE, M. L. 2004. *Albatrosses and petrels across the world*. Cambridge University, Press., Cambridge, UK.
- BUGONI, L., MCGILL, R. A. R., FURNESS, R. W. 2010. The importance of pelagic longline fishery discards for a seabird community determined through stable isotope analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 391, 190 - 200.

- BUSER, H. R., MULLER, M. D., RAPPE, C. 1992. Enantioselective determination of chlordane components using chiral high-resolution gas-chromatography mass-spectrometry with application to environmental samples. *Environmental Science and Technology* 26, 1533 - 1540.
- BUSTNES, J. O., SKAARE, J. U., ERIKSTAD, K. E., BAKKEN, V., MEHLUM, F. 2001. Whole blood concentrations of organochlorines as a dose metric for studies of the glaucous gull (*Larus hyperboreus*). *Environmental Toxicology and Chemistry* 20, 1046 - 1052.
- CALAMARI, D., BACCI, E., FOCARDI, S., GAGGI, C., MOROSINI, M., VIGHI, M. 1991. Role of plant biomass in the global environmental partitioning of chlorinated hydrocarbons. *Environmental Toxicology and Chemistry* 98, 1489 - 1495.
- CLARK, T. P., NOSTROM, R. J., FOX, G. A., WON, H. T. 1987. Dynamics of organochlorine compounds in Herring gulls (*Larus argentatus*): II. Two-compartment model and data for ten compounds. *Environmental Toxicology and Chemistry* 6, 547 - 559.
- CLARK, R.B. 2001. *Marine Pollution*. 5th edition. Oxford University Press. 172p.
- COLABUONO, F. I. 2009. The diet of albatrosses and petrels in Brazil: a review of current knowledge. *Sea Swallow* 58, 59 - 74.
- COVACI, A., RYAN, J. J., SCHEPENS, P. 2002. Patterns of PCBs and PCDD/PCDFs in chicken and pork fat following a Belgian food contamination incident. *Chemosphere* 47, 207 - 217.
- DIRKSEN, S., BOUDEWIJN, T. J., SLAGER, L. K., MÊS, R. G., VAN SCHAICK, M. J. M., DE VOOGT, P., 1995. Reduced breeding success of cormorants (*Phalacrocorax*

- carbo sinensis*) in relation to persistent organochlorine pollution of aquatic habitats in the Netherlands. *Environmental Toxicology and Chemistry* 88, 119 - 132.
- DONALDSON, G. M., BRAUNE, B. M., GASTON, A. J., NOBLE, D. G. 1997. Organochlorine and heavy metal residues in breast muscle of known-age thick-billed murres (*Uria lomvia*) from the Canadian arctic. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 33, 430 - 435.
- DOUGLAS, H. D., FERNÁNDEZ, P. 1997. A longevity Record for the waved albatross. *Journal of Field Ornithology* 68 (2), 224 - 227.
- ELLIOTT, J. E., NORSTROM, R. J., LORENZEN, A., HART, L. E., PHILIBERT, H. 1996. Biological effects of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, dibenzofurans, and biphenyls in bald eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) chicks. *Environmental Toxicology and Chemistry* 15, 782 – 793.
- ELLIOT, J. E., HARRIS, M. L., 2001. An ecotoxicological assessment of chlorinated hydrocarbons effects on bald eagle populations. *Review of Toxicology* 4, 1 - 60.
- ELLIOT, J. E. 2005. Chlorinated Hydrocarbon Contaminants and Stable Isotope Ratios in Pelagic Seabirds From the North Pacific Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 49, 89 - 96.
- GALES, R. 1998. Albatross populations: status and threats, in: Robertson, G., Gales, R., (Eds.), *Albatross biology and conservation*. Chipping Norton, Surrey Beatty and Sons, pp. 20 – 45.
- GILBERTSON, M., HALE, R. 1974. Characteristics of the breeding failure of a colony of herring gulls in Lake Ontario. *Canadian Field-Naturalist* 88, 356 - 358.

- GILBERTSON, M., MORRIS, R. D., HUNTER, R. A. 1976. Abnormal chicks and PCB residue levels in eggs of colonial birds on the lower Great Lakes (1971–73). *Auk* 93, 434 - 442.
- GURUGE, K. S., TANABE, S., FUKUDA, M., YAMAGISHI, S., TATSUKAWA, R. 1997. Accumulation pattern of persistent organochlorine residues in common cormorants (*Phalacrocorax carbo*) from Japan. *Marine Pollution Bulletin* 34, 186 - 193.
- GURUGE, K. S., TANAKA, H., TANABE, S. 2001a. Concentration and toxic potential of polychlorinated biphenyl congeners in migratory oceanic birds from North Pacific and the Southern Ocean. *Marine Environmental Research* 52, 271 - 288.
- GURUGE, K. S., M. WATANABE, H. TANAKA, AND S. TANABE. 2001b. Accumulation status of persistent organochlorines in albatrosses from the North Pacific and the Southern Ocean. *Environmental Pollution* 114, 389 - 398.
- HARRIS, M. P. 1966. Breeding biology of the Manx Shearwater population. *Journal of Animal Ecology* 27, 71 - 86.
- HARRISON, P. 1983. Seabirds, an identification guide. Houghton Mifflin Company, Massachusetts.
- HENRIKSEN, E. O., GABRIELSEN, G. W., SKAARE, J. U. 1996. Levels and congener pattern of polychlorinated biphenyls in kittiwakes (*Rissa tridactyla*) in relation to mobilization of body-lipids associated with reproduction. *Environmental Pollution* 92, 27 - 37.
- HUNTER, S. 1983. The food and feeding ecology of the giant petrels *Macronectes halli* and *M. giganteus* at South Georgia. *Journal of Zoology* 200, 521 - 538.
- HUTZINGER, O., SAFE, S., ZITKO, V. 1974. The chemistry of PCBs. CRC Press, Cleveland.

- JONES, P. D., HANNAH, D. J., BUCKLAND, S. J., DAY, P. J., LEATHEM, S. V., PORTER, L. J., AUMAN, H. J., SANDERSON, J. T., SUMMER, C., LUDWIG, J. P., COLBORN, T. L., GIESY, J. P. 1996. Persistent synthetic chlorinated hydrocarbons in albatross tissue samples from Midway Atoll. *Environmental Toxicology and Chemistry* 15, 1793 - 1800.
- JONES, K. C., VOOGT, P. 1999. Persistent organic pollutants (POPs): state of the science. *Environmental Pollution* 100, 209 - 221.
- JOUVENTIN, P., BRIED, J., MICOL, T. 2003. Insular bird populations can be saved from rats: a long-term experimental study of White-chinned petrels *Procellaria aequinoctialis* on Ile de la Possession (Crozet archipelago). *Polar Biology* 26, 371 - 378.
- KAPOOR, I. P., METCALF, R. L., NYSTROM, R. F., SANGHA, G. K. 1970. Comparative metabolism of methoxychlor, methiochlor, and DDT in mouse, insects, and in a model ecosystem. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 18, 1145 - 1152.
- KAWANO, M., MATSUSHTA, S. INOUE, T., TANAKA, H., TATSUKAWA, R. 1986. Biological accumulation of chlordane compounds in marine organisms from the northern North Pacific and Bering Sea. *Marine Pollution Bulletin* 22, 792 - 797.
- KIM, J. H., LIM, H. S., AHN, I. Y., LEE, S. H., KIM, M., PARK, H. 2010. Polychlorinated biphenyl congeners in Antarctic biota from the Barton Peninsula, King George Island. *Antarctic Science*, doi:10.1017/S0954102010000052
- KOEMAN, J. H. 1973. PCB in mammals and birds in the Netherlands, in: *PCB Conference II*, Research Secretariat of the National Swedish Environmental Protection Board, Stockholm, Sweden, pp. 35 - 43.

- MACLEOD, W. D., BROWN, D. W., FRIEDMAN, A. J., BURROWS, D. G., MAYNES, O., PEARCE, R. W.; WIGREN, C. A., BOGAR, R. G. 1986. Standard analytical procedures of the NOAA National Analytical Facility, 1985-1986 (revised). Extractable toxic organic compounds. US Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS F/NWC-92.
- MAERVOET, J., CHU, S. G., VOS, S. D., COVACI, A., VOORSPOELS, S., SCHRIJVER, R. D., SCHEPENS, P. 2004. Accumulation and tissue distribution of selected polychlorinated biphenyl congeners in chickens. *Chemosphere* 57, 61 - 66.
- MALCOLM, H. M., OSBORN, D., WRIGHT, J., WIENBURG, C. L., SPARKS, T. H. 2003. Polychlorinated biphenyl (PCB) congener concentrations in Seabirds found dead in mortality incidents around the British coast. *Environmental Contamination and Toxicology* 45, 136 - 147.
- MARCHANT, S., HIGGINS, P. J. 1990. Handbook of Australian, New Zealand, and Antarctic birds, vol. 1. Oxford University Press, Melbourne.
- MATTHEWS, H. B., DEDRICK, R. L. 1984. Pharmacokinetics of PCBs. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology* 24, 85 - 103.
- MIRANDA-FILHO, K. C., MONTONE, R. C., FILLMANN, G. 2008. Compostos organoclorados, in: Neto, J. A. B., Wallner-Kersanach, M., Patchineelam, S. M. (Eds.), *Poluição Marinha*. Interciência, Rio de Janeiro.
- MOISEY, J., FISK, A. T., HOBSEN, K. A., NORSTROM, R. J. 2001. Hexachlorocyclohexane (HCH) isomers and chiral signatures in the Arctic marine food web of the Northwater Polynya. *Environmental Science Technology* 35, 1920 - 1927.

- MURVOLL, K. M., JANNECHE, U. S., ENDRE, A., JENSSEN, B. M. 2006. Exposure and effects of persistent organic pollutants in European shag (*Phalacrocorax aristotelis*) Hatchlings from the coast of Norway. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25 (1), 190 - 198.
- NEVES, T. S., OLMOS, F. 1998. Albatross mortality in fisheries off the coast of Brazil in: Robertson, G., Gales, R., (Eds.), *The Albatross Biology and conservation*. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, pp. 214 - 219.
- NORHEIM, G., SOMME, L., HOLT, G. 1982. Mercury and persistent chlorinated hydrocarbons in Antarctic birds from Bouvetoya and Dronning Maud Land. *Environmental Pollution* 28, 233 - 240.
- OHLENDORF, H. M., KLAAS, E. E., KAISER, T. E. 1978. Organochlorine residues and eggshell thinning in Wood Storks and Anhingas. *Wilson Bulletin* 90, 608 - 618.
- OLMOS, F., BUGONI, L., NEVES, T., PEPPE, F. 2006. Caracterização das aves oceânicas que interagem com a pesca de espinhel no Brasil, in: Neves, T., Bugoni, L., Rossi-Wongtschowski, C. L. (Eds.), *Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil (Série documentos Revizee: Score Sul)*. Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, pp. 37- 67.
- PEARCE, P. A., ELLIOTT, J. E., PEAKALL, D. B., NORSTROM, R. J. 1989. Organochlorine contaminants in eggs of seabirds in the Northwest Atlantic, 1968–1984. *Environmental Pollution* 56, 217 - 235.
- PENTEADO, J.C.P., VAZ, J.M. 2001. O legado das bifenilas policloradas (PCBs). *Química Nova* 24 (3), 390 – 398.
- PRINCE, P., CROXALL, J. P., TRATHAN, P. N., WOOD. A. G. 1998. The pelagic distribution of the South Georgia albatrosses and their relationships with fisheries, in:

- Robertson, G., Gales, R. (Eds.), Albatross biology and conservation. Chipping Norton, Surrey Beatty & Sons, pp. 137 – 167.
- PROCTOR, N. S., LYNCH, P. J. 1993. Manual of ornithology: avian structure and function. Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- RATCLIFFE, D. A. 1967. The peregrine situation in Great Britain 1965–1966. *Bird Study* 14, 238 - 246.
- RATCLIFFE, D. A. 1970. Changes attributable to pesticides in egg breakage frequency and eggshell thickness in some British birds. *Journal of Applied Ecology* 7, 67 - 107.
- RITTER, L., SOLOMON, K. R., FORGET, J., STEMEROFF, M., O'LEARY, C. 1995. Persistent organic pollutants: An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans. For: The International Programme on Chemical Safety (IPCS) within the framework of the Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC).
<http://www.chem.unep.ch/POPS/ritter/en/ritteren.pdf>
- ROBERTSON, C. J. R. 1993. Survival and longevity of the Northern Royal Albatross *Diomedea epomophora sanfordi* at Taiaroa Head 1937–93. *Emu* 93, 269 - 276.
- RYAN, P. G., CONNELL, A. D., GARDNER, B. D. 1988. Plastic ingestion and PCBs in seabirds: is there a relationship? *Marine Pollution Bulletin* 19, 174 - 176.
- SABLE, H. J. K., SCHANTZ, S. L. 2006. Executive Function following Developmental Exposure to Polychlorinated Biphenyls (PCBs): What Animal Models Have Told Us, in: Levin, E. D. & Buccafusco, J. J. (Eds.), *Animal models of cognitive impairment*. CRC Press, New York, pp. 147 – 167.

- SCHANTZ, M. M., PARRIS, R. M., KURZ, J. BALLSCHMITER, K., STEPHEN, A. 1993. Comparison of methods for the gas-chromatographic determination of PCB congeners and chlorinated Pesticides in marine reference materials. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry* 346, 766-778.
- SILVA, C. E. A., TORRES, J. P. M., MALM, O. 2007. Toxicologia das bifenilas policloradas. *Oecologia Brasiliensis* 11, 179 - 187.
- SIMONICH, S. L., HITES, R. A. 1995. Global distribution of persistent organochlorine compounds. *Science* 269, 1851 - 1854.
- STATSOFT, INC. 2010. STATISTICA for Windows (Computer program manual). Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, phone: (918) 749-1119, fax: (918) 749-2217, Web: <http://www.statsoftinc.com>.
- STICKEL, W. H., STICKEL, L. F., DYRLAND, R., HUGHES, D. L. 1984. Arochlor 1254® residues in birds: lethal levels and loss rates. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 13, 7 - 13.
- TANABE, S., SENTHILKUMAR, K., KANNAN, K., SUBRAMANIAN, A. N. 1998. Accumulation Features of Polychlorinated Biphenyls and Organochlorine Pesticides in Resident and Migratory Birds from South India *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 34, 387 - 397.
- TANABE, S. 2002. Contamination and toxic effects of persistent endocrine disrupters in marine mammals and birds. *Marine Pollution Bulletin* 45, 69 - 77.
- TANABE, S. 2004. POPs-need for target research on high risk stage. *Marine Pollution Bulletin* 48, 609 - 610.
- TANAKA, H., OGI, H., TANABE, S., TATSUKAWA, R., OKA, N. 1986. Bioaccumulation and metabolism of PCBs and DDE in short-tailed shearwater

- Puffinus tenuirostris* during its transequatorial migration and in the wintering and breeding grounds. Memoir of National Institute of Polar Research 40, 434 - 442.
- TANIGUCHI, S., MONTONE, R. C., BÍCEGO, M. C., COLABUONO, F. I., WEBER, R. R., SERICANO, J. L. 2009. Chlorinated pesticides, polychlorinated biphenyls and polycyclic aromatic hydrocarbons in the fat tissue of seabirds from King George Island, Antarctica. Marine Pollution Bulletin 58, 129 - 133.
- TICKELL, W. L. N. 1966. Movements of Black-browed and Grey-headed albatrosses in the South Atlantic. Emu 66, 357 - 367.
- UNEP, 2002. Central America and the Caribbean Regional Report, Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances, Geneva, Switzerland.
- VAN DEN BRINK, N. W. 1997. Directed transport of volatile organochlorine pollutants to polar regions: the effect on the contamination pattern of Antarctic seabirds. Science of the Total Environment 198, 43 - 50.
- VAN DEN BRINK, N. V., RUITER-DIJKMAN, E. M., 1997. Trans-nonachlor, octachlorostyrene, mirex and photomirex in Antarctic seabirds. Antarctic Science 9, 414 - 417.
- WADE, T. L., CANTILLO, A. Y. 1994. Use of standards and reference materials in the measurement of chlorinated hydrocarbon residues. Chemistry Workbook. NOAA Technical memorandum NOS ORCA 77, Silver Spring, Maryland.
- WALKER, C. H. 1990. Persistent pollutants in fish-eating birds - bioaccumulation, metabolism and effects. Aquatic Toxicology 17, 293 - 324.
- WARHAM, J. 1990. The petrels: their ecology and breeding systems. Academic Press, London.

- WARHAM, J. 1996. The behaviour, population biology and physiology of the petrels. London: Academic Press.
- WELLS, D. E., CAMPBELL, L. A., ROSS, H. M., THOMPSON, P. M., LOCKYER, C. H. 1994. Organochlorine residues in harbor porpoise and bottlenose dolphins stranded on the coast of Scotland, 1988-1991. *The Science of the Total Environment* 151, 77 - 99.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). 1984. Recommended classification of pesticides by hazard. Guidelines to classification 1984-1985, Geneva.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). 1991. Lindane. Environmental Health Criteria 124. Geneva.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). 1993. Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls Environmental Health Criteria 140. Geneva.
- WIEMEYER, S. N., BUNK, C. M., STAFFORD, C. J. 1993. Environmental contaminants in bald eagle eggs – 1980-1984- and further interpretations of relationships to productivity and shell thickness. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 24, 213 - 227.
- WIENBURG, C. L., SHORE, R. F., 2004. Factor influencing liver PCB concentrations in sparrowhawks (*Accipiter nisus*), kestrels (*Falco tinnunculus*) and herons (*Ardea cinerea*) in Britain. *Environmental Pollution* 132, 41 - 50.
- YOGUI, G. T., SANTOS, M. C. O., MONTONE, R. C. 2003. Chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) from the Cananeia estuary, southeastern Brazil. *The Science of the Total Environment* 312, 67 - 78.

ZITKO, V. 2003. Chlorinated pesticides: Aldrin, DDT, Endrin, Dieldrin, Mirex, in: Fielder, H. (Ed.), The Handbook of Environmental Chemistry, vol. 3. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 48 – 90.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM06*	TM24**	TM25**	TM27**	TM28**	TM31**	TM40**	TM43**	TM44**	TM60**	TM61**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,82	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	10,2	n.d.	n.d.	6,72	n.d.	n.d.	n.d.	3,32	3,77	5,17	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,92	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	6,61	n.d.	n.d.	4,51	n.d.	n.d.	n.d.	3,71	6,19	8,61	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,27	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	13,7	5,18	6,32	2,58	5,98	n.d.	3,56	6,04	5,25	5,64	2,39
PCB 99	n.d.	90,7	19,0	5,39	35,8	6,56	n.d.	5,60	21,3	16,2	24,3	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,88	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,11	4,33	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	4,97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	18,1	7,17	9,01	4,48	4,68	n.d.	n.d.	11,5	12,4	9,85	4,47
PCB 118	n.d.	277	38,0	8,07	90,1	14,0	6,32	10,5	37,5	30,9	45,1	2,79
PCB 114	n.d.	5,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	11,5	1649	165	25,5	305	46,5	26,3	77,7	138	175	280	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	n.d.	72,1	9,67	n.d.	29,1	3,88	n.d.	4,05	10,6	11,8	15,8	3,53
PCB 141	n.d.	9,44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	7,75	432	184	35,8	232	53,5	9,72	23,7	147	117	158	3,12
PCB 158	n.d.	52,0	15,8	n.d.	15,7	n.d.	n.d.	n.d.	8,57	n.d.	8,04	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	n.d.	160	54,9	8,82	29,8	15,5	n.d.	n.d.	44,2	29,7	36,2	5,29
PCB 183	n.d.	273	30,2	n.d.	38,6	n.d.	n.d.	n.d.	18,3	12,0	18,0	7,72
PCB 128	n.d.	154	31,5	4,92	35,0	6,52	n.d.	4,14	25,0	16,6	19,3	2,96
PCB 167	n.d.	70,9	8,64	n.d.	14,6	n.d.	n.d.	n.d.	5,68	4,55	7,24	4,60
PCB 174	n.d.	10,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	13,3	5,84	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,63	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	n.d.	104	11,7	n.d.	19,0	n.d.	n.d.	n.d.	8,69	6,26	10,5	3,53
PCB 157	n.d.	31,5	3,93	n.d.	6,45	n.d.	n.d.	n.d.	3,12	2,25	4,41	2,23
PCB 180	8,39	836	144	17,4	214	29,5	9,39	48,4	88,5	69,5	107	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	n.d.	732	68,9	7,7	89,2	9,51	5,64	24,5	44,6	30,4	49,3	3,42
PCB 199	n.d.	19,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,7	6,60	n.d.	5,42
PCB 203	n.d.	160	18,9	n.d.	20,3	n.d.	n.d.	n.d.	8,04	7,18	7,93	3,58
PCB 189	n.d.	16,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	57,1	6,95	n.d.	7,22	n.d.	n.d.	n.d.	4,84	n.d.	n.d.	1,73
PCB 194	n.d.	200	20,1	n.d.	26,4	n.d.	n.d.	5,74	11,2	8,45	11,3	2,71
PCB 206	n.d.	28,7	3,64	n.d.	7,43	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	27,6	5503	858	129	1239	196	57,4	218	667	575	835	
Lípidios (mg g ⁻¹)	657	737	642	516	437	333	453	615	676	624	924	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 2

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM54**	TM58**	TM59**	TM26**	TM32**	TM33**	TM34**	TM35**	TM63**	TM64**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	7,39	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,11	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	3,21	2,64	2,98	4,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,18	3,74	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,1	3,82	3,67
PCB 74	n.d.	8,71	3,24	n.d.	4,83	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	2,39	n.d.	n.d.	4,08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,95	3,18	2,34
PCB 66	3,22	5,73	3,34	4,67	4,98	3,50	n.d.	n.d.	4,06	8,11	3,06
PCB 95	3,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,73	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71	3,48	2,15
PCB 101	3,12	2,94	3,73	6,45	2,89	4,71	3,27	2,41	6,08	6,28	2,39
PCB 99	15,7	44,2	15,8	16,1	36,5	8,15	5,88	5,82	7,87	18,1	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,01	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	19,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	5,19	n.d.	9,53	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12,0	9,86	4,47
PCB 118	32,3	117	41,1	35,0	73,2	27,8	13,8	11,4	13,8	32,5	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	117	574	133	115	310	56,3	59,3	39,2	73,8	185	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	11,8	n.d.	8,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	10,4	30,0	11,4	n.d.	21,5	10,8	5,18	n.d.	4,39	13,5	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	91,2	307	97,9	105	263	67,9	50,1	40,6	44,7	127	3,12
PCB 158	n.d.	15,4	n.d.	n.d.	20,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	10,4	29,4	12,4	29,5	27,7	13,0	13,7	12,3	9,37	31,4	5,29
PCB 183	15,3	75,2	15,7	14,0	40,8	8,60	n.d.	n.d.	n.d.	13,8	7,72
PCB 128	17,8	43,1	18,1	14,4	44,0	8,83	8,47	6,39	6,19	17,6	2,96
PCB 167	5,23	21,4	6,88	n.d.	11,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,97	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,67	3,22
PCB 156	7,41	32,1	9,34	5,78	18,0	4,87	n.d.	n.d.	n.d.	7,69	3,53
PCB 157	n.d.	8,35	3,64	2,92	6,97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,28	2,23
PCB 180	80,7	471	86,2	52,9	206	39,8	34,8	24,4	32,7	72,4	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	37,5	214	39,9	29,1	99,1	11,4	17,8	7,83	16,2	36,5	3,42
PCB 199	n.d.	5,91	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,29	n.d.	5,42
PCB 203	n.d.	49,6	n.d.	n.d.	13,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,90	3,58
PCB 189	n.d.	7,19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	13,5	n.d.	n.d.	8,07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 194	9,89	57,6	10,9	n.d.	21,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,7	2,71
PCB 206	n.d.	8,63	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	467	2157	515	479	1234	274	212	150	254	632	
Lípidios (mg g ⁻¹)	661	665	539	742	604	520	483	621	744	700	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 3

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM36**	TM38**	TM42**	TM39**	TM48**	TM51**	TM56**	TM45**	TM47**	TM71**	TM133**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,05	n.d.	n.d.	n.d.	5,89	6,32	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,93	2,58	4,11	n.d.	n.d.	2,3	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,86	n.d.	n.d.	n.d.	3,37	8,35	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,41	n.d.	3,53	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,04	n.d.	n.d.	4,26	7,06	10,7	4,56	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34	n.d.	3,02	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	2,98	2,49	n.d.	4,72	4,37	4,06	7,77	5,86	n.d.	3,64	2,39
PCB 99	3,83	5,82	4,34	n.d.	16,5	11,0	5,17	7,87	15,0	43,7	14,2	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,83	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,04	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,45	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,17	5,04	5,17	10,6	13,0	7,46	9,75	4,47
PCB 118	11,2	11,4	8,05	5,21	36,0	17,7	9,20	13,3	28,5	99,7	21,6	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	26,8	41,4	34,7	23,7	111	57,6	33,5	79,1	131	583	147	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	3,64	n.d.	n.d.	n.d.	11,7	4,80	n.d.	4,47	9,78	36,2	7,65	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	28,2	37,2	19,6	13,4	103	54,2	34,6	55,9	89,7	281	99,7	3,12
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	17,2	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	n.d.	7,69	n.d.	n.d.	28,7	15,6	10,1	16,9	23,7	35,3	28,5	5,29
PCB 183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	15,5	n.d.	n.d.	nd	8,98	41,9	9,67	7,72
PCB 128	4,39	5,34	n.d.	n.d.	15,6	8,97	4,66	9,12	12,4	43,5	12,9	2,96
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	16,4	n.d.	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,71	3,88	n.d.	n.d.	5,97	23,8	5,18	3,53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,21	n.d.	2,23
PCB 180	16,1	26,8	14,4	8,24	76,6	34,9	20,3	30,8	45,4	238	53,8	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	8,89	9,86	4,06	5,10	35,9	16,5	9,51	18,5	24,4	117	28,8	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,13	n.d.	5,42
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,68	n.d.	n.d.	n.d.	5,57	27,5	6,74	3,58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,1	n.d.	1,73
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,59	5,75	n.d.	n.d.	n.d.	31,4	6,63	2,71
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,43	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	103	148	88	56	510	245	139	280	435	1712	463	
Lípidios (mg g ⁻¹)	584	759	749	875	791	805	679	680	636	808	932	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 4

Concentrações de PCBs (ng g^{-1} peso úmido) encontradas no fígado de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM06*	TM24**	TM25**	TM27**	TM28**	TM31**	TM40**	TM43**	TM30 *	TM26**	TM36**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,39
PCB 99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,92	n.d.	n.d.	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 118	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,13	n.d.	n.d.	n.d.	22,0	n.d.	n.d.	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	7,05	17,2	14,9	10,1	17,7	14,8	n.d.	n.d.	130	8,21	14,8	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,29	n.d.	164	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	8,41	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,74	n.d.	n.d.	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	n.d.	9,97	6,98	7,05	9,42	10,2	n.d.	n.d.	36,9	4,79	10,2	3,12
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,7	n.d.	n.d.	7,72
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,97	n.d.	n.d.	2,96
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,77	n.d.	n.d.	3,53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 180	n.d.	7,75	5,78	7,28	8,04	9,17	n.d.	n.d.	74,6	n.d.	9,17	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	n.d.	n.d.	5,02	n.d.	3,50	n.d.	n.d.	n.d.	27,2	n.d.	n.d.	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	13,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	11,5	n.d.	n.d.	2,71
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
Σ PCBs	7,05	34,9	32,6	46,8	42,8	34,2	10,1	n.d.	503	13,0	34,2	
Peso Seco (mg g^{-1})	360	360	280	250	350	400	360	320	340	370	270	
Lípidios (mg g^{-1})	121	34,7	28,0	46,7	28,0	25,3	48,0	42,7	46,7	17,3	33,3	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 5

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM32**	TM33**	TM34**	TM35**	TM38**	TM42**	TM39**	TM44**	TM45**	TM47**	TM48**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,33	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,19	n.d.	n.d.	3,16	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,00	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,32	3,88	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,39
PCB 99	n.d.	n.d.	n.d.	11,6	6,57	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 118	n.d.	n.d.	n.d.	14,0	24,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,57	3,03	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	10,4	5,22	6,76	15,5	147	n.d.	n.d.	7,90	5,24	13,0	7,35	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	7,84	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	4,01	5,61	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	4,84	n.d.	5,08	13,2	45,6	n.d.	n.d.	6,05	3,26	11,2	4,98	3,12
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,84	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,96
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,93	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 180	5,72	n.d.	4,87	n.d.	80,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,79	n.d.	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	4,12	n.d.	n.d.	n.d.	34,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,78	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	25,1	5,22	16,7	66,2	390	n.d.	n.d.	16,1	8,50	34,8	29,7	
Peso Seco (mg g ⁻¹)	340	420	360	380	380	330	280	330	290	320	330	
Lípidios (mg g ⁻¹)	44,0	73,3	70,7	41,3	80,0	32,0	32,0	32,0	56,0	72,0	44,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 6

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM51**	TM56**	TM58**	TM59**	TM60**	TM61**	TM63**	TM64**	TM71**	TM133**	TM138**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,75	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	3,87	n.d.	n.d.	n.d.	4,26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,39
PCB 99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 118	n.d.	n.d.	6,34	3,38	n.d.	2,95	n.d.	n.d.	5,68	n.d.	n.d.	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	5,46	4,58	48,4	13,5	4,38	10,5	n.d.	7,58	24,7	6,97	3,67	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	5,33	3,17	19,8	8,44	n.d.	7,42	n.d.	6,14	15,6	5,60	n.d.	3,12
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,96
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 180	n.d.	n.d.	24,9	4,23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,79	n.d.	n.d.	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	n.d.	n.d.	8,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	10,8	11,6	108	29,5	4,38	27,3	n.d.	13,7	54,7	12,6	6,42	
Peso Seco (mg g ⁻¹)	320	200	190	340	300	310	300	190	360	340	230	
Lípidios (mg g ⁻¹)	92,0	48,0	64,0	44,0	24,0	40,0	52,0	36,4	42,4	52,0	48,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 7

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM06*	TM24**	TM25**	TM27**	TM28**	TM31**	TM40**	TM43**	TM30*	TM26**	TM36**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,39
PCB 99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 118	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	n.d.	4,14	6,97	7,70	8,81	6,59	n.d.	n.d.	8,41	4,06	n.d.	3,05
PCB 132	n.d.	7,39	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	n.d.	3,87	6,55	8,37	7,56	6,78	n.d.	n.d.	4,20	4,50	n.d.	3,12
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,96
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 180	n.d.	n.d.	5,45	8,26	6,73	6,07	n.d.	n.d.	6,60	n.d.	n.d.	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	n.d.	n.d.	n.d.	3,80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	n.d.	15,4	19,0	28,1	26,4	19,4	n.d.	n.d.	19,2	8,56	n.d.	
Peso seco (mg g ⁻¹)	300	280	280	340	250	320	260	280	230	280	300	
Lípidios (mg g ⁻¹)	65,9	28,0	32,4	69,3	27,5	54,1	36,5	50,0	7,50	33,7	64,1	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 8

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM32**	TM33**	TM34**	TM35**	TM38**	TM42**	TM39**	TM44*	TM45**	TM47**	TM48**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,39
PCB 99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 118	3,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	13,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,52	3,35	6,10	n.d.	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	10,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,54	n.d.	3,12
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,96
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 180	8,68	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	4,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	41,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,52	3,35	10,6	n.d.	
Peso seco (mg g ⁻¹)	300	300	270	310	260	340	320	290	320	290	360	
Lípidios (mg g ⁻¹)	49,5	55,9	30,8	13,6	35,6	6,80	59,5	18,4	38,8	36,8	6,00	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 9

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM51**	TM56**	TM58**	TM59**	TM60**	TM61**	TM63**	TM64**	TM71**	TM133**	TM138**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,39
PCB 99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 118	n.d.	n.d.	4,93	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82	n.d.	n.d.	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	n.d.	4,45	39,4	11,0	6,84	12,7	n.d.	6,86	24,2	9,20	3,75	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	n.d.	n.d.	14,7	5,47	4,62	6,93	n.d.	4,74	12,3	6,56	n.d.	3,12
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,96
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 180	n.d.	n.d.	19,4	3,95	n.d.	4,54	n.d.	n.d.	8,75	3,60	n.d.	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	n.d.	n.d.	8,95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,41	n.d.	n.d.	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	n.d.	4,45	87,4	20,4	11,5	24,2	n.d.	11,6	54,5	19,4	3,75	
Peso seco (mg g ⁻¹)	290	310	300	300	320	310	290	280	350	320	280	
Lípidios (mg g ⁻¹)	290	310	300	300	320	310	290	280	350	320	280	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 10

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Thalassarche melanophrys*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM06*	TM24**	TM25**	TM27**	TM28**	TM31**	TM40**	TM43**	TM44**	TM54**	TM58**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	40,4	10,5	62,0	73,0	177	33,4	51,8	68,2	56,3	65,0	99,9	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,59	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	9,78	7,70	n.d.	22,8	n.d.	n.d.	n.d.	6,39	9,55	13,9	5,49
Oxclordana	15,2	33,4	10,4	8,96	69,2	7,07	5,00	6,35	6,57	9,64	26,2	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	13,9	10,5	19,2	21,2	49,6	9,51	13,8	18,0	34,9	28,9	43,5	2,23
p, p' - DDE	24,5	727	471	76,2	666	258	25,3	77,8	349	153	381	1,89
o, p' - DDD	25,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	18,6	23,9	25,2	34,2	130	15,9	20,4	24,4	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	22,2	n.d.	15,7	7,57	n.d.	34,6	3,01	n.d.	n.d.	n.d.	12,7	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	17,2	23,7	4,03
p, p' - DDT	24,3	n.d.	n.d.	n.d.	28,9	n.d.	n.d.	14,3	52,5	13,5	60,5	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	n.d.	281	27,4	18,7	172	40,3	11,0	28,0	97,6	63,1	283	5,83
ΣDDT	96,5	727	487	83,8	695	293	28,3	92,1	401	184	478	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,59	n.d.	n.d.	
Σclordanas	15,2	33,4	10,4	8,96	69,2	7,07	5,00	6,35	6,57	9,64	26,2	
ΣDrins	32,5	34,4	44,4	55,5	179	25,4	34,2	42,4	34,9	28,9	43,5	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Lípidios (mg g⁻¹)	657	737	642	516	437	333	453	615	676	661	665	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 11

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM26**	TM32**	TM33**	TM34**	TM35**	TM36**	TM38**	TM42**	TM48**	TM51**	TM59**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	72,1	127	134	61,8	65,8	55,0	75,3	66,7	95,5	66,4	n.d.	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,07	4,73
Heptacloro epóxide A	9,90	25,1	n.d.	5,84	5,52	n.d.	6,42	n.d.	6,61	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	17,9	39,9	n.d.	6,70	8,29	7,37	9,09	6,81	11,9	4,32	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	5,26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,51	3,81
α-clordana	26,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	258	2,79
Dieldrin	27,6	57,1	3,01	22,8	22,6	20,7	27,2	14,4	42,2	21,4	n.d.	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	181	416	47,8	114	98,0	64,0	107	94,6	329	128	16	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	10,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	36,9	n.d.	5,14	31,7	29,5	27,8	40,6	25,0	n.d.	n.d.	34,6	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	5,23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	26,9	22,6	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	26,6	23,1	n.d.	n.d.	7,38	6,52	n.d.	25,3	102	27,7	40,3	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	293	1,81
Mirex	71,8	90,6	35,1	29,2	39,0	11,3	38,6	31,1	180	70,7	n.d.	5,83
ΣDDT	223	449	47,8	114	105	70,5	107	120	457	178	56,2	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	43,9	39,9	n.d.	6,70	8,29	7,37	9,09	6,81	11,9	4,32	9,51	
ΣDrins	64,5	57,1	8,15	54,5	52,1	48,5	67,8	39,4	42,2	21,4	41,7	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Lípidios (mg g⁻¹)	742	604	520	483	621	584	759	749	805	679	539	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 12

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Thalassarche melanophris*.

Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM56**	TM39**	TM45**	TM47**	TM60**	TM61**	TM63**	TM64**	TM71**	TM133**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	50,0	54,27	56,6	102	76,4	37,8	33,0	110	162	59,1	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,02	n.d.	n.d.	10,2	13,3	n.d.	5,49
Oxiclordana	5,60	7,08	48,2	n.d.	n.d.	26,8	n.d.	n.d.	19,2	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	16,6	n.d.	n.d.	7,07	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	7,04	n.d.	9,86	29,7	n.d.	8,74	18,6	8,79	2,79
Dieldrin	19,3	14,5	10,9	27,3	22,9	34,9	n.d.	28,8	45,1	14,1	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	55,5	30,2	37,4	249	149	1313	30,9	134	808	75,7	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	30,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	22,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	8,69	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	8,38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	25,8	8,14	12,2	83,2	49,4	74,2	n.d.	47,0	212	21,8	5,83
ΣDDT	63,9	30,2	68,3	249	149	1353	30,9	134	822	75,7	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	5,60	7,08	55,2	n.d.	9,86	56,6	n.d.	8,74	37,7	8,79	
ΣDrins	19,3	36,4	10,9	27,3	22,9	34,9	n.d.	28,8	45,1	14,1	
ΣEndosulfan	n.d.	8,69	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Lípidios (mg g⁻¹)	679	875	680	636	624	924	744	700	808	932	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 13

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM06*	TM24**	TM25**	TM27**	TM28**	TM31**	TM43**	TM40**	TM30*	TM26**	TM36**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	5,95	4,47	3,92	5,70	9,81	5,10	3,22	6,60	41,4	3,49	2,32	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxclordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,28	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,54	n.d.	n.d.	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	73,9	5,61	n.d.	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	82,6	n.d.	n.d.	5,83
ΣDDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	73,9	5,61	n.d.	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,28	n.d.	n.d.	
ΣDrins	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,54	n.d.	n.d.	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	360	360	280	250	350	400	320	360	340	370	270	
Lípidios (mg g⁻¹)	121	34,7	28,0	46,7	28,0	25,3	42,7	48,0	46,7	17,3	33,3	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 14

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM42**	TM32**	TM33**	TM34**	TM35**	TM38**	TM39**	TM44*	TM45**	TM47**	TM48**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	n.d.	6,42	10,6	7,19	3,11	9,86	4,15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,79	n.d.	n.d.	n.d.	5,19	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	21,7
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	2,52	2,34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
p, p' - DDE	n.d.	7,02	18,3	5,61	2,51	5,63	2,07	7,20	n.d.	12,6	3,23	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	n.d.	n.d.	3,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	n.d.	26,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,83
ΣDDT	n.d.	7,02	21,5	5,61	2,51	5,63	2,07	7,20	n.d.	12,6	3,23	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,79	n.d.	n.d.	n.d.	5,19	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	21,7	
ΣDrins	n.d.	2,52	2,34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	330	340	420	360	380	380	320	330	290	320	330	
Lípidios (mg g⁻¹)	32,0	44,0	73,3	70,7	41,3	80,0	59,5	32,0	56,0	72,0	44,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 15

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM51**	TM56**	TM58**	TM59**	TM60**	TM61**	TM63**	TM64**	TM71**	TM133**	TM138**	LDM
α-HCH	n.d.	9,20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,92	n.d.	4,28	8,49	n.d.	n.d.	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	n.d.	n.d.	n.d.	38,5	n.d.	n.d.	151	n.d.	97,1	6,67	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	2,23	n.d.	16,6	15,8	1,99	16,7	n.d.	2,97	51,6	n.d.	n.d.	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,71	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	n.d.	n.d.	7,83	12,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,83
ΣDDT	2,23	n.d.	16,6	15,8	1,99	16,7	n.d.	2,97	57,3	n.d.	n.d.	
ΣHCH	n.d.	9,20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	n.d.	n.d.	38,5	n.d.	n.d.	151	n.d.	97,1	6,67	n.d.	
ΣDrins	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	320	200	340	340	300	310	300	190	360	340	230	
Lípidios (mg g⁻¹)	92,0	48,0	64,0	44,0	24,0	40,0	52,0	44,0	52,0	52,0	48,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 16

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM24**	TM25**	TM27**	TM28**	TM31**	TM40**	TM06*	TM43**	TM30 *	TM26**	TM36**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	1,88	2,76	6,44	5,05	2,91	2,62	2,42	4,69	3,92	3,56	3,19	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
p, p' - DDE	9,85	9,72	4,80	24,7	18,2	n.d.	n.d.	4,42	7,38	5,18	1,96	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,85	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,41	n.d.	n.d.	5,83
ΣDDT	9,85	9,72	4,80	24,7	23,0	n.d.	n.d.	4,42	7,38	5,18	1,96	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
ΣDrins	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	280	280	340	250	320	260	300	280	230	280	300	
Lípidios (mg g⁻¹)	28	32,4	69,3	29,3	54,1	36,5	65,9	50	7,47	33,7	64,1	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 17

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM32**	TM34**	TM38**	TM42**	TM39**	TM33**	TM35**	TM44**	TM45**	TM47**	TM48**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	6,04	1,94	3,04	3,79	4,15	6,50	3,19	3,51	2,14	5,06	8,96	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	21,0	n.d.	4,36	5,26	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
p, p' - DDE	12,6	2,54	2,83	3,09	2,07	16,1	4,20	11,4	2,16	10,7	14,7	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,94	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,83
ΣDDT	12,6	2,54	2,83	3,09	2,07	20,0	4,20	11,4	2,16	10,7	14,7	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	21,0	n.d.	4,36	5,26	
ΣDrins	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	300	270	260	340	320	300	310	290	320	290	360	
Lípidios (mg g⁻¹)	49,5	30,8	35,6	6,80	59,5	55,9	13,6	18,4	38,8	36,8	6,00	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 18

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Thalassarche melanophris*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TM51**	TM56**	TM58**	TM59**	TM60**	TM61**	TM63**	TM64**	TM71**	TM133*	TM138**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	2,11	2,39	4,90	9,38	4,13	4,39	1,84	4,68	10,1	3,04	5,03	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82	n.d.	9,40	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,41	n.d.	n.d.	2,23
p, p' - DDE	2,67	1,92	16,4	18,2	5,28	12,4	n.d.	4,73	35,7	4,41	4,38	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	n.d.	n.d.	6,90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,39	n.d.	n.d.	5,83
ΣDDT	2,67	1,92	16,4	18,2	5,28	16,5	n.d.	4,73	35,7	4,41	4,38	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82	n.d.	9,40	n.d.	n.d.	4,56	
ΣDrins	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	290	310	300	300	320	310	290	280	350	320	280	
Lípidios (mg g⁻¹)	32,4	24,4	48,0	36,0	42,8	49,2	29,2	36,4	42,4	58,0	41,2	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 19

Cromatogramas obtidos na análise de PCBs com GC-MS (A) e de pesticidas organoclorados com GC-ECD (B) no tecido adiposo de *Thalassarche melanophris*.

APÊNDICE 20

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas na gordura de *Thalassarche chlororhynchos*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TC04*	TC37**	TC52**	TC49**	TC66**	TC80**	TC108**	TC113**	TC135**	TC141**	TC146**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,26	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,37	4,64	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,93	5,57	7,18	8,75	5,35	4,86	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,04	n.d.	n.d.	3,16	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,20	n.d.	3,00	7,45	3,97	n.d.	3,07	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66	2,67	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,82	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	4,03	n.d.	3,80	3,68	61,6	8,34	4,60	9,84	5,78	18,9	8,29	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,79	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	29,1	9,67	9,33	9,62	8,51	7,50	8,60	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,35	3,78	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,65	2,81	2,89	2,37	2,40	2,15
PCB 101	5,94	n.d.	n.d.	3,88	7,14	n.d.	4,98	6,07	6,04	n.d.	4,06	3,34
PCB 99	21,4	10,0	10,2	20,5	164	49,3	26,6	60,6	19,3	115	58,2	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	20,8	10,7	n.d.	14,0	4,26	21,2	12,0	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,28	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,82	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	6,80	n.d.	n.d.	7,52	21,1	9,03	8,67	9,2	7,82	10,4	n.d.	2,79
PCB 118	40,9	39,3	57,0	62,7	402	110	42,6	148	34,7	487	157	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,79	n.d.	3,05
PCB 153	151	246	325	383	1615	785	258	1111	170	5511	1307	6,67
PCB 132	21,1	34,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	n.d.	n.d.	11,7	13,5	103,9	35,7	13,6	48,1	10,1	121	51,2	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	3,25	6,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	143	83,0	77,2	178	874	349	153	474	103	1390	586	6,01
PCB 158	8,79	3,81	n.d.	9,60	33,9	18,0	9,38	17,4	6,74	42,2	21,4	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	56,0	12,6	11,6	51,9	244	86,8	44,1	120	30,7	174	115	7,72
PCB 183	24,4	40,5	33,8	48,9	112	60,6	18,4	92,5	14,2	482	113	2,96
PCB 128	19,2	12,6	10,8	26,3	66,9	46,8	18,8	48,8	10,7	162	80,3	4,60
PCB 167	6,60	16,1	16,5	17,6	41,8	19,8	6,46	29,1	4,30	126	33,2	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	6,51	24,4	3,63	6,29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	10,2	17,3	23,1	21,6	62,7	29,4	9,42	44,9	7,02	197	47,8	2,23
PCB 157	n.d.	3,53	4,67	5,73	16,0	8,8	n.d.	11,6	n.d.	48,7	14,1	3,16
PCB 180	122	384	286	327	565	325	94,4	544	73,4	3410	660	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	53,9	127	118	134	249	149	46,6	243	33,6	1405	293	5,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	8,83	55,4	18,3	n.d.	32,3	7,79	39,8	22,5	3,58
PCB 203	14,1	33,8	18,7	31,2	58,7	34,0	12,4	65,7	8,75	340	67,8	3,03
PCB 189	n.d.	4,97	5,75	5,50	6,25	6,23	n.d.	9,26	n.d.	42,2	7,78	1,73
PCB 195	n.d.	17,7	7,52	12,1	20,3	14,4	n.d.	19,3	n.d.	109	22,8	2,71
PCB 194	12,5	80,5	32,7	48,6	54,3	38,2	14,6	84,6	12,2	461	74,9	3,09
PCB 206	n.d.	13,0	n.d.	7,88	9,97	10,3	n.d.	18,9	n.d.	70,7	12,5	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,8	n.d.	21,4	5,42	4,84
ΣPCBs	721	1180	1054	1440	4947	2242	813	3343	605	14828	3797	
Lípidios (mg g ⁻¹)	624	811	593	735	700	704	696	316	592	564	800	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 21

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Thalassarche chlororhynchos*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TC04*	TC37**	TC49**	TC52**	TC66**	TC80**	TC108**	TC113**	TC135**	TC141**	TC146**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	3,91	6,33	4,02	n.d.	4,18	n.d.	n.d.	n.d.	3,64	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,85	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,66	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,10	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	2,89	n.d.	n.d.	n.d.	2,59	n.d.	7,73	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,36	n.d.	3,14	2,28	n.d.	12,8	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,54	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,95	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,40	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,11	n.d.	n.d.	9,73	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,01	n.d.	n.d.	12,4	n.d.	3,66
PCB 56/60	2,48	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,79	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,57	n.d.	3,34
PCB 99	3,53	n.d.	n.d.	n.d.	6,08	n.d.	2,80	5,19	n.d.	8,07	3,00	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,04	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	11,4	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,30	n.d.	n.d.	8,37	n.d.	2,79
PCB 118	10,6	n.d.	5,40	n.d.	12,5	5,02	n.d.	10,2	n.d.	21,7	4,04	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	96,5	19,7	40,1	23,6	47,3	27,4	13,0	61,7	11,5	135	30,3	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	429	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	36,6	n.d.	15,3	6,79	33,0	13,8	9,04	33,1	7,40	49,9	19,9	6,01
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,74	n.d.	n.d.	7,05	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 183	10,0	n.d.	2,99	n.d.	3,87	n.d.	n.d.	4,67	n.d.	10,3	n.d.	2,96
PCB 128	5,90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,60	n.d.	4,60
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,21	n.d.	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	4,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,56	n.d.	2,23
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16
PCB 180	51,8	18,6	n.d.	15,4	18,9	8,99	3,65	25,1	n.d.	74,9	11,5	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	29,2	5,51	8,66	7,09	8,46	4,43	n.d.	12,4	n.d.	40,2	n.d.	5,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 194	7,64	5,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	259	49,6	76,3	62,1	152	59,6	47,2	164	18,9	924	72,3	
Peso seco (mg g ⁻¹)	80,0	420	370	340	350	320	380	380	280	340	320	
Lípidios (mg g ⁻¹)	44,0	56,0	84,0	28,0	28,0	32,0	48,0	64,0	44,0	60,0	68,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 22

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Thalassarche chlororhynchos*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TC04*	TC37**	TC49**	TC52**	TC66**	TC80**	TC108**	TC113**	TC135**	TC141**	TC146**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	6,33	n.d.	n.d.	n.d.	6,18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 118	19,4	n.d.	n.d.	n.d.	14,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,48	6,10	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	101	n.d.	33,8	19,0	61,4	22,3	n.d.	n.d.	15,5	85,7	46,0	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	57,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	65,0	n.d.	11,1	n.d.	32,1	11,3	n.d.	n.d.	9,58	22,4	20,8	6,01
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	10,9	n.d.	n.d.	n.d.	10,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 183	20,2	n.d.	n.d.	n.d.	4,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,95	3,44	2,96
PCB 128	11,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 167	5,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	7,58	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,86	n.d.	2,23
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16
PCB 180	88,5	8,56	19,5	13,3	26,4	8,93	n.d.	n.d.	n.d.	46,2	22,2	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	50,1	n.d.	7,75	n.d.	10,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	20,0	10,1	5,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,39	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,37	n.d.	3,03
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	4,57	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 194	15,9	n.d.	3,11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,31	n.d.	3,09
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	406	8,56	75,2	32,3	227	42,5	n.d.	n.d.	25,1	202	109	
Peso seco (mg g ⁻¹)	360	240	310	300	300	280	280	260	300	220	190	
Lípidios (mg g ⁻¹)	92,8	20,9	65,9	20,0	25,6	24,8	32,0	-	53,2	18,0	34,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 23

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Thalassarche chlororhynchos*.

Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TC04*	TC52**	TC37**	TC49**	TC66**	TC80**	TC108**	TC141**	TC146**	TC113**	TC135**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	75,8	48,8	31,8	16,9	85,8	24,2	44,4	54,6	50,0	n.d.	95,2	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	9,94	n.d.	n.d.	n.d.	19,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxclordana	16,7	18,8	20,1	5,12	113	50,0	n.d.	35,8	8,77	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	42,1	6,08	n.d.	7,38	6,20	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	67,4	23,1	14,1	43,7	24,9	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	16,2	13,4	10,4	77,2	14,1	16,6	18,1	13,2	n.d.	34,7	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	643	835	583	429	3531	1228	295	2373	895	85	229	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	3,11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	36,4	n.d.	35,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	49,3	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,90	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	21,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	17,5	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	56,7	n.d.	37,4	n.d.	9,72	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	80,6	263	244	317	108	128	111	835	157	26,0	n.d.	5,83
ΣDDT	643	892	583	492	3573	1244	295	2381	927	85,3	229	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	16,7	18,8	20,1	5,12	86,7	23,1	14,1	43,7	24,9	n.d.	n.d.	
ΣDrins	36,4	16,2	48,8	10,4	77,2	14,1	16,6	18,1	13,2	n.d.	84,0	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Lípidios (mg g⁻¹)	624	593	811	735	700	704	696	564	800	316	592	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 24

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Thalassarche chlororhynchos*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TC04*	TC37**	TC49**	TC52**	TC66**	TC108**	TC113**	TC135**	TC141**	TC146**	TC80**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	n.d.	1,78	108	n.d.	2,93	n.d.	n.d.	n.d.	2,34	n.d.	n.d.	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,07	6,06	n.d.	n.d.	17,1	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	n.d.	n.d.	n.d.	18,7	26,0	21,4	n.d.	183	11,1	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	12,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,62	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	n.d.	30,4	n.d.	4,69	n.d.	n.d.	3,78	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
p, p' - DDE	25,9	14,0	237	18,0	84,2	n.d.	n.d.	13,6	51,3	14,1	n.d.	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	11,4	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	12,0	8,08	57,5	n.d.	5,44	n.d.	n.d.	n.d.	26,5	n.d.	n.d.	5,83
ΣDDT	25,9	14,0	237	18,0	84,2	n.d.	n.d.	13,6	62,7	14,1	n.d.	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	n.d.	12,9	18,7	35,0	27,4	n.d.	183	31,9	n.d.	n.d.	
ΣDrins	n.d.	n.d.	30,4	n.d.	4,69	n.d.	n.d.	3,8	n.d.	n.d.	n.d.	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	300	420	370	340	350	380	380	280	340	320	320	
Lípidios (mg g⁻¹)	44,0	56,0	84,0	28,0	28,0	48,0	64,0	44,0	60,0	68,0	32,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 25

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Thalassarche chlororhynchus*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	TC37**	TC04*	TC52**	TC66**	TC80**	TC108**	TC113**	TC135**	TC141**	TC146**	TC49**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	n.d.	n.d.	2,01	9,29	n.d.	1,58	2,99	9,28	1,44	2,37	n.d.	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	n.d.	n.d.	2,49	n.d.	n.d.	n.d.	2,33	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
p, p' - DDE	6,43	41,7	20,3	25,7	30,7	6,24	37,5	21,0	41,9	33,4	19,8	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,75	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	n.d.	22,4	10,3	6,30	n.d.	n.d.	8,02	n.d.	15,1	7,18	10,1	5,83
ΣDDT	6,43	41,7	20,3	25,7	30,7	6,24	37,5	21,0	41,9	33,4	22,5	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
ΣDrins	n.d.	n.d.	n.d.	2,49	n.d.	n.d.	n.d.	2,33	n.d.	n.d.	n.d.	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	240	360	300	300	280	280	260	300	220	196	310	
Lípidios (mg g⁻¹)	20,9	92,8	20,0	25,6	24,8	32,0	2,40	53,2	18,0	34,0	65,6	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 26

Cromatogramas obtidos na análise de PCBs com GC-MS (A) e de pesticidas organoclorados com GC-ECD (B) no tecido adiposo de *Thalassarche chlororhynchos*.

APÊNDICE 27

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo, fígado e músculo de *Diomedea exulans*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Tecido adiposo			Fígado					Músculo					LDM
	DE140**	DE150**	DE148**	DE140**	DE150**	DE148**	DE120**	DE122**	DE140**	DE150**	DE148**	DE120**	DE122**	
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,90	n.d.	4,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	6,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	3,71	31,4	53,9	n.d.	n.d.	n.d.	5,34	3,56	n.d.	n.d.	n.d.	4,09	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	2,71	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	5,41	18,5	31,9	n.d.	n.d.	n.d.	5,02	3,13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	4,25	6,05	n.d.	2,29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	11,4	99,5	188	n.d.	4,51	6,12	16,0	10,1	n.d.	6,96	5,35	13,9	4,95	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	12,3	21,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	116	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	n.d.	8,89	18,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 118	27,7	422	800	n.d.	15,5	19,6	64,2	41,6	n.d.	28,5	21,2	58,8	21,0	4,10
PCB 114	n.d.	6,41	13,08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	117	2423	4652	n.d.	77,1	105	370	216	9,82	166	118	321	115	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	8,07	112	223	n.d.	n.d.	n.d.	19,4	11,0	n.d.	7,88	n.d.	16,6	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	58,9	660	1496	n.d.	26,6	36,7	125	64,4	n.d.	45,6	38,0	98,3	29,0	6,01
PCB 158	n.d.	22,1	55,3	n.d.	n.d.	n.d.	4,20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	6,61	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	n.d.	26,4	47,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 183	8,25	204	439	n.d.	7,17	9,00	33,0	19,3	n.d.	13,8	10,3	27,2	9,32	2,96
PCB 128	8,28	85,5	195	n.d.	n.d.	7,18	19,2	10,8	n.d.	5,84	5,05	14,1	n.d.	4,60
PCB 167	4,12	91,4	161	n.d.	2,67	3,51	15,9	7,27	n.d.	6,29	3,77	11,8	4,22	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	5,57	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	5,96	127	246	n.d.	4,64	5,55	19,9	13,4	n.d.	8,93	5,63	16,8	6,31	2,23
PCB 157	n.d.	30,9	58,6	n.d.	n.d.	n.d.	5,12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,92	n.d.	3,16
PCB 180	44,4	1675	3406	n.d.	53,5	61,0	254	145	n.d.	113	74,7	207	78,0	7,32
PCB 169	n.d.	9,62	16,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	18,0	562	1150	n.d.	19,0	18,9	92,3	49,5	n.d.	38,1	26,4	74,1	26,6	5,42
PCB 199	n.d.	11,1	15,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 203	6,41	182	476	n.d.	7,82	7,29	30,5	17,4	n.d.	12,4	9,21	20,9	9,07	3,03
PCB 189	n.d.	18,5	48,4	n.d.	n.d.	n.d.	2,48	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,61	n.d.	1,73
PCB 195	n.d.	38,8	99,9	n.d.	n.d.	n.d.	7,74	n.d.	n.d.	3,38	n.d.	5,30	n.d.	2,71
PCB 194	n.d.	209	606	n.d.	8,18	9,40	38,9	17,8	n.d.	15,4	11,6	26,0	11,9	3,09
PCB 206	n.d.	66,6	196	n.d.	n.d.	n.d.	16,5	8,19	n.d.	4,89	n.d.	6,85	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	12,6	29,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	327	7172	14771	n.d.	233	289	1265	638	9,82	477	329	930	315	
Peso seco (mg g ⁻¹)	-	-	-	300	350	320	300	300	340	330	300	290	260	
Lípidios (mg g ⁻¹)	648	764	700	28,0	128	40,0	28,0	36,0	68,0	51,2	26,4	28,4	15,6	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 28

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo, fígado e músculo de *Diomedea exulans*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Tecido adiposo			Fígado					Músculo					LDM
	DE140**	DE150**	DE148**	DE140**	DE150**	DE148**	DE120**	DE122**	DE140**	DE150**	DE148**	DE120**	DE122**	
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	180	710	679	n.d.	34,7	n.d.	n.d.	97,9	n.d.	51,6	22,3	58,0	49,2	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	8,00	17,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxclordana	19,2	282	503	n.d.	174	15,2	n.d.	103	n.d.	20,1	12,5	39,8	21,9	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	5,70	21,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	16,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	5,84	22,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	27,1	76,2	81,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,02	n.d.	5,71	2,75	8,78	3,20	2,23
p, p' - DDE	480	5362	8516	14,4	156	240	38,9	588	20,2	370	234	604	345	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	863	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	21,3	n.d.	18,4	20,4	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,67	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxiclono	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	28,3	2325	2958	n.d.	83,7	77,5	n.d.	232	5,79	156	69,1	242	156	5,83
ΣDDT	486	5384	8516	14,4	156	240	38,9	588	20,2	394	234	622	365	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	33,0	321	503	n.d.	174	15,2	n.d.	103	n.d.	20,1	12,5	39,8	21,9	
Σciclodienos	27,1	76,2	944	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,02	n.d.	5,71	2,75	8,78	3,20	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	-	-	-	300	350	320	300	300	340	330	300	290	260	
Lípidios (mg g⁻¹)	648	764	700	28,0	128	40,0	28,0	36,0	68,0	51,2	26,4	28,4	15,6	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 29

Cromatogramas obtidos na análise de PCBs com GC-MS (A) e de pesticidas organoclorados com GC-ECD (B) no tecido adiposo de *Diomedea exulans*.

APÊNDICE 30

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo, fígado e músculo de *Diomedea dabbenena*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Tecido adiposo				Fígado					Músculo					LDM
	DD144**	DD157**	DD159**	DD94**	DD144**	DD157**	DD159**	DD94**	DD139**	DD144**	DD157**	DD159**	DD94**	DD139**	
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,91	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	5,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	20,0	16,5	14,8	13,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	8,37	17,3	12,2	11,4	3,35	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	3,79	2,70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	3,52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	48,7	69,7	58,8	51,7	2,95	3,87	n.d.	3,02	10,3	5,11	n.d.	n.d.	2,96	7,73	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	3,97	11,9	n.d.	6,00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	7,53	8,70	8,07	15,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 118	232	172	226	161	12,8	9,07	6,87	7,98	37,2	23,1	n.d.	13,1	8,86	28,7	4,10
PCB 114	3,12	n.d.	4,12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	1183	756	1472	838	59,2	32,0	34,1	34,5	201	133	n.d.	75,4	44,5	160	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	56,3	56,0	51,7	43,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	3,79	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	335	398	412	329	19,0	18,0	12,1	17,2	84,7	35,5	n.d.	22,7	18,0	62,5	6,01
PCB 158	10,7	18,9	12,1	17,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	24,1	48,2	25,9	37,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	18,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13,0	7,72
PCB 183	89,0	64,9	137	74,9	6,00	3,35	n.d.	n.d.	19,2	11,1	n.d.	6,56	4,16	14,4	2,96
PCB 128	39,8	54,2	52,3	37,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,18	4,60
PCB 167	42,2	24,2	62,3	31,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,05	4,37	n.d.	2,93	n.d.	6,57	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	59,7	38,5	78,1	40,8	2,82	n.d.	n.d.	n.d.	13,0	6,04	n.d.	4,14	2,23	9,29	2,23
PCB 157	13,5	10,5	18,0	9,48	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16
PCB 180	677	394	1173	523	33,5	14,55	22,0	21,2	143	80,0	n.d.	53,0	27,0	102	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	12,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	231	161	338	175	13,5	n.d.	6,60	7,38	48,9	25,6	n.d.	16,5	9,09	37,0	5,42
PCB 199	6,61	17,3	6,23	16,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,06	3,58
PCB 203	79,6	52,3	146	68,7	6,77	n.d.	n.d.	n.d.	15,2	9,54	n.d.	5,76	3,50	11,4	3,03
PCB 189	8,76	5,07	14,1	5,55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	19,8	11,6	28,9	15,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,77	2,71
PCB 194	84,6	50,1	168	70,0	7,49	n.d.	n.d.	n.d.	17,5	9,75	n.d.	6,15	3,46	12,3	3,09
PCB 206	31,9	16,2	69,2	23,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,93	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	6,27	n.d.	11,1	4,86	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	3323	2483	4615	2628	175	80,9	81,6	91,2	654	344	n.d.	206	124	478	
Peso seco (mg g ⁻¹)	-	-	-	-	290	340	340	320	320	310	320	320	310	300	
Lípidios (mg g ⁻¹)	784	612	516	636	48,0	44,0	36,0	28,0	36,0	57,6	48,8	47,2	51,2	36,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 31

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo, fígado e músculo de *Diomedea dabbenena*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Tecido adiposo				Fígado					Músculo					LDM
	DD144**	DD157**	DD159**	DD94**	DD144**	DD157**	DD159**	DD94**	DD139**	DD144**	DD157**	DD159**	DD94**	DD139**	
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	80,8	369	323	214	3,75	14,4	14,28	71,6	34,9	9,95	24,0	24,7	14,2	26,7	1,27
β-HCH	8,33	n.d.	n.d.	7,53	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,88	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	17,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	76,8	113	205	117	n.d.	n.d.	11,1	29,3	225	n.d.	13,1	18,0	10,6	9,69	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	12,7	14,3	16,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,57	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	14,4	n.d.	n.d.	18,7	n.d.	n.d.	n.d.	21,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	23,2	55,9	41,0	38,3	n.d.	n.d.	n.d.	17,5	11,7	2,60	2,96	2,81	2,87	5,57	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	2248	7043	3858	3157	95,6	244	91,2	1457	1090	246	355	202	198	960	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	14,3	n.d.	n.d.	n.d.	15,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	66,3	n.d.	n.d.	2,81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,4	10,7	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	608	486	2952	436	43,3	18,5	73,3	336	165	106	16,8	101	31,4	120	5,83
ΣDDT	2261	7057	3889	3224	95,6	244	109	1465	1090	255	355	202	208	971	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	91,3	130	205	136	n.d.	n.d.	11,1	51,2	225	n.d.	13,1	18,0	10,6	9,7	
Σciclodienos	23,2	55,9	41,0	38	n.d.	n.d.	5,99	17,5	11,7	2,60	2,96	2,81	2,87	5,57	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	-	-	-	-	290	340	340	320	320	310	320	320	310	300	
Lípidios (mg g⁻¹)	784	612	516	636	48,0	44,0	36,0	28,0	36,0	57,6	48,8	47,2	51,2	36,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 32

Cromatogramas obtidos na análise de PCBs com GC-MS (A) e de pesticidas organoclorados com GC-ECD (B) no tecido adiposo de *Diomedea dabbenena*.

APÊNDICE 33

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA17*	PA18*	PA23**	PA124**	PA126**	PA128**	PA62**	PA65**	PA19*	PA20**	PA22*	PA41**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,08	12,2	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,15	9,94	23,5	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	3,11	2,33	2,32	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,74	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	5,18	n.d.	8,56	6,08	12,8	5,83	6,06	5,87	16,0	10,6	70,0	5,92	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	3,24	n.d.	7,26	3,90	6,87	3,66	3,22	4,14	13,3	12,6	36,9	4,14	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,82	3,34	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	3,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,815	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	30,1	n.d.	63,5	37,0	76,0	33,9	35,6	23,0	140	90,2	267	29,7	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,32	n.d.	n.d.	n.d.	7,42	4,29	19,5	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,12	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12,2	254	n.d.	86,0	4,47
PCB 149	n.d.	n.d.	7,21	n.d.	4,78	n.d.	n.d.	5,13	9,83	11,2	10,4	5,42	2,79
PCB 118	114	n.d.	192	76,3	198	82,5	69,2	40,0	404	239	642	75,9	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,47	n.d.	12,3	n.d.	3,05
PCB 153	533	11,5	1048	319	1282	375	277	106	2173	888	3374	515	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	640,5	3,53
PCB 105	27,1	n.d.	55,3	16,9	49,7	17,0	18,8	n.d.	95,8	79,4	237	19,7	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	277	7,75	683	216	633	232	199	95,7	873	814	1485	216	6,01
PCB 158	8,58	n.d.	37,6	7,81	30,1	9,13	9,85	n.d.	57,1	35,6	228	5,93	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,47	10,0	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	13,7	n.d.	84,3	42,9	49,3	23,2	29,4	30,5	228	198	70,0	56,5	7,72
PCB 183	65,8	n.d.	129	40,1	191	62,1	32,9	14,0	315	120	499	44,7	2,96
PCB 128	44,5	n.d.	108	28,9	83,7	36,7	28,0	9,79	143	120	353	24,8	4,60
PCB 167	25,5	n.d.	54,4	10,8	51,2	15,3	11,8	5,29	104	40,8	150	11,9	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,32	5,53	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,37	19,2	n.d.	3,81	3,53
PCB 156	29,5	n.d.	66,2	14,9	55,7	20,6	15,3	5,84	144	59,9	221	23,6	2,23
PCB 157	8,78	n.d.	20,7	5,48	16,7	6,74	3,64	n.d.	37,9	19,6	45,4	7,42	3,16
PCB 180	458	8,39	379	196	1061	341	171	71,2	1095	668	1682	283	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	178	n.d.	352	77,2	401	123	63,5	27,1	805	323	813	113	5,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	3,95	10,6	5,69	6,76	8,04	45,2	33,3	n.d.	15,5	3,58
PCB 203	30,8	n.d.	53,9	23,2	132	48,7	15,0	11,0	222	75,2	238	29,6	3,03
PCB 189	6,03	n.d.	8,38	n.d.	9,95	4,20	n.d.	n.d.	27,4	10,5	23,0	n.d.	1,73
PCB 195	11,2	n.d.	18,5	7,96	34,4	12,2	n.d.	n.d.	64,4	26,1	87,3	10,4	2,71
PCB 194	54,8	n.d.	77,0	21,6	118	41,9	20,0	8,34	249	82,2	253	37,1	3,09
PCB 206	7,09	n.d.	n.d.	n.d.	27,0	15,4	n.d.	n.d.	51,8	16,7	26,0	11,4	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	17,9	6,67	n.d.	n.d.	12,6	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	1931	27,6	3457	1260	4560	1524	1016	471	7383	4289	10888	2280	
Lípidios (mg g ⁻¹)	160	288	54,2	722	608	676	376	668	288	617	32,0	663	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 34

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA72**	PA98**	PA102**	PA111**	PA67**	PA86**	PA99**	PA115**	PA117**	PA46**	PA55**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	3,36	3,64	8,67	7,24	6,18	7,84	5,5	5,48	7,63	2,92	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	5,98	n.d.	3,41	3,78	n.d.	n.d.	7,50	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,57	n.d.	3,34
PCB 99	9,31	16,5	18,0	35,6	24,1	31,5	62,0	24,1	19,9	28,7	3,43	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	4,75	n.d.	n.d.	3,31	n.d.	n.d.	3,12	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	8,37	2,96	4,06	4,72	3,37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,78	n.d.	2,79
PCB 118	21,7	38,5	38,8	79,3	62,2	86,1	154	80,1	45,7	58,3	n.d.	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	94,2	125,2	130	254	270	260	1153	339	149	122	n.d.	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	224	260	3,53
PCB 105	n.d.	9,21	10,9	20,4	16,0	23,5	29,8	17,9	13,7	16,3	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,37	n.d.	3,12
PCB 138	72,7	94,3	107	186	156	168	520	174	111	135	n.d.	6,01
PCB 158	n.d.	4,49	5,08	5,28	7,04	6,08	15,3	6,25	4,68	5,45	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	21,3	25,9	34,2	39,6	18,6	n.d.	98,8	9,4	22,2	32,7	10,9	7,72
PCB 183	11,4	17,1	17,4	30,4	39,8	30,8	194	42,2	18,2	15,5	n.d.	2,96
PCB 128	9,67	8,46	15,0	26,3	26,9	28,7	44,0	28,6	18,5	16,9	n.d.	4,60
PCB 167	4,20	4,45	6,43	12,6	12,1	12,2	43,9	15,4	8,33	7,44	n.d.	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	4,62	n.d.	n.d.	4,31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,91	n.d.	3,53
PCB 156	5,31	7,64	8,03	16,9	14,6	16,3	54,1	21,0	11,0	11,8	n.d.	2,23
PCB 157	n.d.	n.d.	3,22	4,95	4,48	5,56	13,9	6,56	n.d.	3,30	n.d.	3,16
PCB 180	62,7	90,3	89,8	173	218	173	1077	251	97,2	75,6	n.d.	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	25,9	33,2	33,8	67,0	84,1	66,4	407	104	44,1	30,4	n.d.	5,42
PCB 199	6,05	5,73	n.d.	10,1	n.d.	n.d.	25,6	n.d.	n.d.	7,68	4,36	3,58
PCB 203	11,5	8,98	6,89	19,6	28,3	19,0	147	24,7	10,6	9,76	n.d.	3,03
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,57	n.d.	10,8	3,49	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	n.d.	3,54	3,58	n.d.	8,10	6,13	39,2	7,05	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 194	8,55	8,70	8,67	20,1	29,5	17,2	160	30,1	12,3	7,22	n.d.	3,09
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	5,53	n.d.	7,21	34,4	6,13	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	17,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	377	509	544	1034	1032	968	4316	1197	593	851	282	
Lípidios (mg g ⁻¹)	600	504	428	408	744	176	396	664	576	712	469	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 35

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA107**	PA112**	PA118**	PA119**	PA123**	PA50**	PA57**	PA132**	PA142**	PA130**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	2,68	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	3,74	5,98	n.d.	6,24	2,92	4,20	7,12	5,83	4,85	3,10	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,68	5,72	8,03	7,3	5,34	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12	2,80	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,47	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	15,8	23,4	10,7	27,7	12,6	22,2	25,7	17,9	22,5	11,1	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,59	n.d.	5,23	n.d.	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	6,81	n.d.	3,63	n.d.	4,21	4,62	7,27	8,29	8,92	6,33	2,79
PCB 118	35,9	65,2	22,9	91,3	29,9	57,9	54,1	43,9	50,8	22,9	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	100	199	69,6	391	131	197	144	194	265	104	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	260	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	10,2	17,8	n.d.	22,2	n.d.	17,4	15,1	13,4	15,6	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	96,5	135	69,9	194	86,1	141	137	97,2	142	54,6	6,01
PCB 158	n.d.	5,30	n.d.	7,30	n.d.	4,15	5,80	4,35	3,79	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	25,6	16,7	20,6	20,7	19,5	28,3	39,2	17,2	28,9	11,5	7,72
PCB 183	12,0	23,3	10,4	49,2	17,4	24,7	16,5	13,1	17,9	5,89	2,96
PCB 128	13,0	20,8	10,2	30,4	12,9	18,8	15,9	14,1	18,9	8,28	4,60
PCB 167	5,91	11,1	3,84	17,8	6,02	10,4	6,53	6,66	8,66	2,48	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	4,08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,75	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	6,77	15,2	4,04	24,3	7,74	14,0	8,46	10,1	12,5	4,10	2,23
PCB 157	n.d.	4,84	n.d.	9,04	n.d.	4,03	3,29	n.d.	3,41	n.d.	3,16
PCB 180	67,4	133	43,1	313	98,6	156	87,2	83	124	35	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	29,0	55,0	20,7	118	39,8	66,6	35,4	33,4	50,2	18,0	5,42
PCB 199	7,14	n.d.	4,05	n.d.	n.d.	4,82	9,18	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 203	7,86	13,6	6,82	42,6	8,85	13,1	9,56	9,55	6,03	n.d.	3,03
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	5,40	n.d.	2,13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	11,7	3,19	5,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 194	7,04	19,1	4,74	40,1	11,2	20,0	8,58	11,0	13,0	n.d.	3,09
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	10,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	455	765	305	1434	491	825	907	603	808	293	
Lípidios (mg g ⁻¹)	436	476	484	504	532	705	705	688	832	908	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 36

Concentrações de PCBs (ng g^{-1} peso úmido) encontradas no fígado de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA17*	PA18*	PA32*	PA23**	PA46**	PA55**	PA57**	PA62**	PA65**	PA19*	PA20**	PA22*	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	5,37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14,2	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	63,6	27,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	47,6	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	5,38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	2,44	14,1	2,58	n.d.	3,75	n.d.	2,41	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	5,42	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	10,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	6,02	n.d.	57,3	7,75	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	133	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	10,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	3,60	n.d.	81,6	8,55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	69,5	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	11,96	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	17,2	5,87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	15,7	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	25,3	16,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	42,2	10,8	173	41,4	n.d.	3,34	n.d.	2,69	n.d.	13,4	n.d.	489	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	5,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	5,12	n.d.	13,9	7,78	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	33,2	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,94	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	11,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	16,7	4,04	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	374	n.d.	4,81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	23,2	4,47
PCB 149	4,66	n.d.	21,87	16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	34,4	2,79
PCB 118	157	19,5	379	136	n.d.	5,41	n.d.	5,02	n.d.	33,5	4,40	1207	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	4,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	42,4	3,05
PCB 153	1025	165	2318	914	n.d.	21,4	n.d.	14,3	n.d.	233	20,5	6926	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	2891	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	34,5	n.d.	110	34,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,40	n.d.	487	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	28,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	431	94,7	1252	445	6,15	25,5	8,20	16,8	6,26	117	19,6	2891	6,01
PCB 158	16,1	4,72	58,5	17,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,99	n.d.	299	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	18,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,74	5,29
PCB 187	32,2	31,5	451	96,6	n.d.	10,4	n.d.	n.d.	n.d.	23,4	n.d.	159	7,72
PCB 183	122	15,4	199	135	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	20,3	n.d.	813	2,96
PCB 128	65,2	14,4	165	68,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13,9	n.d.	705	4,60
PCB 167	40,1	5,0	57,57	42,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,07	n.d.	336	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	20,7	4,79	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	11,8	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	77,3	9,81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	50,6	5,06	77,9	57,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,8	n.d.	581	2,23
PCB 157	13,1	n.d.	24,6	15,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	110	3,16
PCB 180	564	66,6	962	869	n.d.	16,7	n.d.	8,62	n.d.	97,0	7,43	4312	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	4,00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,84	3,42
PCB 170	296	29,6	434	336	n.d.	5,76	n.d.	n.d.	n.d.	43,2	n.d.	3048	5,42
PCB 199	n.d.	4,56	123	17,1	47,8	75,9	75,3	64,8	73,0	n.d.	n.d.	24,9	3,58
PCB 203	78,0	9,94	175	94,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12,2	n.d.	681	3,03
PCB 189	7,28	n.d.	18,1	11,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	75,8	1,73
PCB 195	23,2	n.d.	53,0	30,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	239,2	2,71
PCB 194	96,7	8,16	176	117	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,70	n.d.	769,2	3,09
PCB 206	14,2	n.d.	69,8	18,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	70,9	4,95
PCB 209	6,19	n.d.	18,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14,8	4,84
ΣPCBs	3514	484	10644	3682	56,5	164	87,2	112	81,7	649	51,8	24687	
Peso seco (mg g^{-1})	260	230	300	300	320	320	320	320	310	280	260	280	
Lípidios (mg g^{-1})	16,0	64,0	137	25,3	38,0	42,0	38,0	54,0	36,0	49,3	22,7	21,3	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 37

Concentrações de PCBs (ng g^{-1} peso úmido) encontradas no fígado de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA72**	PA98**	PA102**	PA111**	PA115**	PA117**	PA126**	PA41**	PA50**	PA67**	PA86**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	2,83	2,49	2,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,8	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	5,12	4,67	6,12	6,56	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	5,07	5,9	6,54	4,99	n.d.	n.d.	2,71	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,16	3,33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,99	3,26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	n.d.	n.d.	n.d.	3,55	n.d.	3,42	3,58	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,94	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 118	n.d.	n.d.	n.d.	6,67	n.d.	4,17	7,58	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	n.d.	8,54	n.d.	9,75	n.d.	n.d.	19,8	8,08	8,51	6,86	n.d.	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	n.d.	9,72	7,31	15,2	6,03	10,0	19,8	8,64	8,04	n.d.	n.d.	6,01
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,61	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,96
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16
PCB 180	n.d.	8,21	n.d.	8,23	n.d.	n.d.	20,2	n.d.	7,33	n.d.	n.d.	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,86	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 199	68,4	74,9	62,5	27,2	14,2	11,5	18,7	n.d.	59,4	57,2	217	3,58
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
Σ PCBs	71,2	104	72,6	80,7	38,2	63,1	126	16,7	83,2	69,6	217	
Peso seco (mg g^{-1})	290	310	320	310	310	300	320	360	330	310	300	
Lípidios (mg g^{-1})	34,0	60,0	50,0	56,0	32,0	24,0	56,0	41,3	52,0	40,0	42,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 38

Concentrações de PCBs (ng g^{-1} peso úmido) encontradas no fígado de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA99**	PA107**	PA112**	PA128**	PA124**	PA130**	PA132**	PA142**	PA118**	PA119**	PA123**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	2,29	n.d.	n.d.	n.d.	2,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	2,95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	6,14	4,27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,41	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	4,52	2,65	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,06	4,51	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,82	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,46	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	2,95	n.d.	n.d.	n.d.	3,72	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 118	4,73	n.d.	4,36	6,03	6,86	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60	n.d.	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	26,7	20,6	n.d.	12,6	25,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,11	16,9	n.d.	3,53
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	24,7	17,4	9,29	13,2	19,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,12	n.d.	6,01
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	10,8	7,83	n.d.	n.d.	6,41	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 183	5,66	5,66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,96
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16
PCB 180	21,1	17,5	n.d.	13,0	9,08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	8,96	8,96	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 199	69,1	6,65	n.d.	31,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	25,0	6,80	3,58
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	2,62	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
Σ PCBs	177	84,6	19,8	90,8	88,5	n.d.	n.d.	n.d.	11,9	63,1	11,3	
Peso seco (mg g^{-1})	310	280	230	310	250	270	290	290	310	310	300	
Lípidios (mg g^{-1})	20,0	70,0	44,0	64,0	104,0	28,0	60,0	36,0	40,0	20,0	52,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 39

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA55**	PA62**	PA65**	PA72**	PA98**	PA102**	PA111**	PA67**	PA99**	PA107**	PA112**	PA50**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	2,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,78	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 118	6,48	6,52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,14	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	19,0	15,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,69	9,05	33,2	n.d.	n.d.	6,68	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	16,6	13,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,37	6,54	20,9	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 183	3,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,32	n.d.	n.d.	n.d.	2,96
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,46	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16
PCB 180	15,9	12,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,14	32,0	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	6,94	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12,8	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,59	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,61	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	70,7	48,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13,1	24,7	126	n.d.	n.d.	6,68	
Peso seco (mg g ⁻¹)	270	270	270	290	240	270	260	270	270	250	270	290	
Lípidios (mg g ⁻¹)	28,0	29,6	36,4	43,2	22,4	28,4	16,0	30,0	24,0	24,0	26,4	41,6	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 40

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA115**	PA46**	PA32*	PA17*	PA18*	PA23**	PA117**	PA41**	PA19*	PA20**	PA22*	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	15,4	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	51,46	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	28,3	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,57	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	n.d.	n.d.	n.d.	7,04	6,96	21,0	n.d.	n.d.	19,6	n.d.	129	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,85	n.d.	n.d.	2,17	n.d.	13,9	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,45	4,47
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,53	2,79
PCB 118	n.d.	n.d.	7,50	28,2	16,5	81,5	n.d.	n.d.	57,3	5,33	407	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14,46	3,05
PCB 153	11,2	n.d.	26,4	89,3	77,1	407	67,1	10,5	163	18,3	1548	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	19,5	n.d.	n.d.	15,45	n.d.	197	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	7,03	n.d.	12,2	69,1	62,8	201	32,9	7,38	170	17,1	1007	6,01
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,2	n.d.	n.d.	8,22	n.d.	106	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	16,4	44,5	n.d.	n.d.	21,8	n.d.	49,9	7,72
PCB 183	n.d.	n.d.	3,30	19,6	10,8	75,4	n.d.	n.d.	29,7	n.d.	269	2,96
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	12,4	10,8	41,3	n.d.	n.d.	20,4	n.d.	162	4,60
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	7,42	3,84	26,8	n.d.	n.d.	12,6	n.d.	69,4	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	9,04	4,93	33,6	n.d.	n.d.	18,5	n.d.	112	2,23
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,61	n.d.	n.d.	4,73	n.d.	38,04	3,16
PCB 180	9,13	n.d.	22,4	75,2	57,4	364	n.d.	9,04	107	12,7	1433	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	n.d.	n.d.	8,90	53,7	28,1	145	n.d.	n.d.	46,2	6,42	643	5,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,93	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,91	3,58
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	13,7	6,12	51,2	n.d.	n.d.	14,9	n.d.	144	3,03
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	1,89	n.d.	6,46	n.d.	n.d.	2,33	n.d.	27,1	1,73
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	3,97	n.d.	16,2	n.d.	n.d.	4,74	n.d.	83,1	2,71
PCB 194	n.d.	n.d.	3,46	18,0	6,90	66,5	n.d.	n.d.	16,2	n.d.	195	3,09
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	25,0	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	27,4	n.d.	84,2	409	309	1645	n.d.	26,9	735	59,9	6793	
Peso seco (mg g ⁻¹)	290	280	240	220	290	270	270	270	340	270	230	
Lípidios (mg g ⁻¹)	36,0	28,8	20,3	3,60	35,1	9,70	42,8	39,9	69,7	21,1	12,5	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 41

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA57**	PA86**	PA118**	PA119**	PA123**	PA124**	PA126**	PA128**	PA130**	PA132**	PA142**	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,79	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 118	n.d.	11,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,19	6,83	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	60,3	47,2	100	67,7	n.d.	68,3	40,3	41,2	n.d.	n.d.	100	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	39,7	21,4	n.d.	n.d.	n.d.	31,7	13,8	19,4	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,72
PCB 183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,96
PCB 128	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,41	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16
PCB 180	n.d.	20,1	n.d.	32,3	0,0	n.d.	21,0	23,8	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,32	8,77	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 203	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 194	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,09
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	27,4	n.d.	84,2	409	309	1645	n.d.	26,9	735	59,9	6793	
Peso seco (mg g ⁻¹)	290	280	240	220	290	270	270	270	340	270	230	
Lípidios (mg g ⁻¹)	36,0	28,8	20,3	3,60	35,1	9,70	42,8	39,9	69,7	21,1	12,5	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 42

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA19*	PA20**	PA22*	PA41**	PA86**	PA99**	PA107**	PA112**	PA118**	PA119**	PA123**	PA50**	PA67**	PA130**	PA132**	PA142**	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	61,8	118	19,3	174	148	132	91,3	129	57,3	136	99,2	91,4	93,0	75,1	116	114	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	30,3	24,0	137	n.d.	14,3	10,6	n.d.	10,9	n.d.	13,0	5,64	6,57	10,0	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	148	103	603	47,8	78,0	47,5	29,6	44,7	18,9	67,8	24,4	26,4	31,6	n.d.	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	7,59	5,22	7,86	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	16,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,18	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	34,1	43,3	25,4	14,7	32,4	38,7	20,1	25,3	15,8	41,1	24,8	34,4	22,4	5,89	n.d.	22,3	2,23
p, p' - DDE	2687	618	609	1470	625	926	1047	338	311	367	379	510	248	92,1	407	571	1,89
o, p' - DDD	43,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	184	152	n.d.	133	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	61,1	11,5	n.d.	n.d.	33,4	n.d.	378	n.d.	27,3	n.d.	31,8	16,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	34,3	43,7	19,1	n.d.	29,4	n.d.	n.d.	22,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	683	239	n.d.	472	100	55,7	982	n.d.	142	81,3	230	121	35,8	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	496	487	105	416	748	967	n.d.	384	185	739	332	364	243	74,5	95,4	168	5,83
ΣDDT	3483	873	617	1942	793	1032	2427	338	509	449	641	671	284	92	407	571	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,90	n.d.	n.d.	n.d.	2,21	n.d.	n.d.	
Σclordanas	148	103	603	64,1	78,0	47,5	29,6	44,7	18,9	67,8	24,4	26,4	31,6	4,2	n.d.	n.d.	
ΣDrins	218	195	25,4	148	32,4	38,7	20,1	25,3	15,8	41,1	24,8	34,4	22,4	5,9	n.d.	22,3	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Lípidios (mg g⁻¹)	288	617	32,0	663	176	396	436	476	484	504	532	705	744	908	688	832	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 44

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA17*	PA18*	PA23**	PA124**	PA126**	PA128**	PA62**	PA65**	PA72**	PA98**	PA102**	PA111**	PA115**	PA117**	PA46**	PA55**	PA57**	LDM
α -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	18,6	6,85	74,8	106	120	125	104	287	126	162	50,1	373	120	73,5	242	141	114	1,27
β -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ -HCH	n.d.	4,95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,76	n.d.	3,80
γ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	10,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	39,0	n.d.	19,2	n.d.	10,8	12,8	6,56	7,32	n.d.	12,1	16,5	8,83	n.d.	13,5	6,60	5,49
Oxiclordana	50,3	n.d.	87,0	40,9	88,8	50,7	65,0	68,4	18,0	32,8	22,0	83,8	50,4	26,4	52,5	51,0	29,7	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ -clordana	7,06	n.d.	11,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α -clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	4,11	n.d.	n.d.	32,0	43,4	36,6	31,6	78,8	35,4	37,4	10,4	71,9	35,5	20,8	99,2	38,9	38,9	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	243	130	882	1118	1518	1252	1569	2322	203	1429	786	3220	273	393	3025	673	960	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	16,7	14,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	21,1	9,59	54,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	13,8	14,0	n.d.	20,0	n.d.	n.d.	29,1	87,7	15,8	151	29,6	150	n.d.	n.d.	47,1	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	8,92	n.d.	n.d.	36,3	62,2	25,6	38,5	32,2	65,4	n.d.	20,3	n.d.	39,7	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	82,1	34,9	n.d.	190	n.d.	93,1	113	740	95,4	572	248	588	n.d.	60,8	856	68,5	222	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	160	45,5	61,4	512	1162	602	389	545	159	314	356	509	485	197	271	671	272	5,83
Σ DDT	355	194	882	1337	1518	1345	1752	3211	340	2190	1096	4023	273	474	3928	781	1182	
Σ HCH	n.d.	4,95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,76	n.d.	
Σ clordanas	57,3	n.d.	98,7	40,9	88,8	50,7	65,0	68,4	18,0	32,8	22,0	83,8	50,4	26,4	52,5	51,0	29,7	
Σ Drins	25,2	9,59	54,1	32,0	43,4	36,6	31,6	78,8	35,4	37,4	10,4	71,9	35,5	20,8	99,2	38,9	38,9	
Σ Endosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Lípidios (mg g ⁻¹)	160	288	54,2	722	608	676	376	668	600	504	428	408	664	576	712	469	705	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 44

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA17*	PA18*	PA23**	PA126**	PA128**	PA62**	PA65**	PA72**	PA98**	PA102**	PA111**	PA115**	PA117**	PA46**	PA55**	PA57**	PA32*	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	26,3	3,20	40,5	3,63	7,72	8,58	9,93	4,66	13,7	3,85	23,8	2,46	0	9,15	11,1	4,43	34,8	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	10,7	n.d.	n.d.	13,2	n.d.	9,15	7,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,4	9,58	8,76	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	16,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,31	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	89,1	8,80	45,2	n.d.	n.d.	n.d.	5,43	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,06	n.d.	16,3	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	n.d.	7,07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	6,17	n.d.	9,23	6,64	4,71	8,68	9,58	n.d.	9,69	n.d.	11,9	n.d.	18,5	n.d.	9,30	5,27	5,65	2,23
p, p' - DDE	313	74,1	382	20,7	30,6	48,9	41,0	1,96	48,9	27,3	n.d.	4,28	13,9	65,6	23,8	21,0	107	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	22,4	n.d.	12,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14,0	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	21,6	n.d.	23,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,4	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	280	39,8	143	n.d.	20,0	21,9	16,1	10,4	20,0	n.d.	22,7	6,29	20,0	n.d.	29,6	n.d.	103	5,83
ΣDDT	334	74,1	412	20,7	30,6	48,9	41,0	1,96	52,2	27,3	5,49	4,28	13,9	65,6	23,8	21,0	117	
ΣHCH	n.d.	n.d.	10,7	n.d.	n.d.	13,2	n.d.	9,15	7,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,4	9,58	8,76	n.d.	
Σclordanas	89,1	8,80	45,2	n.d.	n.d.	n.d.	5,43	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,06	n.d.	16,3	
ΣDrins	28,6	n.d.	21,7	6,64	4,71	8,68	9,58	n.d.	9,69	n.d.	11,9	n.d.	18,5	n.d.	9,30	5,27	19,7	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	260	230	320	320	310	320	310	290	310	320	310	310	300	320	320	320	300	
Lípidios (mg g⁻¹)	16,0	64,0	25,3	56,0	64,0	54,0	36,0	34,0	60,0	50,0	56,0	32,0	24,0	38,0	42,0	38,0	137	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 45

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA19*	PA20**	PA22*	PA41**	PA86**	PA99**	PA107**	PA112**	PA118**	PA119**	PA123**	PA50**	PA67**	PA124**	PA130**	PA132**	PA142**	LDM
α -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	8,31	4,21	32,5	6,40	25,0	6,97	11,5	9,35	3,06	4,08	5,47	n.d.	4,06	6,84	2,09	n.d.	n.d.	1,27
β -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,36	8,85	6,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	5,52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,67	5,98	n.d.	n.d.	6,86	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	219	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	13,1	n.d.	623	5,09	19,5	n.d.	6,42	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ -clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	13,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α -clordana	8,10	n.d.	275	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	n.d.	32,9	n.d.	9,53	7,03	7,43	n.d.	5,87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,64	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	327	16,8	1272	29,1	57,0	20,6	75,5	8,67	7,76	5,96	12,1	19,7	3,68	36,4	4,95	6,39	9,37	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	13,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	12,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,72	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	12,6	n.d.	68,7	5,93	n.d.	n.d.	69,4	n.d.	n.d.	n.d.	5,59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	41,3	n.d.	330	n.d.	116	20,2	39,7	13,7	12,3	10,9	n.d.	16,8	6,67	14,70	n.d.	n.d.	n.d.	5,83
Σ DDT	340	16,8	1367	35,0	57,0	20,6	145	8,67	7,76	5,96	17,7	19,7	3,68	36,37	4,95	6,39	9,37	
Σ HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,36	8,85	6,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ clordanas	21,2	n.d.	898	5,09	19,5	n.d.	6,42	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ Drins	n.d.	n.d.	45,6	n.d.	9,53	7,03	7,43	n.d.	5,87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,36	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ Endosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g ⁻¹)	280	260	280	360	300	315	280	230	310	310	300	330	310	250	270	290	290	
Lípidios (mg g ⁻¹)	49,3	22,7	21,3	41,3	42,0	20,0	70,0	44,0	40,0	20,0	52,0	52,0	40,0	104,0	28,0	60,0	36,0	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 46

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA17*	PA18*	PA23**	PA62**	PA65**	PA72**	PA98**	PA102**	PA111**	PA115**	PA46**	PA55**	PA32*	PA128**	PA130**	PA132**	PA142**	LDM
α -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	3,09	2,00	18,7	7,08	14,8	9,44	5,72	2,96	13,2	5,85	10,5	7,51	7,62	6,66	3,11	3,79	4,04	1,27
β -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	5,95	n.d.	13,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ -clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α -clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	n.d.	5,12	2,39	2,93	3,53	n.d.	n.d.	2,76	n.d.	3,33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	37,0	37,5	201	57,2	84,6	9,13	29,7	20,2	90,8	8,48	99,9	25,3	26,4	41,0	7,59	10,2	18,5	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	3,28	n.d.	16,3	4,12	15,1	n.d.	7,35	5,28	8,98	n.d.	14,9	n.d.	4,08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	30,0	21,2	58,0	19,4	21,9	8,98	10,3	15,1	15,7	12,8	14,1	23,3	24,0	11,1	n.d.	n.d.	6,16	5,83
Σ DDT	40,3	37,5	217	61,3	99,8	9,13	37,0	25,5	99,8	8,48	115	25,3	30,5	41,0	7,59	10,2	18,5	
Σ HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ clordanas	5,95	n.d.	13,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ Drins	n.d.	n.d.	5,12	2,39	2,93	3,53	n.d.	n.d.	2,76	n.d.	3,33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ Endosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g ⁻¹)	220	290	270	270	270	290	240	270	260	290	280	270	240	290	280	290	280	
Lípidios (mg g ⁻¹)	3,60	35,1	9,70	29,6	36,4	43,2	22,4	28,4	16,0	36,0	28,8	28,0	10,3	39,6	22	42,4	39,2	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 47

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Procellaria aequinoctialis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PA19*	PA20**	PA22*	PA41**	PA99**	PA107**	PA112**	PA50**	PA67**	PA57**	PA86**	PA117**	PA118**	PA119**	PA123**	PA124**	PA126**	LDM
α -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	7,85	2,93	8,48	6,40	7,37	4,83	6,18	4,88	5,06	5,31	9,59	4,20	3,64	5,13	3,50	3,93	4,72	1,27
β -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxclordana	11,3	n.d.	184	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ -clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α -clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	3,67	n.d.	6,71	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	410	19,4	494	53,9	29,1	37,1	9,78	18,2	5,22	27,8	20,5	12,8	12,8	7,99	7,96	24,3	39,5	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	5,84	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	27,8	n.d.	37,3	5,60	n.d.	36,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	38,5	6,10	63,2	9,27	24,1	11,0	10,1	17,5	6,75	n.d.	13,4	n.d.	n.d.	8,70	n.d.	6,09	18,9	5,83
Σ DDT	438	19,4	537	59,5	29,1	74,0	9,78	18,2	5,22	27,8	20,5	12,8	12,8	7,99	7,96	24,3	39,5	21,34
Σ HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ clordanas	11,3	n.d.	184	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ Drins	3,67	n.d.	6,71	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ Endosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g ⁻¹)	340	270	230	270	270	250	270	290	270	240	260	270	270	280	260	300	270	
Lípidios (mg g ⁻¹)	69,7	21,1	12,5	39,9	24,0	24,0	26,4	41,6	30,0	20,0	16,8	42,8	36,0	26,8	24,4	22,8	30,8	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 48

Cromatogramas obtidos na análise de PCBs com GC-MS (A) no fígado e de pesticidas organoclorados com GC-ECD (B) no tecido adiposo de *Procellaria aequinoctialis*.

APÊNDICE 49

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo, fígado e músculo de *Procellaria conspicillata*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Gordura			Fígado			Músculo			LDM
	PC53**	PC103**	PC114**	PC53**	PC103**	PC114**	PC53**	PC103**	PC114**	
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	5,65	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	3,88	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	2,79	n.d.	4,03	n.d.	8,98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	4,69	n.d.	4,21	12,0	4,27	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	13,1	n.d.	15,9	n.d.	17,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	4,91	n.d.	3,76	15,2	3,08	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	10,2	n.d.	9,76	n.d.	17,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	2,46	n.d.	n.d.	2,35	12,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	9,28	n.d.	4,83	n.d.	14,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,34
PCB 99	82,7	5,16	100	4,64	73,1	5,04	5,67	4,57	3,92	2,60
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 87	n.d.	n.d.	9,48	n.d.	13,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 151	10,6	n.d.	3,77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 149	20,2	n.d.	10,5	n.d.	13,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
PCB 118	152	12,3	241	8,39	197	11,0	11,9	12,5	10,7	4,10
PCB 114	n.d.	n.d.	3,47	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,05
PCB 153	592	27,2	1123	21,1	497	31,0	34,3	28,9	33,0	6,67
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 105	37,2	n.d.	62,9	n.d.	53,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 141	5,36	n.d.	n.d.	n.d.	3,28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,12
PCB 138	513	30,0	796	30,1	479	37,1	36,4	27,8	28,2	6,01
PCB 158	17,3	n.d.	31,6	n.d.	14,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 126	6,15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,29
PCB 187	154	n.d.	118	13,0	112	11,5	10,6	n.d.	n.d.	7,72
PCB 183	83,6	5,02	191	3,96	88,1	7,54	6,04	4,60	6,53	2,96
PCB 128	72,6	n.d.	99,3	n.d.	56,7	5,15	4,96	n.d.	n.d.	4,60
PCB 167	25,7	n.d.	54,0	n.d.	37,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 174	5,96	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 177	22,7	n.d.	6,44	3,69	8,25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 156	37,6	2,48	69,3	n.d.	47,9	2,80	2,99	2,62	2,77	2,23
PCB 157	13,1	n.d.	18,9	n.d.	12,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,16
PCB 180	431	24,5	1055	18,1	521	35,6	31,5	24,4	36,7	7,32
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,42
PCB 170	174	10,0	387	6,03	186	12,1	12,6	8,81	12,5	5,42
PCB 199	41,1	n.d.	31,6	n.d.	20,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58
PCB 203	50,5	n.d.	154	n.d.	60,9	3,58	4,01	n.d.	4,65	3,03
PCB 189	6,18	n.d.	14,3	n.d.	6,81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,73
PCB 195	11,0	n.d.	26,7	n.d.	12,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,71
PCB 194	47,3	n.d.	141	n.d.	51,1	4,63	3,56	n.d.	3,94	3,09
PCB 206	12,4	n.d.	43,0	n.d.	14,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
PCB 209	n.d.	n.d.	16,2	n.d.	5,12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,84
ΣPCBs	2667	126	4846	119	2724	174	165	114	143	
Peso seco (mg g ⁻¹)	-	-	-	300	290	300	320	300	240	
Lípidios (mg g ⁻¹)	552	756	484	28,0	104	56,0	40,8	50,8	36,4	

**aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 50

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo, no fígado e no músculo de *Procellaria conspicillata*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Gordura			Fígado			Músculo			LDM
	PC53**	PC103**	PC114**	PC53**	PC103**	PC114**	PC53**	PC103**	PC114**	
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	222	16,4	222	12,8	185	10,7	16,4	14,7	10,7	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	6,25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	10,6	n.d.	13,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	55,6	n.d.	173	n.d.	121	14,6	n.d.	7,30	5,44	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	78,6	n.d.	53,9	7,25	65,9	8,75	4,89	5,64	n.d.	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	3957	276	6559	129	5374	131	244	365	188	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	22,9	n.d.	5,68	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	364	n.d.	875	n.d.	193	24,6	26,6	48,0	35,4	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	82,8	n.d.	65,9	5,58	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	161	n.d.	613	n.d.	979	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	863	90,4	2715	45,2	1705	85,6	62,6	71,1	75,9	5,83
ΣDDT	4505	276	8136	129	6611	161	270	413	223	
ΣHCH	n.d.	n.d.	6,25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	55,6	n.d.	173	n.d.	121	14,6	n.d.	7,30	5,44	
ΣDrins	78,6	n.d.	53,9	7,25	65,9	8,75	4,89	5,64	n.d.	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	-	-	-	300	290	300	320	300	240	
Lípidios (mg g⁻¹)	552	756	484	28,0	104	56,0	40,8	50,8	36,4	

**aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 51

Cromatogramas obtidos na análise de PCBs com GC-MS (A) no fígado e de pesticidas organoclorados com GC-ECD (B) no tecido adiposo de *Procellaria conspicillata*.

APÊNDICE 52

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo de *Puffinus gravis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PG14*	PG15**	PG10*	PG11*	PG12*	PG13*	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	21,1	n.d.	n.d.	n.d.	6,3	4,82
PCB 33	n.d.	3,13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	5,07	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	3,47	93,1	21,5	9,33	4,38	11,0	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	6,33	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	45,0	24,1	9,07	n.d.	7,24	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	6,93	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	12,8	6,69	4,32	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	3,96	n.d.	6,83	n.d.	n.d.	2,39
PCB 99	19,6	473	87,4	26,1	12,4	60,3	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	3,73	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	9,24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	7,10	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	76,6	n.d.	171	72,0	63,6	163	3,28
PCB 149	n.d.	12,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 118	70,5	593	160	65,0	57,9	157	2,79
PCB 114	n.d.	12,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	460	2585	406	151	200	630	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	261	1059	299	106	101	379	3,12
PCB 158	n.d.	82,8	9,09	n.d.	n.d.	10,1	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	12,7	242	37,5	6,17	n.d.	33,2	5,29
PCB 183	69,4	317	40,0	13,9	21,7	77,3	7,72
PCB 128	23,5	267	45,0	16,1	13,3	46,0	2,96
PCB 167	16,3	95,6	12,9	5,32	9,52	19,5	4,60
PCB 174	n.d.	4,82	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	22,3	148	16,0	8,2	10,6	23,2	3,53
PCB 157	6,75	48,8	5,08	2,49	3,12	8,43	2,23
PCB 180	370	674	155	66,6	159	312	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	133	540	62,3	27,5	50,2	119	3,42
PCB 199	n.d.	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 203	63,3	242	18,9	7,11	15,7	49,1	3,58
PCB 189	4,86	16,0	n.d.	n.d.	n.d.	4,14	3,03
PCB 195	14,1	51,4	3,93	n.d.	4,83	9,82	1,73
PCB 194	61,3	202	22,0	n.d.	27,0	39,6	2,71
PCB 206	28,0	123	15,3	n.d.	6,8	17,8	3,09
PCB 209	6,62	31,5	n.d.	n.d.	n.d.	9,33	4,95
ΣPCBs	1724	8032	1619	620	758	2124	
Lípidios (mg g ⁻¹)	60,0	710	44,0	100	124	264	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 53

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no fígado de *Puffinus gravis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PG14*	PG15**	PG10*	PG11*	PG12*	PG13*	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	33,2	n.d.	16,8	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	7,02	n.d.	49,9	4,14	38,5	8,35	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	3,41	n.d.	53,3	3,40	23,6	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	3,86	n.d.	12,1	n.d.	6,93	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,39
PCB 99	48,9	12,5	238	20,1	194	20,2	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	5,46	n.d.	11,1	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	5,4	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	4,52	n.d.	5,97	94,42	5,63	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	6,16	n.d.	5,10	n.d.	4,47
PCB 118	183	26,7	379,1	38,7	577,6	89,0	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	4,94	n.d.	8,15	n.d.	4,10
PCB 153	1326	108	1161	198	3001	430	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	31,0	7,91	108	9,28	139	19,0	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	606	56,1	763	81,0	1167	147	3,12
PCB 158	19,4	n.d.	32,3	n.d.	29,7	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	4,51	n.d.	10,1	n.d.	3,54
PCB 187	38,8	8,43	99,9	6,89	144	10,5	5,29
PCB 183	194	9,66	113	15,0	301	31,0	7,72
PCB 128	60,8	8,73	117	11,6	173	21,1	2,96
PCB 167	43,5	n.d.	31,4	5,24	87,2	13,3	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	62,9	n.d.	37,8	5,78	112	18,1	3,53
PCB 157	16,6	n.d.	11,6	n.d.	32,7	4,16	2,23
PCB 180	707	31,8	406	65,3	1117	212	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	353	10,6	148	26,4	495	68,0	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	7,36	n.d.	9,09	n.d.	5,42
PCB 203	195	4,63	76,8	9,29	239	22,0	3,58
PCB 189	14,7	n.d.	n.d.	n.d.	20,3	n.d.	3,03
PCB 195	35,2	n.d.	17,2	n.d.	50,8	7,99	1,73
PCB 194	169	6,04	63,5	8,09	199	31,5	2,71
PCB 206	74,8	n.d.	47,1	4,05	93,4	8,72	3,09
PCB 209	16,0	n.d.	13,9	n.d.	23,6	n.d.	4,95
ΣPCBs	4213	291	4049	607	8331	1161	3109
Peso seco (mg g ⁻¹)	290	210	250	260	290	270	
Lípidios (mg g ⁻¹)	34,7	34,7	30,7	21,3	45,3	22,7	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 54

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Puffinus gravis*.

Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PG14*	PG15**	PG10*	PG11*	PG12*	PG13*	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	n.d.	n.d.	4,06	n.d.	2,89	n.d.	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	n.d.	n.d.	5,47	n.d.	n.d.	n.d.	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,39
PCB 99	5,48	12,2	16,6	n.d.	13,1	n.d.	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	8,19	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,47
PCB 118	19,9	28,0	29,2	6,22	37,3	12,6	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	82,1	67,4	78,3	19,1	94,6	39,7	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	3,63	7,75	8,87	n.d.	9,58	n.d.	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	61,2	48,8	48,3	11,2	72,5	16,2	3,12
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	n.d.	5,57	5,72	n.d.	5,39	n.d.	5,29
PCB 183	19,9	7,77	n.d.	n.d.	14,3	n.d.	7,72
PCB 128	6,83	7,58	8,23	n.d.	10,5	n.d.	2,96
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,22
PCB 156	6,41	4,04	n.d.	n.d.	5,61	n.d.	3,53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,23
PCB 180	65,6	30,5	22,4	7,82	58,6	22,8	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	33,2	12,7	9,65	n.d.	22,4	8,13	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,42
PCB 203	16,3	5,76	n.d.	35,8	10,1	n.d.	3,58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	4,17	n.d.	n.d.	n.d.	2,12	n.d.	1,73
PCB 194	16,5	5,01	3,84	n.d.	8,29	3,96	2,71
PCB 206	7,23	3,12	n.d.	n.d.	3,71	n.d.	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	348	246	241	88,4	371	103	
Peso seco (mg g ⁻¹)	210	280	200	210	220	240	
Lípidios (mg g ⁻¹)	4,40	19,6	5,10	2,40	4,90	4,50	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 55

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo e no fígado de *Puffinus gravis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Gordura						Fígado						LDM
	PG14*	PG15**	PG10*	PG11*	PG12*	PG13*	PG14*	PG15**	PG10*	PG11*	PG12*	PG13*	
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	9,96	76,5	35,9	14,5	31,1	24,9	17,5	3,05	93,6	10,4	74,2	51,7	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,38	n.d.	n.d.	24,0	n.d.	n.d.	7,83	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	11,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	8,40	70,2	23,6	11,2	15,5	22,1	14,6	n.d.	50,8	11,4	58,2	24,4	5,49
Oxclordana	26,3	381	80,1	36,6	49,9	67,6	51,8	8,67	236	33,3	207	71,0	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	32,4	7,38	12,5	n.d.	17,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	22,6	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	312	95,5	25,4	n.d.	n.d.	29,1	11,8	168	12,0	136	13,2	2,79
Dieldrin	7,56	108	41,0	13,4	14,1	34,6	12,9	3,30	103	10,2	96,0	18,9	2,23
p, p' - DDE	567	2390	841	444	448	789	790	91,6	1482	326	1496	512	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13,4	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	29,7	309	62,1	48,1	37,4	47,6	47,9	n.d.	148	26,3	n.d.	14,6	3,71
Endosulfan II	n.d.	57,6	12,4	n.d.	n.d.	13,0	n.d.	n.d.	25,3	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	n.d.	25,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	18,6	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	37,2	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	27,3	72,3	30,4	13,5	33,9	18,7	n.d.	n.d.	5,80	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	124	174	21,3	n.d.	121	77,1	281	n.d.	66,2	35,2	222	122	5,83
ΣDDT	595	2520	879	470	481	825	790	91,6	1557	326	1496	512	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,38	n.d.	n.d.	24,0	n.d.	n.d.	7,83	
Σclordanas	34,7	763	199	73,2	65,4	89,6	95,5	20,5	455	56,6	401	109	
Σciclodienos	49,2	417	103	61,5	51,5	94,3	60,8	3,30	251	36,5	96,0	33,5	
ΣEndosulfan	n.d.	57,6	12,4	n.d.	n.d.	13,01	n.d.	n.d.	25,3	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	-	-	-	-	-	-	290	210	250	260	290	270	
Lípidios (mg g⁻¹)	60,0	710	44,0	100	124	264	34,7	34,7	30,7	21,3	45,3	22,7	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 56

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Puffinus gravis*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PG14*	PG15**	PG10*	PG11*	PG12*	PG13*	LDM
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	2,04	1,88	n.d.	n.d.	6,30	7,83	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,49
Oxiclordana	n.d.	4,34	6,95	n.d.	6,16	4,34	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
γ-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
α-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	n.d.	2,78	11,9	n.d.	10,3	4,10	2,23
<i>p, p'</i> - DDE	37,0	81,2	46,7	27,0	60,6	52,7	1,89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
<i>p, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	3,79	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	20,7	n.d.	n.d.	n.d.	9,28	10,3	5,83
ΣDDT	37,0	81,2	50,5	27,0	60,6	52,7	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	4,34	6,95	n.d.	6,16	4,34	
Σciclodienos	n.d.	2,78	11,9	n.d.	10,3	4,10	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	210	280	200	210	220	240	
Lípidios (mg g⁻¹)	4,40	19,6	5,07	2,40	4,93	4,53	

*aves coletadas mortas na praia; **aves capturadas na pesca com espinhel

APÊNDICE 57

Cromatogramas obtidos na análise de PCBs com GC-MS (A) no fígado e de pesticidas organoclorados com GC-ECD (B) no tecido adiposo de *Puffinus gravis*.

APÊNDICE 58

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo e fígado de *Puffinus puffinus*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Gordura			Fígado						LDM
	PP08*	PP09*	PP16*	PP08*	PP09*	PP16*	PP03*	PP31*	PP21*	
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	n.d.	n.d.	11,5	n.d.	n.d.	64,3	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	40,8	n.d.	18,1	n.d.	6,31	66,3	36,6	63,61	16,7	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	6,38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,33	n.d.	2,44	n.d.	2,15
PCB 49	2,93	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,45	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	42,2	5,30	32,7	n.d.	8,31	109	31,2	57,3	22,4	2,79
PCB 70	2,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	63,7	7,10	41,6	n.d.	9,69	133	45,2	81,6	23,2	3,06
PCB 95	7,94	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	12,1	4,87	n.d.	n.d.	3,27	27,3	10,1	17,2	7,00	2,15
PCB 101	28,0	n.d.	11,5	n.d.	n.d.	41,67	2,44	25,3	4,79	2,39
PCB 99	110	23,5	125	n.d.	34,5	404	82,2	173	98,0	3,34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	16,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	21,4	6,52	13,9	5,44	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,69	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	30,5	n.d.	6,98	n.d.	n.d.	25,1	7,58	16,7	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	30,6	n.d.	4,81	n.d.	3,28
PCB 149	54,6	n.d.	15,3	n.d.	n.d.	57,0	10,3	21,9	n.d.	4,47
PCB 118	232	57,9	322	5,5	87,4	882	190	379	250	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	4,86	n.d.	n.d.	21,5	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	609	224	1203	19,6	523	5611	911	2318	1545	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	651	n.d.	n.d.	n.d.	1926	6,67
PCB 105	71,0	15,7	77,3	n.d.	22,7	251	56,4	110	58,6	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	36,4	8,63	28,9	n.d.	8,50
PCB 138	615	187	662	13,9	283	3042	548	1252	719	3,12
PCB 158	13,7	n.d.	37,1	n.d.	8,53	106	19,4	58,5	29,1	6,01
PCB 126	9,70	n.d.	n.d.	n.d.	6,57	62,9	11,5	18,2	8,88	3,54
PCB 187	237	65,4	269	n.d.	102	1089	218	451	204	5,29
PCB 183	62,3	25,6	124	n.d.	42,2	511	73,5	199	122	7,72
PCB 128	81,0	23,6	104	n.d.	35,7	366	82,9	165	82,6	2,96
PCB 167	19,9	8,52	40,4	n.d.	13,8	169	23,9	57,6	39,3	4,60
PCB 174	21,5	n.d.	7,85	n.d.	2,8	28,4	7,88	20,7	n.d.	2,30
PCB 177	64,2	10,5	49,5	n.d.	17,0	223	45,0	77,3	19,2	3,22
PCB 156	32,9	11,9	54,9	n.d.	18,4	243	33,4	77,9	51,2	3,53
PCB 157	13,3	4,88	19,0	n.d.	6,07	72,3	11,7	24,6	13,0	2,23
PCB 180	257	129,2	578	3,49	212	2285	328	962	619	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	129	59,2	274	n.d.	95,2	1008	146	434	250	3,42
PCB 199	37,3	7,76	63,2	n.d.	23,5	317	44,1	123	57,9	5,42
PCB 203	48,6	7,90	87,0	n.d.	33,0	368	39,4	175	89,7	3,58
PCB 189	4,97	n.d.	8,58	n.d.	4,02	39,5	6,30	18,1	8,81	3,03
PCB 195	14,8	7,00	28,1	n.d.	8,84	111	19,6	53,0	29,0	1,73
PCB 194	45,2	17,2	87,6	n.d.	32,1	359	50,9	176	84,5	2,71
PCB 206	19,4	6,13	32,5	n.d.	9,13	98,3	17,1	69,8	35,7	3,09
PCB 209	5,52	n.d.	11,6	n.d.	n.d.	30,4	5,68	18,8	12,9	4,95
ΣPCBs	3063	910	4408	42,5	2300	18320	4266	7745	6441	
Peso seco (mg g ⁻¹)	-	-	-	310	250	260	350	400	320	
Lípidios (mg g ⁻¹)	403	281	277	33,3	24,4	29,3	86,7	42,7	40,0	

*aves coletadas mortas na praia

APÊNDICE 59

Concentrações de PCBs (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no músculo de *Puffinus puffinus*.

Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	PP03*	PP08*	PP09*	PP16*	PP31*	PP21*	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,39
PCB 31	6,01	n.d.	n.d.	6,91	n.d.	n.d.	4,09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	7,83	6,87	n.d.	4,82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,54
PCB 52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,67
PCB 74	3,5	n.d.	n.d.	17,3	8,74	4,04	2,79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,34
PCB 66	5,8	n.d.	n.d.	23,7	14,5	5,34	3,06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	4,59	3,20	n.d.	2,15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	6,69	4,10	n.d.	2,39
PCB 99	9,4	3,39	8,28	65,7	24,2	14,7	3,34
PCB 97	11,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	5,78	n.d.	n.d.	2,53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	14,0	n.d.	n.d.	4,47
PCB 118	20,7	6,49	20,6	96,9	54,2	42,7	2,79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,10
PCB 153	67,9	18,6	94,6	402	168	125	3,05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,67
PCB 105	4,81	n.d.	5,44	44,3	16,8	11,1	3,53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,50
PCB 138	50,7	15,4	63,9	351	166	105	3,12
PCB 158	n.d.	n.d.	n.d.	25,5	8,42	n.d.	6,01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,54
PCB 187	16,8	5,66	22,4	129	50,3	24,0	5,29
PCB 183	n.d.	n.d.	10,8	56,76	23,3	14,8	7,72
PCB 128	6,96	n.d.	8,28	62,5	22,5	13,6	2,96
PCB 167	n.d.	n.d.	n.d.	25,1	6,61	5,74	4,60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	4,62	2,57	n.d.	2,30
PCB 177	3,27	n.d.	3,75	34,3	8,71	n.d.	3,22
PCB 156	n.d.	n.d.	3,80	36,3	9,71	7,69	3,53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	11,2	3,34	n.d.	2,23
PCB 180	26,1	5,39	48,2	227	113	77,0	3,16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,32
PCB 170	12,4	n.d.	20,8	106	52,6	33,5	3,42
PCB 199	n.d.	n.d.	7,71	55,9	13,0	6,42	5,42
PCB 203	n.d.	n.d.	10,3	62,2	19,5	12,0	3,58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	6	n.d.	n.d.	3,03
PCB 195	n.d.	n.d.	2,64	19,2	5,85	3,53	1,73
PCB 194	3,93	n.d.	8,73	62,5	20,2	11,6	2,71
PCB 206	n.d.	n.d.	n.d.	19,6	7,86	3,99	3,09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	7,61	n.d.	n.d.	4,95
ΣPCBs	250	54,9	340	1999	834	522	
Peso seco (mg g ⁻¹)	220	280	280	240	230	280	
Lípidios (mg g ⁻¹)	8,41	34,1	5,87	8,67	8,67	2,53	

*aves coletadas mortas na praia

APÊNDICE 60

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g⁻¹ peso úmido) encontradas no tecido adiposo, fígado e músculo de *Puffinus puffinus*. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Gordura			Fígado						Músculo						LDM
	PP08*	PP09*	PP16*	PP08*	PP09*	PP16*	PP03*	PP31*	PP21*	PP08*	PP09*	PP16*	PP03*	PP31*	PP21*	
α-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,02
HCB	99,1	n.d.	28,9	2,74	6,58	67,5	58,1	76,0	37,8	2,88	1,41	11,1	5,20	9,27	5,86	1,27
β-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
δ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,80
γ-HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,73
Heptacloro epóxide A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13,6	n.d.	12,4	n.d.	5,49
Oxiclordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,3	n.d.	n.d.	n.d.	4,19
Heptacloro Epóxide B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,26
g-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,94
o, p' - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,81
a-clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,79
Dieldrin	456	n.d.	183	9,25	n.d.	508	129	439	97,3	8,96	4,50	76,0	15,9	56,6	20,2	2,23
p, p' - DDE	665	201	839	9,00	261	3711	391	1204	1002	9,15	45,8	420	30,9	106	96,6	1,89
o, p' - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71	n.d.	n.d.	n.d.	2,51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,66
p, p' - DDD	n.d.	n.d.	30,0	n.d.	n.d.	141	n.d.	34,0	9,67	n.d.	n.d.	22,0	n.d.	5,69	3,09	2,60
o, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,71	n.d.	n.d.	n.d.	4,03
p, p' - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,81
Mirex	n.d.	n.d.	68,9	n.d.	19,2	227	24,9	46,1	75,3	n.d.	n.d.	28,6	n.d.	6,11	9,35	5,83
ΣDDT	665	201	869	9,00	261	3852	391	1238	1011	9,15	45,8	454	30,9	111	99,7	
ΣHCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σclordanas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10,3	n.d.	n.d.	n.d.	
Σdrins	456	n.d.	183	9,25	n.d.	508	129	439	97,3	8,96	4,50	76,0	15,9	56,6	20,2	
ΣEndosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Peso seco (mg g⁻¹)	-	-	-	310	250	260	350	400	320	280	280	240	220	230	280	
Lípidios (mg g⁻¹)	403	281	277	33,3	24,0	29,3	86,7	40,0	40,0	34,1	5,90	8,70	8,40	8,70	2,50	

*aves coletadas mortas na praia

APÊNDICE 61

Cromatogramas obtidos na análise de PCBs com GC-MS (A) e para pesticidas organoclorados (B) no fígado de *Puffinus puffinus*.

Capítulo 2

Isótopos estáveis de carbono e nitrogênio e contaminação por organoclorados em albatrozes e petréis

Introdução

Isótopos estáveis de carbono e nitrogênio têm sido muito utilizados em diversos estudos ecológicos sobre aves marinhas (Kelly, 2000; Hobson, 2005; Barrett et al., 2007). Dentre suas principais aplicações estão a análise da estrutura trófica (Forero et al., 2004), diferenças latitudinais na distribuição das áreas de forrageio ou invernagem (Quillfeldt et al., 2005; Cherel et al., 2007) e o impacto de atividades humanas (Bearhop et al., 2001).

Através da razão isotópica do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) pode-se diferenciar os animais a partir da sua fonte de carbono e indentificar padrões de distribuição (Peterson & Fry, 1987; Hobson, 1999; Post, 2002). Em ecossistemas marinhos, o fitoplâncton apresenta menores valores de $\delta^{13}\text{C}$ do que a maioria das plantas costeiras, sendo possível distinguir entre fontes costeiras ou oceânicas, pelágicas ou bentônicas através da análise de isótopos estáveis de carbono (Hobson et al., 1994). Já a razão isotópica do nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) é principalmente utilizada como indicador da posição trófica individual (Post, 2002).

Estas aplicações são possíveis devido às variações naturais nas razões isotópicas, resultantes do fracionamento e da mistura de isótopos leves (^{14}N e ^{12}C) e pesados (^{15}N e ^{13}C) durante processos químicos e fisiológicos que causam discriminação isotópica, ou seja, mudanças na razão entre o isótopo pesado e o isótopo leve após absorção, processamento e transformação das moléculas (Post et al., 2007; Fry, 2006). O fracionamento ocorre, por exemplo, durante a absorção dos isótopos de nitrogênio provenientes da dieta e conversão

destes em aminoácidos que serão utilizados na formação de outros compostos (Peterson & Fry, 1987). Estes processos normalmente conduzem a um enriquecimento do isótopo pesado nos tecidos animais conforme aumenta a posição na cadeia alimentar (Kelly, 2000; Mintenbeck et al. 2008).

Ao contrário dos métodos tradicionais (análise de regurgitados, fezes, conteúdos estomacais) que fornecem informações sobre a dieta do predador apenas do instante em que a amostra foi coletada, os isótopos estáveis podem integrar informações no espaço e no tempo, dependendo do tecido analisado (Barrett et al., 2007). As razões $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ irão refletir a dieta e distribuição das aves durante a formação do tecido em análise (Bearhop et al. 2002; Hobson & Clark, 1992). Desta maneira, através da análise de tecidos com maior taxa de renovação, como o fígado, é possível obter informações sobre períodos mais recentes, de cerca de poucos dias que antecedem a coleta do tecido (Tieszen et al., 1983), enquanto tecidos com taxa de renovação intermediária (e.g. sangue, músculo) refletem as razões isotópicas de cerca de duas semanas a um mês (Hobson & Clark, 1992). Já análise isotópica de penas (um tecido metabolicamente inerte após sua formação) provém informações sobre um determinado período do ciclo de vida do animal (e.g. período não reprodutivo), quando ocorre a muda e essas penas são formadas (Hobson & Clark, 1992; Philips et al., 2009).

Os isótopos estáveis de carbono e nitrogênio têm sido associados a diversos trabalhos sobre contaminação por compostos orgânicos e inorgânicos por fornecerem informações importantes sobre a dieta e distribuição de aves marinhas, (Hobson & Welch, 1992; Hobson, 1993; Hobson et al., 1994; Forero & Hobson, 2003; Bugoni, 2008; Philips et

al., 2009), uma vez que estes fatores são pontos determinantes na exposição por diversos contaminantes (Elliott, 2005).

Poluentes orgânicos, como os bifenilos policlorados (PCBs) e pesticidas organoclorados, apresentam persistência, forte propensão a bioacumulação devido a sua natureza lipofílica e sofrem biomagnificação, ou seja, as concentrações aumentam quanto maior for a posição do organismo na rede trófica (Tanabe, 1988; Tanabe et al., 1991), sendo que a dieta pode ser um dos principais fatores que determinam a exposição a este tipo de composto (Fisk et al., 2001). Diversos estudos, abordando uma grande variedade de posições tróficas, têm demonstrado correlações entre as concentrações de contaminantes persistentes e as razões isotópicas de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) (Ruus et al., 1999; Fisk et al., 2001; Hoekstra et al., 2003; Elliott, 2005).

A análise isotópica de carbono e nitrogênio em tecidos de albatrozes e petréis (Procellariiformes) coletados durante a época de migração em águas brasileiras pode fornecer informações sobre as relações ecológicas destas aves neste período que é muito pouco estudado. Esses dados associados aos níveis de contaminação por poluentes orgânicos persistentes encontrados em Procellariiformes permitem um melhor entendimento da influência da dieta e de outros aspectos relacionados à exposição a estes compostos, contribuindo assim para o estudo da ecologia de aves marinhas em escala global e fornecendo apoio científico para a conservação.

Objetivo geral

Avaliar o uso de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio como ferramenta para elucidar a influência de fatores ecológicos (e.g. dieta, ocorrência e distribuição das aves) na acumulação de contaminantes organoclorados em albatrozes e petréis (Procellariiformes) coletados durante a época de migração no sul do Brasil.

Objetivos específicos

- ⇒ Verificar os efeitos da extração de lipídios para as análises isotópicas de carbono e nitrogênio e comparar com o uso de normalização matemática.
- ⇒ Determinar a razão isotópica do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) no fígado e no músculo de oito espécies de albatrozes e petréis (*Diomedea dabbenena*, *Diomedea exulans*, *Thalassarche chlororhynchos*, *Thalassarche melanophris*, *Procellaria aequinoctialis*, *Procellaria conspicillata*, *Puffinus gravis*, *Puffinus puffinus*).
- ⇒ Comparar as assinaturas isotópicas entre as espécies estudadas.
- ⇒ Verificar a correlação das razões isotópicas de carbono e nitrogênio encontradas no fígado e músculo das aves, com os valores encontrados para pesticidas organoclorados e PCBs.

Materiais e métodos

Amostragem

As aves foram coletadas através de monitorias realizadas no litoral do Rio Grande do Sul (29°S a 33°S) e coleta de espécimes capturados incidentalmente pela frota comercial de espinheleiros pelágicos de Santos e Rio Grande. Amostras de fígado e músculo 93 aves pertencentes a oito espécies (*D. exulans*, *D. dabbenena*, *T. melanophris*, *T. chlororhynchos*, *P. aequinoctialis*, *P. conspicillata*, *P. gravis* e *P. puffinus*) foram coletadas para análise de isótopos estáveis. Todas as amostras foram conservadas a -20 °C até o processamento.

Preparação das amostras para análise de isótopos estáveis

Previamente às análises de isótopos estáveis, as amostras de fígado e músculo de cada um dos indivíduos foram liofilizadas e maceradas. Subamostras de cada tecido foram submetidas à extração de lipídios.

Para a extração de lipídios, subamostras de cada tecido (aproximadamente 0,05 g) foram embaladas individualmente em envelopes de papel filtro (47 mm, 84 g m⁻²) e submetidas a extração por ultrassom (Branson 2210, Branson Ultrasonics Corporation) durante uma hora, utilizando-se 400 ml clororofórmio e metanol (2:1, v/v) para cada grupo de 50 amostras. Este procedimento foi repetido por duas vezes. Após a extração, os envelopes contendo as amostras foram lavados com a mistura de clororofórmio e metanol (2:1, v/v) e então com água destilada. Logo após foram secos em estufa por 24 h a aproximadamente 40°C.

Análise de isótopos estáveis por espectrometria de massas de razão isotópica

As análises de isótopos estáveis foram realizadas no Departamento de Arqueologia da Universidade de Cape Town (África do Sul).

As análises de isótopos de C e N foram realizadas em duas alíquotas de cada tecido (fígado e músculo), sendo uma subamostra de tecido que passou pela extração de lipídios e uma subamostra que não foi extraída. A massa utilizada para cada análise foi de 0,6 mg de tecido. As análises foram realizadas em um analisador elementar Finnigan Flash EA 1112 acoplado a um espectrômetro de massas de razão isotópica Delta_{plus} XP via uma unidade controladora de gás Finnigan Conflo III. A razão isotópica foi expressa como valor de δ (delta) *per mil* (‰), de acordo com a seguinte equação:

$$\delta X = [R_{\text{amostra}}/R_{\text{padrão}} - 1] \times 1000$$

onde X (‰) é ^{13}C ou ^{15}N e R representa a razão isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ da amostra (R_{amostra}) e do padrão ($R_{\text{padrão}}$). Para ^{13}C , o $R_{\text{padrão}}$ utilizado foi o do padrão internacional Pee Dee Belemnite (PDB) e para ^{15}N , o gás N_2 atmosférico. Padrões internos (sucrose, valina e gelatina Merck) foram injetados no espectrômetro de massas, a cada 16 amostras analisadas, para a calibração do sistema e para compensação do equipamento.

Análise de dados

A influência dos lipídios nas análises de isótopos estáveis de carbono, assim como a influência da extração nas análises de isótopos estáveis de nitrogênio, foi verificada comparando-se os resultados obtidos a partir das amostras previamente submetidas a extração de lipídios e das amostras não extraídas.

Como alternativa a extração de lipídios, testou-se a normalização de $\delta^{13}\text{C}$, através da equação matemática proposta por Post et al. (2007):

$$\delta^{13}\text{C}' = \delta^{13}\text{C} - 3,32 + 0,99 \times \text{C:N}$$

Os resultados obtidos com os três métodos (amostras extraídas, não extraídas e correção matemática) foram comparados utilizando-se o teste paramétrico *T Student* para amostras dependentes.

O teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (KW) foi utilizado para comparações interespecíficas dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$.

Para verificar a correlação entre os dados obtidos através das análises de pesticidas organoclorados e bifenilos policlorados (PCBs) em cada uma das oito espécies de aves em estudo (previamente descritos no Capítulo 1) e os valores obtidos para isótopos estáveis de carbono e nitrogênio foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s). Apenas as espécies com número amostral maior que cinco foram utilizadas nesta análise (Callegari-Jacques, 2003). Os valores de PCBs e pesticidas organoclorados foram logaritimizados para facilitar as comparações com os valores dos isótopos estáveis.

As análises estatísticas foram realizadas através do programa Statistica 9.1 (Statsoft, Inc., 2010), com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Extração e normalização das razões isotópicas de carbono e nitrogênio

Lipídios podem interferir nas análises de isótopos estáveis, dependendo de sua concentração no tecido (Post et al., 2007), e por este motivo são frequentemente extraídos em amostras que serão submetidas a análise de $\delta^{13}\text{C}$. Os lipídios são mais empobrecidos em ^{13}C (ou seja, possuem menores valores de $\delta^{13}\text{C}$) quando comparados aos demais componentes dos tecidos, como as proteínas e carboidratos, devido ao fracionamento isotópico que ocorre principalmente durante a oxidação do piruvato desidrogenase para a formação da acetilcoenzima A, a principal fonte de carbono na biosíntese de lipídios (DeNiro & Epstein, 1977). Além disso, a extração de lipídios serve para reduzir a considerável heterogeneidade existente na concentração de lipídios entre animais e diferentes tecidos (Hobson & Clark 1992; McConnaughey & McRoy, 1979; Post et al. 2007).

Um indicativo da alta concentração de lipídios em um tecido é a razão C:N, já que ambos fatores estão diretamente relacionados. Segundo Post et al. (2007), a interferência dos lipídios na análise isotópica do carbono deve ser considerada em tecidos com alta concentração de lipídios (razão C:N > 3,5). Com base neste valor, considerou-se alta a razão C:N das amostras de fígado ($\bar{X} = 4,42 \pm 0,45$) e de músculo ($\bar{X} = 4,10 \pm 0,41$) dos Procellariiformes, antes de serem submetidas à extração de lipídios. Após a extração a razão C:N do fígado diminuiu para 3,31 ($\pm 0,11$) e do músculo para 3,19 ($\pm 0,07$), confirmando a forte relação da razão C:N com a concentração de lipídios nos tecidos e a influência da extração dos lipídios no valor de C:N.

A extração de lipídios aumentou os valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ em 1,57‰ para o fígado e 1,38‰ para o músculo (Figura 2.1 e 2.2). Diferenças significativas foram encontradas entre os valores de $\delta^{13}\text{C}$ das amostras antes da extração de lipídios e das amostras após a extração, tanto para o fígado ($t = 34,1$; $p < 0,05$), quanto para o músculo das aves ($t = 27,9$; $p < 0,05$).

Figura 2.1. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ nas amostras de fígado de Procellariiformes. A - amostras antes da extração de lipídios; B – amostras submetidas à extração de lipídios; C – amostras corrigidas matematicamente.

O uso de correções matemáticas para a normalização do $\delta^{13}\text{C}$ é uma alternativa fácil e de baixo custo à extração de lipídios (Mintenbeck et al., 2008). No presente trabalho, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtidos através da equação proposta por Post et al. (2007) variaram significativamente daqueles obtidos nas amostras de fígado e músculo em que os lipídios foram extraídos (fígado - $t = 16$; $p < 0,05$ e músculo - $t = 25,0$; $p < 0,05$), mostrando que a aplicação da equação matemática utilizada não teve o mesmo efeito da extração de lipídios,

ou seja, não foi apropriada para a normalização de $\delta^{13}\text{C}$ nas amostras de fígado e músculo das espécies estudadas.

Figura 2.2. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ nas amostras de músculo de Procellariiformes. A - amostras antes da extração de lipídios; B – amostras submetidas à extração de lipídios; C – amostras corrigidas matematicamente.

Um problema causado pela extração de lipídios é que o uso de solventes orgânicos como o metanol e o clorofórmio, pode interferir na análise isotópica do nitrogênio, levando a um aumento dos valores de $\delta^{15}\text{N}$ (Sotiropoulos et al. 2004). Este aumento pode ser o resultado da perda de alguns compostos nitrogenados, como os glicolipídios e as lipoproteínas, durante o processo de extração, contribuindo para o enriquecimento do ^{15}N (Kojadinovic et al. 2008).

Após a extração dos lipídios, observou-se um aumento do valor médio de $\delta^{15}\text{N}$ de 0,17‰ no fígado e de 0,22‰ no músculo das aves (Figura 2.3 e 2.4), sendo que os valores

de $\delta^{15}\text{N}$ nas amostras antes e depois da extração de lipídios foram significativamente diferentes em ambos tecidos (fígado - $t = 6,09$; $p < 0,05$ e músculo - $t = 6,99$; $p < 0,05$). Este aumento nos valores de $\delta^{15}\text{N}$ ($0,17 - 0,22\text{‰}$) é semelhante ao encontrado por Post et al. (2007) para uma variedade de animais ($0,25\text{‰} \pm 0,18$) e menor do que o encontrado por Sotiropoulos et al. (2004) em músculo de peixes ($0,3 - 0,5\text{‰}$). Estas diferenças são consideradas relativamente pequenas quando comparadas ao enriquecimento esperado entre níveis tróficos ($\sim 3\text{‰}$) (Post, 2002), entretanto podem contribuir para reduzir a precisão das análises de níveis tróficos (Sotiropoulos et al., 2004), assim como ocultar diferenças intraespecíficas.

Figura 2.3. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ nas amostras de fígado de Procellariiformes. A - amostras antes da extração de lipídios; B – amostras submetidas à extração de lipídios.

Figura 2.4. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ nas amostras de músculo de Procellariiformes. A - amostras antes da extração de lipídios; B – amostras submetidas à extração de lipídios.

Com base nos resultados apresentados, recomenda-se a extração de lipídios para amostras de fígado e músculo de Procellariiformes, evitando assim interferências nas análises de isótopos de carbono. Entretanto, para evitar os efeitos da extração de lipídios nas análises de $\delta^{15}\text{N}$ é importante que uma alíquota da amostra original (não submetida à extração de lipídios) seja utilizada para as análises de isótopos de nitrogênio.

Isótopos estáveis de carbono e nitrogênio no fígado e músculo de Procellariiformes

As razões isotópicas de carbono e nitrogênio, tanto no fígado como no músculo dos Procellariiformes apresentaram uma forte correlação entre si ($r_s = 0,69$; $p < 0,05$). Ambas as razões estão relacionadas ao nível trófico dos indivíduos, apresentando um enriquecimento do $\delta^{15}\text{N}$ de em média 3‰ e do $\delta^{13}\text{C}$ de 1‰ conforme aumenta a posição na cadeia alimentar (Kelly, 2000; Post, 2002;). Entretanto, a razão isotópica do nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) é

preferencialmente utilizada para o estudo do nível trófico devido ao maior enriquecimento desta entre as posições tróficas (Kelly, 2000).

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ apresentaram variabilidade entre indivíduos, com considerável sobreposição entre as espécies (Tabela 2.1). A variabilidade de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ observada entre os indivíduos estudados é encontrada normalmente em espécies que se alimentam de uma gama mais ampla de níveis tróficos (Bird et al., 2008). A sobreposição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ entre as oito espécies também pode estar associada a uma dieta não específica e/ou por competirem pelos mesmos recursos alimentares. Outros estudos já reportaram, por exemplo, a importância dos descartes de pesca na dieta destas espécies e a competição intra e interespecífica por estes descartes, que são um recurso alimentar abundante para estas aves (Colabuono & Vooren, 2007; Bugoni et al., 2010).

Em relação ao $\delta^{13}\text{C}$, *D. exulans* e *D. dabbenena* apresentaram valores significativamente menores do que *T. melanophris*, tanto no fígado (KW-H = 28,6; $p < 0,05$) quanto no músculo (KW-H = 22,02; $p < 0,05$) (Figuras 2.5 e 2.6). Não foram encontradas diferenças significativas entre as demais espécies. Menores valores de $\delta^{13}\text{C}$ são normalmente esperados para aves provenientes de áreas de altas latitudes (Cherel et al., 2006). No caso de *D. exulans*, é provável que alguns indivíduos ainda reflitam assinaturas isotópicas de suas áreas de reprodução (subantártica). O mesmo pode ser dito para *D. dabbenena* que se reproduz no arquipélago de Tristão da Cunha, onde ainda há uma mistura das águas subantárticas com águas subtropicais (Peterson & Stramma, 1991; Philips et al., 2009).

Tabela 2.1. Valores das razões isotópicas do carbono e nitrogênio no fígado e músculo de Procellariiformes coletados durante a época de migração no Brasil.

Espécie	n	Fígado		n	Músculo	
		δ ¹³ C (‰)	δ ¹⁵ N (‰)		δ ¹³ C (‰)	δ ¹⁵ N (‰)
		média ± desv. pad. (amplitude)	média ± desv. pad. (amplitude)		média ± desv. pad. (amplitude)	média ± desv. pad. (amplitude)
Diomedeidae (albatrozes)						
<i>Diomedea exulans</i>	5	-18,62 ± 1,10 (-19,81 a -17,03)	14,58 ± 0,85 (13,64 a 15,71)	5	-18,50 ± 1,10 (-19,74 a -17,32)	13,57 ± 0,81 (12,73 a 14,70)
<i>Diomedea dabbenena</i>	5	-18,24 ± 0,85 (-19,29 a -17,42)	14,71 ± 0,97 (13,08 a 15,49)	5	-17,83 ± 0,45 (-18,49 a -17,48)	13,77 ± 0,83 (12,32 a 14,43)
<i>Thalassarche melanophris</i>	29	-16,67 ± 0,73 (-18,30 a -15,40)	15,83 ± 1,02 (14,05 a 18,00)	31	-16,72 ± 0,62 (-18,12 a -15,39)	14,55 ± 0,85 (12,46 a 16,06)
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	10	-17,03 ± 0,77 (-17,72 a -15,18)	14,70 ± 0,94 (13,24 a 16,52)	9	-16,87 ± 0,40 (-17,40 a -16,01)	13,17 ± 0,40 (12,55 a 13,90)
Procellariidae (petréis)						
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	33	-17,11 ± 0,68 (-18,32 a -15,48)	15,83 ± 1,18 (13,70 a 18,24)	33	-16,96 ± 0,78 (-18,70 a -15,57)	14,18 ± 1,56 (11,96 a 16,79)
<i>Procellaria conspicillata</i>	3	-17,38 ± 0,16 (-17,56 a -17,27)	13,58 ± 0,04 (12,69 a 14,27)	3	-17,36 ± 0,20 (-17,51 a -17,13)	12,48 ± 0,12 (12,34 a 12,56)
<i>Puffinus gravis</i>	4	-16,36 ± 0,54 (-16,78 a -15,76)	16,74 ± 1,29 (15,50 a 18,08)	4	-17,01 ± 0,74 (-17,82 a -16,04)	14,50 ± 1,54 (12,56 a 16,31)
<i>Puffinus puffinus</i>	4	-16,48 ± 0,49 (-17,02 a -16,01)	13,27 ± 0,09 (12,65 a 14,13)	3	-17,26 ± 0,89 (-18,16 a -16,38)	11,37 ± 1,59 (9,57 a 12,58)

Possíveis explicações para valores de $\delta^{13}\text{C}$ típicos de regiões subantárticas encontrados em algumas aves coletadas em águas brasileiras são: a presença de indivíduos que mesmo durante o período reprodutivo utilizem os locais de invernagem (migração) como área de alimentação, como reportado por Bugoni et al. (2010) para *D. exulans*; ou indivíduos que fora de seu período reprodutivo também utilizem áreas próximas as suas colônias de reprodução como área de forrageamento. Segundo Mackley et al. (2010), durante o período não reprodutivo *D. exulans* não só retornam as áreas próximas a colônia como forrageiam em áreas ainda mais ao sul, realizando migrações circumpolares. Em ambas as hipóteses, as razões isotópicas do carbono em amostras de indivíduos coletados em latitudes menores, como a região sul do Brasil, poderão refletir tanto a dieta das áreas de reprodução (regiões antártica e subantártica) como das áreas de migração (regiões subtropicais). No presente estudo, um dos espécimes de *D. exulans* apresentando valores de $\delta^{13}\text{C}$ de regiões subantárticas tanto fígado quanto no músculo, foi identificado como uma fêmea adulta (18 anos de idade) fora de seu período reprodutivo (informações obtidas através de anilhamento), e que provavelmente também estava utilizando regiões mais a sul para se alimentar.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtidos para *T. chlororhynchos* e *T. melanophris* foram semelhantes, enquanto que o $\delta^{15}\text{N}$ médio de *T. melanophris* foi cerca 1‰ maior do que de *T. chlororhynchos* (Tabela 2.1; Figuras 2.5 e 2.6). Bugoni et al. (2010) também encontrou maiores valores de $\delta^{15}\text{N}$ para *T. melanophris*, porém sem diferenças significativas entre os níveis tróficos destas duas espécies.

Figura 2.5. Valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no fígado de quatro espécies de albatrozes coletados no sul do Brasil.

Figura 2.6. Valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no músculo de quatro espécies de albatrozes coletados no sul do Brasil.

Ao observar as Figuras 2.7 e 2.8 nota-se a presença de grupos distintos de indivíduos de *P. aequinoctialis*: aves com $\delta^{13}\text{C}$ no fígado maiores ou menores que 17‰; e aves com $\delta^{15}\text{N}$ no músculo menor ou maior que 14‰. Diferenças deste tipo já foram identificadas nesta mesma espécie, e relacionadas a indivíduos coletados em diferentes épocas do ano (Bugoni et al., 2010). Entretanto, a causa da distinção entre grupos de indivíduos de *P. aequinoctialis* encontrada neste trabalho não pode ser relacionada à época de coleta, uma vez que a maioria dos indivíduos (94%) foi coletada somente durante o inverno (entre os meses de julho e agosto). Outra possibilidade seria a utilização de diferentes áreas de forrageamento por segregação sexual, como já visto em outras espécies de Procellariiformes (González-Sólis et al., 2000; Philips et al., 2004; Philips et al., 2009), porém não houve predominância de machos ou fêmeas nos grupos identificados. A hipótese de que a presença de grupos apresentando assinaturas distintas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ está relacionada à maturidade sexual das aves (indivíduos juvenis ou adultos) não pode ser testada uma vez que este parâmetro não foi determinado para esta espécie.

Procellaria conspicillata foi a espécie que, apesar do pequeno número amostral, apresentou a menor variabilidade nos valores de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ nos tecidos (Figuras 2.7 e 2.8). As razões dos isótopos de carbono e nitrogênio encontradas no fígado e músculo desta espécie foram em média menores do que aqueles reportados por Bugoni et al. (2010) para o sangue de indivíduos desta mesma espécie, coletados na mesma região do Atlântico Sul.

Figura 2.7. Valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no fígado de quatro espécies de petréis coletados no sul do Brasil.

Figura 2.8. Valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no músculo de quatro espécies de petréis coletados no sul do Brasil.

Puffinus puffinus, a espécie de menor porte deste estudo, foi também a espécie com os menores valores de $\delta^{15}\text{N}$ em ambos os tecidos (Figuras 2.7 e 2.8). Bird et al. (2008) encontraram valores ainda mais baixos de $\delta^{15}\text{N}$ (de 6,2‰ a 12‰) no guano (que também é um material representativo da dieta da ave) desta mesma espécie coletado em uma colônia reprodutiva na Europa. Quando não há interferência antrópica (e.g. descartes de pesca), o tamanho das presas está, normalmente, relacionado ao tamanho corporal da ave, morfologia do bico, estratégia alimentar e disponibilidade das presas (Anley et al., 1992; Xavier & Croxall, 2006). *Puffinus puffinus* alimenta-se de pequenos peixes, cefalópodes e crustáceos (Lee, 1995; Thompson et al., 1998), presas que possivelmente encontram-se em um nível trófico baixo.

Puffinus gravis é uma espécie morfológicamente semelhante a *P. puffinus*, porém de tamanho um pouco maior (Harrison, 1983). Embora o número de aves analisadas de ambas espécies seja pequeno, observou-se que os indivíduos de *P. gravis* amostrados neste trabalho apresentaram valores de $\delta^{15}\text{N}$ cerca de 3‰ mais altos que *P. puffinus*. De modo geral, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ de *P. gravis* também foram altos quando comparados com as outras seis espécies de maior porte. Indivíduos adultos desta espécie amostrados em águas brasileiras mostraram valores de $\delta^{15}\text{N}$ no sangue ($14,8 \pm 0,3$) e nas penas ($16,3 \pm 0,3$) (Quillfeldt et al., 2008), semelhantes aos encontrados neste trabalho para o músculo ($14,5 \pm 1,54$) e o fígado ($16,7 \pm 1,29$), respectivamente.

Alguns estudos mostram que valores altos de $\delta^{15}\text{N}$ podem estar associados a fatores como o *stress* nutricional (Hobson & Clark, 1992; Kidd et al., 1995) ou alterações na dieta natural por influência antrópica (Bugoni et al., 2010). Durante períodos de *stress* nutricional, os aminoácidos presentes nas proteínas são mobilizados dos tecidos e então

reciclados para uso do próprio organismo. Este processo de mobilização e deposição de proteínas resulta em um fracionamento isotópico adicional que favorece o isótopo pesado de nitrogênio (Hobson et al., 1993). Tecidos com alta atividade metabólica e consequentemente com rápida taxa de renovação (e.g. fígado), refletem melhor este enriquecimento do que outros tecidos com fracionamento isotópico mais lento (e.g. músculo) (Hobson & Clark, 1992), como pode ser visto para *P. gravis*, onde o fígado apresenta maiores valores de $\delta^{15}\text{N}$ do que o músculo dos indivíduos estudados (Tabela 2.1; Figuras 2.7 e 2.8).

Isótopos estáveis e contaminantes organoclorados

Correlações entre as concentrações de organoclorados e as razões isotópicas de carbono e nitrogênio foram testadas apenas para três espécies de aves (*T. melanophris*, *T. chlororhynchos* e *P. aequinoctialis*), devido ao baixo número amostral das demais espécies.

Nenhuma correlação entre organoclorados e isótopos estáveis foi encontrada quando as três espécies foram agrupadas. Esta ausência de correlação está provavelmente associada à alta variabilidade intraespecífica e sobreposição nas concentrações de PCBs e pesticidas (como visto no Capítulo 1), e de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ entre as espécies.

As concentrações de organoclorados (em peso lipídico), dentro de cada espécie, apresentaram correlações significativas com os isótopos de carbono e de nitrogênio, que variaram de moderada a forte (entre 0,3 e 0,9) (Tabela 2.2). Essas correlações indicam que há uma associação entre os valores de isótopos estáveis e as concentrações de alguns organoclorados, ou seja, que esses valores estão variando de maneira conjunta. Entretanto, o coeficiente de correlação não mede a relação entre causa e efeito, existindo a

possibilidade de que haja outros fatores influenciando os níveis de ambas variáveis (Callegari-Jacques, 2003).

Os PCBs se destacaram pelo maior número de correlações com $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$, nos diferentes tecidos, seguido então pelo HCB, Mirex, DDTs, Clordanas e Drins (Tabela 2.2).

Diferenças no metabolismo podem afetar as correlações dos contaminantes com as razões isotópicas. Compostos considerados extremamente persistentes no organismo apresentam, normalmente, melhores relações com a dieta, enquanto aqueles que são rapidamente eliminados (e.g. HCHs) pelo organismo não se correlacionam com o nível trófico (Kidd et al., 1995; Hoekstra et al. 2003). Entretanto, neste estudo, alguns organoclorados com grande persistência em aves, como os DDTs, tiveram baixa associação com os isótopos de carbono e nitrogênio, o que pode ser mais um indício de que outros fatores tenham uma influência maior do que a dieta.

A redistribuição dos organoclorados entre os diversos órgãos, causada pela mobilização de reservas lipídicas, acarreta um rápido aumento da concentração destes compostos em alguns tecidos, e decréscimo em outros (Elliott et al., 1996), o que também pode ser responsável, ao menos parcialmente, pelas variações e inexistência de correlação entre $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ com alguns compostos organoclorados.

Outro fator relacionado à ausência ou baixo grau de associação entre a dieta e alguns compostos é a existência de diferentes fontes de contaminação. O HCB, por exemplo, é um composto relativamente volátil e capaz de ser transportado por longas distâncias e pode ser absorvido pelos organismos através da cadeia alimentar e/ou via exposição atmosférica (Calamari et al., 1991; Aono et al., 1997).

Tabela 2.2. Coeficientes de correlação Spearman (r_s) obtidos para as concentrações de organoclorados e razões isotópicas do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e do nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) nos diferentes tecidos analisados. A ausência de correlações significativas está indicada por n.s. (não significativo).

	Tecido adiposo						Fígado						Músculo					
	PCBs	HCB	Mirex	DDTs	Clordanas	Drins	PCBs	HCB	Mirex	DDTs	Clordanas	Drins	PCBs	HCB	Mirex	DDTs	Clordanas	Drins
<i>Thalassarche chlororhynchus</i>																		
$\delta^{13}\text{C}$ fígado	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,66	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
$\delta^{13}\text{C}$ músculo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,79	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
$\delta^{15}\text{N}$ fígado	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
$\delta^{15}\text{N}$ músculo	n.s.	0,65	n.s.	0,66	n.s.	n.s.	0,66	0,74	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,84	n.s.	0,78	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Thalassarche melanophris</i>																		
$\delta^{13}\text{C}$ fígado	n.s.	-0,47	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,40	n.s.	n.s.	n.s.
$\delta^{13}\text{C}$ músculo	n.s.	-0,47	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,38	n.s.	n.s.	n.s.
$\delta^{15}\text{N}$ fígado	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
$\delta^{15}\text{N}$ músculo	n.s.	n.s.	-0,42	-0,40	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Procellaria aequinoctialis</i>																		
$\delta^{13}\text{C}$ fígado	0,48	n.s.	0,40	n.s.	0,44	n.s.	0,59	n.s.	0,35	n.s.	n.s.	n.s.	0,62	n.s.	n.s.	n.s.	0,54	n.s.
$\delta^{13}\text{C}$ músculo	0,49	n.s.	0,44	n.s.	0,44	n.s.	0,65	n.s.	0,45	n.s.	n.s.	n.s.	0,72	n.s.	0,36	n.s.	0,46	n.s.
$\delta^{15}\text{N}$ fígado	0,47	n.s.	0,41	n.s.	n.s.	n.s.	0,68	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,68	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
$\delta^{15}\text{N}$ músculo	0,39	n.s.	0,42	n.s.	0,36	n.s.	0,57	n.s.	0,46	n.s.	n.s.	0,36	0,64	n.s.	0,35	n.s.	n.s.	n.s.

As razões isotópicas do carbono e nitrogênio obtidas no músculo das aves apresentaram maior grau de associação e maior número de correlações com as concentrações de organoclorados, embora os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do fígado das aves também tenham apresentado algumas correlações com os PCBs e pesticidas encontrados no tecido adiposo, fígado e músculo das três espécies (Tabela 2.2). A variação nas relações entre os organoclorados e os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no fígado e músculo está provavelmente ligada ao fato de que cada tecido reflete a dieta de diferentes escalas de tempo. A taxa de renovação do carbono e nitrogênio no músculo é de cerca 30 dias, enquanto que no fígado é de apenas poucos dias (Hobson & Clark, 1992; Hobson et al., 1994). Os organoclorados, por sua vez, possuem um tempo de residência nos tecidos muito maior, que pode variar de meses a anos, dependendo da taxa de eliminação de cada composto (Clark et al., 1987).

Thalassarche melanophris foi a única das três espécies que apresentou correlações negativas entre os organoclorados e os isótopos estáveis. Estas correlações negativas resultaram da ocorrência de valores altos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, e baixos de organoclorados nos tecidos da maior parte dos indivíduos analisados. A amostra de *T. melanophris* foi composta, em sua maioria, por indivíduos juvenis, e como discutido no Capítulo 1 (p. 43), a bioacumulação está diretamente relacionada à idade do indivíduo (Warham, 1996; Donaldson et al., 1997). *Thalassarche chlororhynchos*, que por sua vez, foi representada apenas por indivíduos adultos, apresentou apenas correlações positivas fortes entre organoclorados e os isótopos estáveis, sendo que a melhor associação foi encontrada entre $\delta^{15}\text{N}$ e os PCBs no músculo destas aves (Tabela 2.2; Figura 2.9). Portanto, além da dieta, a idade ou estágio de maturidade dos indivíduos também são importantes no processo de bioacumulação de organoclorados e devem ser

levados em consideração ao interpretar as relações entre contaminantes orgânicos e razões isotópicas nos tecidos das aves.

Figura 2.9. Razões isotópicas do nitrogênio no músculo e concentrações de PCBs no fígado e músculo de *Thalassarche chlororhynchos*.

As razões $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do fígado e músculo de *P. aequinoctialis* apresentaram associações fortes com as concentrações de PCBs nestes mesmos tecidos (Figura 2.10 e 2.11), enquanto que no tecido adiposo essas correlações foram mais fracas, provavelmente devido à maior variabilidade das concentrações destes compostos neste tecido. Infelizmente, para esta espécie não foi possível relacionar a possível influência do estágio de maturidade nas correlações assim como para *T. chlororhynchos* e *T. melanophris*.

Figura 2.10. Razões isotópicas no fígado e concentrações de PCBs no fígado e músculo de *Procellaria aequinoctialis*.

Figura 2.11. Razões isotópicas no músculo e concentrações de PCBs no fígado e músculo de *Procellaria aequinoctialis*.

Apesar de não ter sido possível verificar as correlações entre as razões isotópicas de carbono e nitrogênio e as concentrações de organoclorados em *D. exulans*, alguns resultados sugerem uma associação entre estas duas variáveis. *D. exulans* apresentou valores significativamente maiores de HCBs (Capítulo 1; p. 57 - 58) e menores de $\delta^{13}\text{C}$ do que *T. melanophris* (Tabela 2.1; Figuras 2.5 e 2.6), o que pode estar associado à distribuição destas aves. Como visto anteriormente menores valores de carbono estão associados à ocorrência das aves em maiores latitudes (Cherel et al., 2006), assim como maiores concentrações de HCB estão associadas a animais que utilizam regiões mais próximas aos pólos como área de reprodução e/ou alimentação, pois devido ao transporte atmosférico, o HCB se concentra nestas mesmas regiões (Simonich & Hites, 1995; Van den Brink, 1997). Este é exemplo de como os isótopos estáveis e certos contaminantes podem fornecer informações sobre a ecologia das aves.

As razões isotópicas de carbono e nitrogênio são ferramentas úteis para fornecer informações sobre a biologia e ecologia de aves migratórias, que podem auxiliar nos estudos sobre contaminação por compostos orgânicos persistentes. Entretanto, em aves com níveis tróficos similares e com alta variabilidade intraespecífica nas concentrações de organoclorados, a dieta não é suficiente para explicar a contaminação por estes compostos, como o caso das espécies aqui estudadas. Outros aspectos, como a idade do indivíduo, migração, persistência e distribuição dos contaminantes no organismo, também podem ser responsáveis pela variabilidade nas concentrações de organoclorados, e pela disparidade entre os contaminantes e os isótopos estáveis. Portanto, deve-se levar em consideração a interpretação conjunta destes diversos fatores, além da influência da dieta, em estudos de contaminação por poluentes orgânicos persistentes em aves marinhas.

Referências bibliográficas

- ANLEY, D. G., RIBIC, C. A., FRASER, W. R. 1992. Does prey preference affect habitat choice in Antarctic seabirds? Marine Ecology Progress Series 90, 207 - 221.
- AONO, S., TANABE, S., FUJISE, Y., KATO, H., TATSUKAWA, R. 1997. Persistent organochlorines in minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) and their prey species from the Antarctic and the North Pacific. Environmental Pollution 98, 81 - 89.
- BARRETT, R. T., CAMPHUYSEN, K., ANKER-NILSSEN, T., CHARDINE, J. W., FURNESS, R. W., GARTHE, S., HUPPOP, O., LEOPOLD, M. F., MONTEVECCHI, W. A., VEIT, R. R. 2007. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. ICES Journal of Marine Sciences 64, 1675 -1691.
- BEARHOP, S., WALDRON, S., VOTIER, S. C., FURNESS, R. W. 2002. Factors that influence assimilation rates and fractionation of nitrogen and carbon stable isotopes in avian blood and feathers. Physiological and Biochemical Zoology 75, 451 - 458.
- BIRD, M. I., TAIT, E., WURSTER, C. M., FURNESS, R. W. 2008. Stable carbon and nitrogen isotope analysis of avian uric acid. Rapid Communications in Mass Spectrometry 22, 3393 - 3400.
- BUGONI, L., MCGILL, R. A. R., FURNESS, R. W. 2010. The importance of pelagic longline fishery discards for a seabird community determined through stable isotope analysis. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 391, 190 - 200.
- CALAMARI, D., BACCI, E., FOCARDI, S., GAGGI, C., MOROSINI, M., VIGHI, M. 1991. Role of plant biomass in the global environmental partitioning of chlorinated hydrocarbons. Environmental Toxicology and Chemistry 98, 1489 - 1495.

- CALLEGARI-JACQUES, S. M. 2003. Bioestatística: princípios e aplicações. Artmed, Porto Alegre.
- CHEREL, Y., PHILLIPS, R.A., HOBSON, K.A., MCGILL, R. 2006. Stable isotope evidence of diverse species-specific and individual wintering strategies in seabirds. *Biology Letters* 2, 301 - 303.
- CHEREL, Y., HOBSON, K. A. 2007. Geographical variation in carbon stable isotope signatures of marine predators: a tool to investigate their foraging areas in the southern Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 329, 281 - 287.
- CLARK, T. P., NORSTROM, R. J., FOX, G. A., WON, H. T. 1987. Dynamics of organochlorine compounds in herring gulls (*Larus argentatus*): II. A two-compartment model and data for ten compounds. *Environmental Toxicology* 6, 547 - 559.
- COLABUONO, F. I., VOOREN, C. M., 2007. Diet of black-browed *Thalassarche melanophrys* and Atlantic yellow-nosed *T. chlororhynchos* albatrosses and white-chinned *Procellaria aequinoctialis* and spectacled *P. conspicillata* petrels off southern Brazil. *Marine Ornithology* 35, 9 - 20.
- DENIRO, M. J., EPSTEIN, S. 1977. Mechanism of carbon isotope fractionation associated with lipid synthesis. *Science* 197 (4300), 261 - 263.
- DONALDSON, G. M., BRAUNE, B. M., GASTON, A. J., NOBLE, D. G. 1997. Organochlorine and heavy metal residues in breast muscle of known-age thick-billed murres (*Uria lomvia*) from the Canadian arctic. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 33, 430 - 435.
- ELLIOTT, J. E., NORSTROM, R. J., LORENZEN, A., HART, L. E., PHILIBERT, H., KENNEDY, S. W., STEGEMAN, J. J., BELLWARD, G. D., CHENG, K. M. 1996. Biological effects of polychlorinated dibenzo-pdioxins, dibenzofurans, and

- biphenyls in bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*) chicks. Environmental Toxicology and Chemistry 15, 782 – 793.
- ELLIOTT, J. E. 2005. Chlorinated hydrocarbon contaminants and stable isotope ratios in pelagic seabirds from the North Pacific Ocean. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 49, 89 - 96.
- FISK, A. T., HOBSON, K. A., NOSTROM, R. J. 2001. Influence of chemical and biological factors on trophic transfer of persistent organic pollutants in the Northwater Polynya marine food web. Environmental Science and Technology 35, 732 - 738.
- FORERO, M. G., HOBSON, K. A. 2003. Using stable isotopes of nitrogen and carbon to study seabird ecology: applications in the Mediterranean seabird community. Scientia Marina 67, 23 - 32.
- FORERO, M. G., BORTOLOTTI, G. R., HOBSON, K. A., DONAZAR, J.A., BERTELLOTTI, M., BLANCO, G. 2004. High trophic overlap within the seabird community of Argentinean Patagonia: a multiscale approach. Journal of Animal Ecology 73, 789 - 801.
- FRY, B. 2006. Stable Isotopes Ecology. Springer, New York.
- GONZÁLEZ-SOLÍS J., CROXALL, J. P., WOOD, A. G. 2000. Sexual dimorphism and sexual segregation in foraging strategies of northern giant petrels *Macronectes halli* during incubation. Oikos 90, 390 – 398.
- HARRISON, P. 1983. Seabirds, an identification guide. Houghton Mifflin Company, Massachusetts.
- HOBSON, K. A., CLARK, R. G. 1992. Assessing avian diets using stable isotopes II: factors influencing diet-tissue fractionation. Condor 94, 189 - 197.

- HOBSON, K. A., WELCH, H. E. 1992. Determination of trophic relationships within a high Arctic marine food web using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analysis. *Marine Ecology Progress Series* 84, 9 - 18.
- HOBSON, K. A. 1993. Trophic relationships among high Arctic seabirds: insights from tissue-dependent stable-isotope models. *Marine Ecology Progress Series* 95, 7 - 18.
- HOBSON, K. A., PIATT, J. F., PITOCHELLI, J. 1994. Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *Journal of Animal Ecology* 63, 786 - 798.
- HOBSON, K. A. 1999. Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia* 120, 314 – 326.
- HOBSON, K. A. 2005. Stable isotopes and the determination of avian migratory connectivity and seasonal interactions. *Auk* 122, 1037 - 1046.
- HOEKSTRAA, P. F., O'HARAC, T. M., FISKD, A. T., BORGA, K., SOLOMONA, K. R., MUIRA, D. C. G. 2003. Trophic transfer of persistent organochlorine contaminants (OCs) within an Arctic marine food web from the southern Beaufort–Chukchi Seas. *Environmental Pollution* 124, 509 - 522.
- KELLY, J. F. 2000. Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Canadian Journal of Zoology* 78, 1 - 27.
- KIDD, K. A., SCHINDLER, D. W., HESSLEIN, R. H., MUIR, D. C. G. 1995. Correlation between nitrogen isotope ratios and concentrations of organochlorines in biota from a freshwater food web. *Science of Total Environment* 160/161, 381 - 390.
- KOJADINOVIC, J., MENARD, F., BUSTMANTE, P., COSSON, R. P., LE CORRE, M. 2008. Trophic ecology of marine birds and pelagic fishes from Reunion Island

- as determined by stable isotope analysis. Marine Ecology Progress Series 361, 239 - 251.
- LEE, D. S. 1995. The pelagic ecology of Manx shearwater *Puffinus puffinus* off the southeastern United States of America. Marine Ornithology 23, 107 -119.
- MACKLEY, E. K., PHILLIPS, R. A., SILK, J. R. D., WAKEFIELD, E. D., AFANASYEV, V., FOX, J. W., FURNESS, R. W. 2010. Free as a bird? Activity patterns of albatrosses during the nonbreeding period. Marine Ecology Progress Series 406, 291 – 303.
- MCCONNAUGHEY, T., MCROY, C. P. 1979. Food-web structure and the fractionation of carbon isotopes in the Bering Sea. Marine Biology 53, 257 – 262.
- MINTENBECK, K., BREY, T., JACOB, U., KNUST, R., STRUCK, U. 2008. How to account for the lipid effect on carbon stable isotope ratio ($\delta^{13}\text{C}$): sample treatment effects and model bias. Journal of Fish Biology 72, 815 - 830.
- PETERSON, B. J., FRY, B. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. Annual Review on Ecology and Systematics 18, 293 - 320.
- PHILLIPS, R. A., SILK, J. R. D., PHALAN, B., CATRY, P., CROXALL, J. P. 2004. Seasonal sexual segregation in two *Thalassarche* albatross species: Competitive exclusion, reproductive role specialization or foraging niche divergence. Proceedings of the Royal Society of London, Series B 271, 1283 – 1291.
- PHILLIPS R., BEARHOP, S., MCGILL, R., DAWSON, D. 2009. Stable isotopes reveal individual variation in migration strategies and habitat preferences in a suite of seabirds during the nonbreeding period. Oecologia 160, 795 – 806.
- PETERSON, R.G. & STRAMMA, L. 1991. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. Progress in Oceanography 26, 1- 73.

- POST, D. M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* 83, 703 - 718.
- POST, D. M., LAYMAN, C. A., ARRINGTON, D. A., TAKIMOTO, G., QUATTROCHI, J., MONTANA, C. G. 2007. Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. *Oecologia* 152, 179 - 189.
- QUILLFELDT, P., MCGILL, R. A. R., FURNESS, R. W. 2005. Diet and foraging areas of Southern Ocean seabirds and their prey inferred from stable isotopes: review and case study of Wilson's Storm-petrel. *Marine Ecology Progress Series* 295, 295 - 304.
- QUILLFELDT, P., BUGONI, L., MCGILL, R. A. R., MASELLO, J. F., FURNESS, R. W. 2008. Differences in stable isotopes in blood and feathers of seabirds are consistent across species, age and latitude: implications for food web studies. *Marine Biology* 155, 593 - 598.
- RUUS, A., UGLAND, K. I., ESPELAND, O., SKAARE, J. U., 1999. Organochlorine contaminants in a local marine food chain from Jarfjord, northern Norway. *Marine Environmental Research* 48, 131 - 146.
- SIMONICH, S. L., HITES, R. A. 1995. Global distribution of persistent organochlorine compounds. *Science* 269, 1851 - 1854.
- SOTIROPOULOS, M. A., TONN, W. M., WASSENAAR, L. I. 2004. Effects of lipid extraction on stable carbon and nitrogen isotope analyses of fish tissues: potential consequences for food web studies. *Ecology of Freshwater Fish* 13 (3), 155 - 160.
- STATSOFT, INC. 2010. STATISTICA for Windows (Computer program manual). Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, phone: (918) 749-1119, fax: (918) 749-2217, Web: <http://www.statsoftinc.com>

- TANABE, S., NISHIMURA, A., HANAOKA, S., YANAGI, T., TAKEOKA, H., TATSUKAWA, R. 1991. Persistent organochlorines in coastal fronts. *Marine Pollution Bulletin* 22 (7), 344 - 351.
- TANABE, S., SENTHILKUMAR, K., KANNAN, K., SUBRAMANIAN, A. N. 1998. Accumulation Features of Polychlorinated Biphenyls and Organochlorine Pesticides in Resident and Migratory Birds from South India. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 34, 387 - 397.
- THOMPSON, D. R., FURNESS, R. W., MONTEIRO, L. R. 1998. Seabirds as biomonitors of mercury inputs to epipelagic and mesopelagic marine food chains. *The Science of the Total Environment* 213, 299 – 305.
- TIESZEN, L. L., BOUTTON, T. W., TESDAHL, K. G., SLADE, N. A. 1983. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: implication for $\delta^{13}\text{C}$ analysis of diet. *Oecologia* 57, 32 - 37.
- VAN DEN BRINK, N. W. 1997. Directed transport of volatile organochlorine pollutants to polar regions: the effect on the contamination pattern of Antarctic seabirds. *Science of the Total Environment* 198, 43 - 50.
- WARHAM, J. 1996. The behaviour, population biology and physiology of the petrels. London: Academic Press.
- XAVIER, J. C., CROXALL, J. P. 2006. Predator-prey interactions: why do larger albatrosses eat bigger squids? *Journal of Zoology* 4, 408 - 417.

Capítulo 3

Poluentes orgânicos persistentes em plásticos ingeridos por albatrozes e petréis

Introdução

Os plásticos são polímeros orgânicos sintéticos encontrados em águas costeiras e oceânicas de todo o mundo e estão entre os poluentes macroscópicos mais persistentes no ambiente marinho (Rios et al., 2007). Diversos estudos reportam a ingestão de plásticos por peixes, tartarugas marinhas e aves marinhas (Furness, 1985; Colabuono et al., 2009; Tourinho et al., 2009) assim como seus efeitos negativos nos organismos (Ryan & Jackson, 1987; Ryan, 1988; Pierce et al., 2004).

Estudos realizados sobre a extensão dos efeitos da ingestão de plásticos por aves sugerem que possivelmente haja um decréscimo na capacidade digestiva, causada pela redução do volume funcional do pró-ventrículo e do ventrículo, afetando a formação da camada de gordura, causando perda de reservas energéticas para migração e nidificação (Connors & Smith, 1982; Furness, 1983; Furness, 1985; Ryan, 1988). Além destes, outros efeitos prejudiciais ainda são citados: obstrução intestinal e ulcerações (Bourne, 1976; Bourne & Imber, 1982), bloqueio da secreção da enzima gástrica (Azzarello & Van-Vleet, 1987), absorção de organoclorados adsorvidos pelos plásticos (Carpenter et al, 1972) que podem causar desordem reprodutiva e morte, além de aumentar o risco de doenças e alterar os níveis de hormônio, causando atraso na ovulação e fracasso reprodutivo (Ryan et al., 1988; Azzarello & Van- Vleet, 1987).

Os plásticos são objetos resistentes, leves e capazes de flutuar na água do mar (Morris, 1980). Duas classes de plástico são as mais encontradas nas aves marinhas (Ryan, 1987): os pellets e os fragmentos. Os pellets são pequenas esferas de polietileno

ou polipropileno (aproximadamente 1 – 5 mm) e são o estágio intermediário do plástico em seu processo de manufatura (Colton et al., 1974). Estas se perdem durante o processo de fabricação ou durante o transporte e entram diretamente no ecossistema marinho ou por via de sistemas de drenagem e se espalham pelos oceanos através das correntes oceânicas (Furness, 1983). Fragmentos plásticos são pequenos pedaços gastos de itens maiores (bóias de pesca, baldes e garrafas) que são descartados ou perdidos no mar (Merrell, 1980). Outros tipos de itens antropogênicos ingeridos incluem brinquedos, esferas de poliestireno, linhas de nylon, borracha e fitas plásticas (Robards et al., 1995).

Plásticos possuem a capacidade de acumular contaminantes devido a sua natureza hidrofóbica (Mato et al., 2001; Rios et al., 2007). Diversos poluentes orgânicos como os bifenilos policlorados (PCBs) e pesticidas organoclorados tem sido encontrados em plásticos coletados em praias de todo o mundo (Mato et al., 2001; Endo et al., 2005; Ogata et al., 2009). Estes poluentes são adsorvidos aos plásticos no ambiente marinho e podem entrar na cadeia alimentar através da ingestão destes plásticos pelos animais (Carpenter et al., 1972; Rios et al., 2007).

PCBs e pesticidas organoclorados são considerados poluentes orgânicos persistentes por apresentarem natureza hidrofóbica e grande persistência no ambiente, o que permite que esses compostos bioacumulem e biomagnifiquem na rede trófica (Ritter et al., 1995; Lallas, 2001). A possível transferência de contaminantes adsorvidos aos plásticos para os organismos que os ingerem é bastante preocupante, uma vez que esses podem ser uma fonte importante de contaminação para os animais marinhos (Ryan et al., 1988; Derraik, 2002; Tanabe et al., 2004).

As aves marinhas, em especial os albatrozes e petréis (Procellariiformes), estão entre os animais marinhos mais afetados pela poluição por plásticos. Estas aves alimentam-se de presas capturadas na superfície ou próximas a ela, de animais que

flutuam após sua morte e de descartes de pesca, podendo ingerir plásticos ao confundí-los com suas presas. Devido a características morfológicas e funcionais peculiares do trato digestivo destas aves, partículas plásticas podem permanecer no ventrículo destas aves por meses e até anos antes de serem completamente eliminadas (Ryan, 1987; Ryan & Jackson, 1987; Ryan, 1988; Moser & Lee, 1992) fazendo com que este grupo tenha a mais alta incidência de ingestão de plásticos entre as aves marinhas (Furness, 1985; Azzarello & Van-Vleet, 1987; Ryan, 1988; Tourinho et al., 2009). Desta maneira, os plásticos podem ser uma fonte de contaminantes orgânicos para estes predadores de topo, em adição a transferência através da rede trófica.

Objetivo geral

Verificar a ocorrência de objetos plásticos no trato digestório de Procellariiformes coletados no sul do Brasil, assim como avaliar a ocorrência de PCBs e pesticidas organoclorados nos plásticos ingeridos por estas aves.

Objetivos específicos

- ⇒ Caracterizar e quantificar os plásticos ingeridos por oito espécies de Procellariiformes (*Diomedea exulans*, *Diomedea dabbenena*, *Thalassarche melanophris*, *Thalassarche chlororhynchos*, *Procellaria aequinoctialis*, *Procellaria conspicillata*, *Puffinus gravis* e *Puffinus puffinus*).
- ⇒ Identificar e quantificar os compostos organoclorados presentes nos plásticos encontrados no trato digestório das aves.

Materiais e Métodos

Amostragem

Os tratos digestórios de um total de 94 aves foram coletados, sendo: 34 *P. aequinoctialis*, três *P. conspicillata*, seis *P. gravis*, seis *P. puffinus*, 31 *T. melanophris*, 13 *T. chlororhynchos*, três *D. exulans* e um *D. dabbenena*. As aves foram coletadas entre 1991 e 2008 através de monitorias de praia na costa do Rio Grande do Sul e através da captura incidental na pesca com espinhel na região sul do Brasil (29°S-34°S; 45°W-52°W).

Todos os plásticos encontrados no pró-ventrículo e no ventrículo das aves foram coletados e separados em três categorias: pellets, fragmentos plásticos e linhas de nylon (Figura 3.1). As amostras foram acondicionadas em papel alumínio e mantidas resfriadas a -20°C até a análise.

Figura 3.1. Pellets (A), fragmentos plásticos (B) e linhas de nylon (C) encontrados no trato digestório dos Procellariiformes.

Análises químicas

As análises para determinação de organoclorados (OCs) em plásticos foram realizadas no Laboratório de Química Orgânica Marinha (Lab-QOM) do Instituto Oceanográfico da USP (IO-USP). O procedimento analítico descrito pela UNEP (1992) e já utilizado no Lab-QOM em análises de sedimento foi adaptado para a análise de OCs em plásticos.

Cuidados analíticos

Toda a vidraria utilizada foi previamente lavada com detergente e enxaguada em água corrente. Depois de seca foi coberta com alumínio e levada a mufla durante por 4 horas a 450°C. Vidrarias volumétricas que não podiam ser calcinadas, assim como as colunas de purificação, após serem enxaguadas em água corrente foram lavadas com *n*-hexano/diclorometano (1:1, v/v) e *n*-hexano.

A água utilizada na desativação da sílica e da alumina foi purificada através de extração com *n*-hexano, repetida por cinco vezes. O sulfato de sódio anidro, a sílica gel e a alumina foram muflados por 4 horas a 450 °C e mantidos em um dessecador até o uso.

Soluções padrões

As soluções de organoclorados utilizadas foram adquiridas do laboratório internacional *AccuStandard* (USA). A partir desses padrões certificados foram preparadas três tipos de soluções: as misturas com os padrões externos, sendo uma para PCBs e uma para pesticidas, os *surrogates* e o padrão interno.

A mistura de PCBs continha 51 congêneres, com compostos contendo de 2 a 10 átomos de cloro (numeração IUPAC): 8, 18, 28, 31, 33, 44, 49, 52, 56, 60, 66, 70, 74, 77, 81, 87, 95, 97, 99, 101, 105, 110, 114, 118, 123, 126, 128, 132, 138, 141, 149,

151, 153, 156, 157, 158, 167, 169, 170, 174, 177, 180, 183, 187, 189, 194, 195, 199, 203, 206 e 209.

A mistura de pesticidas continha os DDTs e seus metabólitos (*o,p'*-DDD, *p,p'*-DDD, *o,p'*-DDE, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDT), HCHs (α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH) clordanas (γ -clordana, α -clordana), drins (aldrin, dieldrin, isodrin e endrin), heptacloro, heptacloro epóxido A e B, endosulfan I e II, metoxicloro, HCB e mirex. Ambas as misturas dos organoclorados possuíam concentração de $1,0 \text{ ng } \mu\text{l}^{-1}$.

A solução dos *surrogates* utilizada para os organoclorados continha o 2,2',4,5',6-pentaclorofenilo (PCB 103) e o 2,2',3,3',4,5,5',6-octaclorofenilo (PCB 198). A solução de padrão interno continha o composto 2,3,5,6-tetracloro-*m*-xileno (TCMX). Ambas soluções foram preparadas para a concentração de $1,0 \text{ ng } \mu\text{l}^{-1}$.

Curva analítica

As quantificações dos PCBs e pesticidas organoclorados foram realizadas utilizando uma curva analítica para cada grupo contendo nove concentrações (1, 5, 10, 20, 50, 80, 100, 150 e $200 \text{ pg } \mu\text{l}^{-1}$). Para ambas as curvas foi considerado um coeficiente de correlação maior ou igual a 0,995.

A identificação dos pesticidas foi feita em relação aos tempos de retenção no cromatograma. Para a identificação dos PCBs além dos tempos de retenção, também foram utilizados os espectros de massa. As concentrações foram obtidas através das razões entre os *surrogates* e os compostos de interesse, baseada nas curvas analíticas.

As curvas foram verificadas recalculando-se seus próprios pontos. A curva foi considerada adequada para o uso quando apresentasse um fator de resposta com menos de 25% de variação.

Preparação das amostras para a análise de organoclorados em plásticos

Para a análise de PCBs e pesticidas organoclorados, os plásticos não foram separados por cor, forma ou tamanho. Os pellets foram agrupados, assim como os fragmentos plásticos. A massa utilizada foi de 0,6 g de pellets e 1,0 g de fragmentos plásticos.

Extração

As amostras de plástico foram extraídas em Soxhlet por 8 h com 80 ml de *n*-hexano e diclorometano (1:1, v/v). Em cada cartucho de extração adicionou-se cerca de 5g de sulfato de sódio anidro para evitar que os plásticos flutuassem no solvente. Previamente à extração, adicionou-se a cada uma das amostras, 100 µl da solução de 1 ng µl⁻¹ *surrogates* (PCB 103 e PCB 198). Após a extração, o extrato foi concentrado a 1,0 ml.

Purificação

As amostras foram purificadas utilizando-se cromatografia de adsorção em uma coluna contendo 3,2 g de alumina sobre 8g de sílica, ambas (5% desativada com H₂O). No topo da coluna (sobre a alumina) adicionou-se aproximadamente 1,5 cm de sulfato de sódio. As amostras foram eluídas com 20 ml de *n*-hexano e diclorometano (7:3, v/v).

O extrato final foi concentrado a um volume de 1,0 ml em *n*-hexano. Anteriormente à análise por cromatografia em fase gasosa, foi adicionado 100 µl da solução contendo o padrão interno (TCMX).

A Figura 3.2 ilustra os passos do procedimento analítico utilizado para análise de PCBs e pesticidas organoclorados em plásticos.

Figura 3.2. Fluxograma do método utilizado para a análise de PCBs e pesticidas organoclorados em plásticos.

Análise dos compostos por cromatografia em fase gasosa (CG)

Para a análise de PCBs os extratos foram injetados em um cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro de massa (GC-MS) 5973N da Agilent Technologies com impacto de elétrons (EI). O equipamento operou no modo de monitoramento seletivo de íons (SIM) (70eV). Foi utilizada uma coluna capilar de 5% fenil metilsiloxana, com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme. A rampa de temperatura utilizada para a separação dos PCBs está representada na Figura 3.3. O gás de arraste utilizado foi o hélio com fluxo constante de 1,1 ml min⁻¹, a temperatura da interface a 280°C, temperatura da fonte a 300°C e temperatura do

quadrupolo a 200°C. O volume injetado foi de 1 µl no modo sem divisão de fluxo (*splitless*).

Figura 3.3. Rampa de temperatura utilizada para separação de PCBs.

Os pesticidas organoclorados foram analisados em um cromatógrafo a gás acoplado a detector de captura de elétrons (GC-ECD) 6890N da Agilent Technologies, usando uma coluna capilar de 5% fenil metilsiloxana, com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme. A rampa de temperatura utilizada para a separação dos pesticidas organoclorados está representada na Figura 3.4. As temperaturas do injetor e do detector foram de 280°C e 320°C, respectivamente. O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio (pressão constante de 40 kPa a 100°C), enquanto o nitrogênio foi utilizado como gás auxiliar (*make up*) com um fluxo de 60 ml min⁻¹. O volume injetado foi de 2 µl no modo sem divisão de fluxo (*splitless*).

Figura 3.4. Rampa de temperatura utilizada para separação de pesticidas organoclorados.

Controle de qualidade e Limite de detecção do método

O controle de qualidade do método foi feito através da análise das seguintes amostras: branco, branco fortificado, matriz, matriz fortificada e material de referência certificado (SRM). A matriz utilizada foi uma amostra de sedimento seco de uma região com baixos níveis de concentração para os compostos pesquisados. Para a extração da matriz foi utilizada Na matriz fortificada e no branco fortificado foram adicionados, além dos *surrogates*, 100 µl de das soluções de 1 ng µl⁻¹ contendo os compostos a serem analisados.

O material de referência certificado utilizado foi o *SRM* 1941b (organics in marine sediment) da NIST (National Institute of Standards and Technology-USA). Os valores obtidos na análise do material de referência certificado estiveram dentro da faixa aceitável (Wade & Cantillo, 1994) (Tabela 3.1). A recuperação dos brancos e matrizes fortificadas foi de 80% a 120%, estando dentro da faixa aceitável de recuperação.

Para determinação do limite de detecção do método foram analisadas sete replicatas de uma amostra de sedimento seco, que apresentava baixas concentrações dos analitos de interesse. O limite de detecção do método variou de 0,08 ng g⁻¹ a 1,21 ng g⁻¹ para pesticidas organoclorados (Tabela 3.2) e de a 0,51 ng g⁻¹ a 6,27 ng g⁻¹ para os PCBs (Tabela 3.3).

Um branco do método foi realizado a cada conjunto de oito amostras. As concentrações dos analitos encontrados nos brancos foram subtraídas das amostras. As recuperações do *surrogates* foram aceitáveis (média = 93,33; desvio padrão = 3,61).

Tabela 3.1. Resultados obtidos na análise do material de referência *SRM 1941b*.

Compostos	Resultados obtidos	Resultados aceitáveis				Avaliação
	[] (ng g ⁻¹)	Valor certificado (95%)	Desvio padrão	Faixa aceitável		
	(ng g ⁻¹)			inferior	superior	
PCB 52	7,32	6,89	0,56	4,11	10,06	OK
PCB 49	7,82	9,50	2,10	4,81	15,7	OK
PCB 44	4,86	4,80	0,62	2,72	7,32	OK
PCB 66	7,52	6,80	1,40	3,51	11,1	OK
PCB 101	10,4	11,0	1,60	6,11	17,0	OK
PCB 87	6,36	6,70	0,37	4,11	9,54	OK
PCB 110	10,3	9,47	0,85	5,60	13,9	OK
PCB 149	8,97	9,20	1,10	5,27	13,9	OK
PCB 118	7,75	10,0	1,10	5,79	15,0	OK
PCB 110	10,3	9,47	0,85	5,60	13,9	OK
PCB 149	8,97	9,20	1,10	5,27	13,9	OK
PCB 118	7,75	10,0	1,10	5,79	15,0	OK
p,p'-DDD	5,21	5,06	0,58	2,91	7,61	OK
PCB 153	15,6	17,6	1,90	10,2	26,3	OK
PCB 105	3,58	3,65	0,27	2,20	5,29	OK
PCB 138	13,9	13,4	0,97	8,07	19,4	OK
PCB 128	1,03	1,87	0,32	1,01	2,96	OK
PCB 180	5,73	5,83	0,58	3,41	8,65	OK
PCB 194	2,29	1,78	0,23	1,01	2,71	OK
PCB 206	3,01	3,67	0,87	1,82	6,13	OK
PCB 209	8,69	8,34	0,49	5,10	11,92	OK
HCB	74,1	70,0	25,0	29,3	128	OK
o,p'-DDE	0,80	0,73	0,11	0,40	1,13	OK
p,p'-DDE	6,62	6,59	0,56	3,92	9,65	OK
p,p'-DDD	5,21	5,06	0,58	2,91	7,61	OK

Tabela 3.2. Limite de detecção do método (LDM) para os pesticidas organoclorados analisados.

Composto	LDM (ng g⁻¹)	Composto	LDM (ng g⁻¹)
HCB	0,46	Dieldrin	0,63
α-HCH	0,24	Endrin	0,61
β-HCH	0,38	Endosulfan I	0,46
γ-HCH	0,70	Endosulfan II	1,12
δ-HCH	0,86	<i>o,p'</i>-DDE	0,17
Heptacloro	0,33	<i>p,p'</i>-DDE	0,11
Heptacloro epoxide A	0,99	<i>o,p'</i>-DDD	0,28
Heptacloro epoxide B	0,11	<i>p,p'</i>-DDD	0,15
Oxiclordana	0,80	<i>o,p'</i>-DDT	1,21
γ-clordana	0,08	<i>p,p'</i>-DDT	0,37
α-clordana	1,56	Metoxicloro	0,79
Aldrin	0,94	Mirex	0,53
Isodrin	0,44		

Tabela 3.3. Limite de detecção do método (LDM) para os PCBs analisados.

Composto	LDM (ng g⁻¹)	Composto	LDM (ng g⁻¹)	Composto	LDM (ng g⁻¹)
PCB 8	2,70	PCB 87	2,19	PCB 128	2,12
PCB 18	1,21	PCB 77	1,50	PCB 167	1,97
PCB 31	0,59	PCB 110	1,78	PCB 174	1,92
PCB 28	1,86	PCB 151	1,69	PCB 177	1,92
PCB 33	1,50	PCB 123	2,15	PCB 156	0,51
PCB 52	1,23	PCB 149	1,94	PCB 157	2,26
PCB 49	0,91	PCB 118	1,59	PCB 180	1,74
PCB 44	1,17	PCB 114	1,53	PCB 169	1,53
PCB 74	1,09	PCB 153	1,17	PCB 170	3,64
PCB 70	2,03	PCB 132	1,33	PCB 199	4,26
PCB 66	0,72	PCB 105	1,06	PCB 203	6,27
PCB 95	2,49	PCB 141	1,54	PCB 189	2,50
PCB 56/60	0,82	PCB 138	1,57	PCB 195	5,03
PCB 101	0,88	PCB 158	1,57	PCB 194	1,53
PCB 99	2,78	PCB 126	1,55	PCB 206	1,72
PCB 97	2,23	PCB 187	2,83	PCB 209	1,92
PCB 81	0,86	PCB 183	0,82		

Após as análises químicas, algumas propriedades físicas dos plásticos, como flutuabilidade na água do mar, cor, peso e tamanho foram registradas.

Os plásticos foram quantificados e para cada tipo de plástico foi calculada a frequência de ocorrência relativa e o número relativo.

Resultados e Discussão

Objetos plásticos foram encontrados em 28% das aves, com as seguintes frequências de ocorrência (FO) por espécie: 44% em *P. aequinoctialis*; 33% em *P. conspicillata*; 100% em *P. gravis*; 17% em *P. puffinus*; 6% em *T. melanophris* e 8% em *T. chlororhynchos*. Não foram encontrados plásticos no trato digestório de *D. exulans* e *D. dabbenena*. Os petréis normalmente apresentam maior ocorrência de ingestão de plásticos do que os albatrozes (Colabuono et al., 2009, Furness, 1985), como pode ser visto no presente estudo, devido provavelmente a maior capacidade de acumular objetos sólidos no trato digestório por um longo tempo (Ryan & Jackson, 1987).

Os plásticos encontrados no trato digestório das aves estudadas consistiam em pequenos fragmentos plásticos (1,7 a 51,5 mm; 0,001 a 0,195 g), pellets (3,2 a 5,3 mm; 0,0176 a 0,0268 g) e linhas de nylon (16,5 a 186 mm; 0,1078 a 0,0019 g). Na amostra total, os fragmentos de plástico predominaram em número (63%) e FO (17%). As linhas de nylon constituíam 17% dos objetos (FO = 10%) e os pellets 16% dos objetos (FO = 6%). Fragmentos plásticos também foram predominantes em diversos outros estudos (Ryan, 2008; Colabuono et al., 2009; Tourinho et al., 2009). Segundo Ryan (2008), houve um decréscimo na ingestão de pellets pelas aves marinhas nos últimos anos. Neste estudo, pellets foram encontrados apenas em *P. gravis*. Linhas de nylon predominaram em número em *T. melanophris* e em *T. chlororhynchos*. Não foram encontrados fragmentos plásticos e pellets no trato digestório destas espécies (Figura 3.5). Linhas de nylon estão normalmente relacionadas a atividades pesqueiras e a presença destes plásticos no conteúdo estomacal desses albatrozes reafirma a forte interação destas aves com a pesca.

Figura 3.5. Frequência de ocorrência relativa e número relativo de fragmentos plásticos, pellets e linhas de nylon encontradas no trato digestório de *Thalassarche chlororhynchos* (TC), *Thalassarche melanophris* (TM), *Puffinus gravis* (PG), *Puffinus puffinus* (PP), *Procellaria aequinoctialis* (PA) e *Procellaria conspicillata* (PC).

PCBs e pesticidas organoclorados foram detectados tanto nos pellets como nos fragmentos plásticos (Apêndices 1 a 4) . Na Tabela 3.4 encontram-se as concentrações de pesticidas organoclorados e de PCBs totais encontrados nos fragmentos e nos pellets ingeridos pelas aves estudadas.

Tabela 3.4. Concentrações de PCBs e pesticidas (em ng g⁻¹) organoclorados nos plásticos encontrados no trato digestório de Procellariiformes.

Composto	Pellets	Fragmentos plásticos
PCBs	491	243 - 418
HCB	12,4	15,1 - 17,5
Clordanas	5,22	4,29 - 14,1
Drins	2,58	2,41 - 50,9
DDTs	68.0	64,4 - 99,0
Mirex	6,48	7,36 - 14,6

Os congêneres de PCBs predominantes nos pellets e nos fragmentos foram os PCB 118 (pentaclorobifenilos), PCBs 138 e 153 (hexaclorobifenilos) e PCBs 170 e 180 (heptaclorobifenilos). A distribuição dos homólogos de PCB pode ser observada na Figura 3.6. Segundo Mato et al. (2001) o perfil de PCBs encontrado em pellets e na fase particulada da água do mar, são semelhantes, ambos com predominância de congêneres com alto grau de cloração (132, 153 e 138), o que corrobora com a hipótese de distribuição preferencial de compostos hidrofóbicos (congêneres com maior número de cloros na molécula) na superfície apolar dos plásticos. Rios et al. (2007) também encontraram a predominância de penta e hexaclorobifenilos em plásticos provenientes de áreas costeiras do Hawaii e Califórnia.

Figura 3.6. Distribuição dos homólogos dos PCBs nos plásticos encontrados no trato digestório dos Procellariiformes. Os PCBs foram agrupados pelo número de átomos de cloro na molécula.

Entre os pesticidas organoclorados, o *p,p'*-DDE apresentou as maiores concentrações, que variaram de 68.0 a 99.0 ng g⁻¹ (Figura 3.7), sendo duas ordens de grandeza mais baixas do que a mais alta concentração reportada por Rios et al. (2007)

em plásticos coletados em uma área industrial dos EUA. Uma vez no ambiente aquático, o *p,p'*-DDT é transformado (em condições anaeróbicas ou pela biotransformação) em *p,p'*-DDE (Kale et al., 1999), que é um dos pesticidas organoclorados mais comumente encontrado em tecidos de animais marinhos. Em um estudo recente, Ogata et al. (2009) observou a ocorrência de DDTs (DDT, DDD e DDE) em pellets coletados ao longo da costa da América do Norte, Europa, Ásia, África e Oceania. Na costa oeste dos EUA e na costa do Vietnã, áreas onde consideráveis quantidades de DDTs foram utilizadas no passado na agricultura e nas operações anti-mosquito, as concentrações totais de DDTs variam de duas a quatro vezes mais altas do que as concentrações encontradas nos pellets analisados no presente trabalho. Entretanto, ao contrário do observado neste trabalho e dos dados reportados por Rios et al. (2007), o DDT foi mais ou tão abundante quanto seus metabólitos o DDD e o DDE.

Figura 3.7. Concentrações dos pesticidas organoclorados nos plásticos encontrados no trato digestório dos Procellariiformes.

Outros pesticidas organoclorados, como o HCB, as clordanas, o dieldrin e o mirex também ocorreram nos pellets e nos fragmentos plásticos, porém em menores concentrações (Figura 3.7). Estes pesticidas também são frequentemente encontrados no ambiente marinho devido a alta persistência (e.g. oxiclordana, mirex, dieldrin) e considerável capacidade de dispersão (e.g. HCB) (Calamari et al., 1991).

A variação nas concentrações dos contaminantes nos plásticos pode estar associada a diversos fatores. Um desses fatores é o tempo de residência dos plásticos no ambiente. Endo et al. (2005) mostraram que os pellets que provavelmente estavam a mais tempo no ambiente (amarelados) continham grandes quantidades de PCBs do que aqueles que aparentavam estar a menos tempo no ambiente (limpos e brancos). Apesar de as amostras terem sido agrupadas neste trabalho, a maior parte dos fragmentos plásticos (59%) e dos pellets (69%) apresentavam aparência e cor semelhante aquelas descritas por Endo et al. (2005) para plásticos com pouco tempo de residência no ambiente, e a concentração de PCBs totais foi tão alta quanto aquelas reportadas por Endo et al. (2005) para os pellets com maior tempo de residência no ambiente. Outro fator é a mobilidade dos plásticos no ambiente (Endo et al. 2005), pois como o plástico é capaz de flutuar na superfície do oceano, ele pode se transportado por diferentes lugares e os contaminantes adsorvidos ao plástico irão refletir a poluição de diferentes áreas desde sua descarga no ambiente marinho (Mato et al., 2001). Neste trabalho, todos os plásticos ingeridos pelas aves, com exceção de um pedaço de linha de nylon (que representaram 0,61% dos plásticos), eram menos densos que a água do mar e, portanto eram capazes de flutuar na superfície do oceano. Consequentemente, estes plásticos podem ter flutuado por longas distâncias e adquirido contaminantes do ambiente antes de serem ingeridos pelas aves.

Contaminantes organoclorados têm sido encontrados em tecidos de diversas espécies de aves marinhas de todo o mundo, incluindo os Procellariiformes (Ryan et al., 1988; Guruge et al., 2001a; Guruge et al., 2001b). O perfil dos organoclorados encontrado nos plásticos analisados no presente trabalho é muito semelhante ao encontrado nestas aves: predominância de PCBs de alto peso molecular e de *p,p'*- DDE (Tabela 3.5) (Guruge et al., 2001a; Guruge et al., 2001b; Ryan et al., 1988). Apesar de a transferência através da rede trófica ser a principal fonte de contaminação por poluentes orgânicos persistentes para as aves marinhas (Borgå et al., 2004), os plásticos possuem um grande potencial de acumulação destes compostos (Mato et al., 2001; Endo et al., 2005; Rios et al., 2007), e podem ser uma fonte adicional de contaminação para as aves que os ingerem.

Tabela 3.5. PCBs e pesticidas organoclorados predominantes em plásticos e em tecidos de diversas espécies de Procellariiformes.

	Local	PCBs predominantes	Pesticidas predominantes
Plásticos			
Pellets e fragmentos plásticos ¹	Trato digestório de Procellariiformes coletados no Brasil	penta, hexa e heptaclorobifenilos (118, 138, 153, 180)	<i>p,p'</i> - DDE, <i>p,p'</i> - DDT
Plásticos ingeridos por albatrozes ²	Hawaii	tetra, penta, hexa e heptaclorobifenilos (52, 101, 105, 132, 138, 153, 170)	DDE, DDT
Pellets ³	Ásia, África, Europa, América do Norte e Oceania	-	DDE
Pellets ⁴	Japão	heptaclorobifenilos (132, 138, 153)	<i>p,p'</i> - DDE
Aves			
<i>Procellaria aequinoctialis</i> ¹	Atlântico Sul	penta, hexa e heptaclorobifenilos (99, 118, 138, 153, 180, 170)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Procellaria conspicillata</i> ¹	Atlântico Sul	penta, hexa e heptaclorobifenilos (99, 118, 138, 153, 180, 170)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Puffinus puffinus</i> ¹	Atlântico Sul	penta, hexa e heptaclorobifenilos (99, 118, 138, 153, 180, 170)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Puffinus tenuirostris</i> ⁵	Tasmânia, Japão e Pacífico Norte	penta, hexa e heptaclorobifenilos	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Puffinus gravis</i> ^{1,9}	Ilhas Gough, Atlântico Sul	-	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Diomedea dabbenena</i> ¹	Atlântico Sul	penta, hexa e heptaclorobifenilos (99, 118, 138, 153, 180, 170)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Diomedea exulans</i> ¹	Atlântico Sul	penta, hexa e heptaclorobifenilos (99, 118, 138, 153, 180, 170)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Diomedea immutabilis</i> ^{6,7,8}	Atol de Midway (Pacífico Norte)	penta, hexa e heptaclorobifenilos (118, 138, 153, 180)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Diomedea nigripes</i> ^{6,7,8}	Atol de Midway (Pacífico Norte)	penta, hexa e heptaclorobifenilos (118, 138, 153, 180)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Diomedea epomophora</i> ^{7,8}	Oceano Austral	penta, hexa e heptaclorobifenilos (118, 138, 153, 170, 180)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Thalassarche cauta</i> ^{7,8}	Oceano Austral	penta, hexa e heptaclorobifenilos (118, 138, 153, 180)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Thalassarche melanophris</i> ^{1,7,8}	Oceano Austral	penta, hexa e heptaclorobifenilos (118, 138, 153, 180)	<i>p,p'</i> - DDE
<i>Thalassarche chlororhynchus</i> ^{1,7,8}	Oceano Austral	penta, hexa e heptaclorobifenilos (118, 138, 153, 180)	<i>p,p'</i> - DDE

1-Presente trabalho; 2-Rios et al. (2007); 3-Ogata et al. (2009); 4-Mato et al. (2001); 5-Tanaka et al. (1986); 6-Auman et al. (1997); 7-Guruge et al. (2001a); 8-Guruge et al. (2001b); 9-Ryan et al. (1988).

Referências bibliográficas

- AUMAN, H. J., LUDWIG, J. P., SUMMER, C. L., VERBRUGGE, D. A., FROESE, K. L., COLBORN, T., GIESY, J. P. 1997. PCBs, DDE, DDT, and TCDD-EQ in two species of albatross on Sand Island, Midway Atoll, North Pacific Ocean. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16, 498 - 504.
- AZZARELLO, M.Y., VAN VLEET, E.S. 1987. Marine birds and plastic pollution. *Marine Ecology Progress Series* 37, 295 - 305.
- BORGÅ, K., FISK, A.T., HOEKSTRA, P.F., MUIR, D.C.G. 2004. Biological and chemical factors of importance in the bioaccumulation and trophic transfer of persistent organochlorine contaminants in Arctic marine food webs. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23, 2367 - 2385.
- BOURNE, W.R.P. 1976. Seabirds and pollution, in: Johnson, R., (Ed.), *Marine Pollution*. Academic Press, London, pp. 403 - 502.
- BOURNE, W.R.P, IMBER, M.J. 1982. Plastic pellets collected by a prion on Gough Island, central south Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin* 13, 20 - 21.
- CALAMARI, D., BACCI, E., FOCARDI, S., GAGGI, C., MOROSINI, M., VIGHI, M. 1991. Role of plant biomass in the global environmental partitioning of chlorinated hydrocarbons. *Environmental Toxicology and Chemistry* 98, 1489 - 1495.
- CARPENTER, E.J., ANDERSON, S.J., HARVEY, G.R., MIKLAS, H.P. & PECK, B.B. 1972. Polystyrene spherules in coastal waters. *Science* 178, 749 - 750.
- COLABUONO, F.I., BARQUETE, V., DOMINGUES, B.S., MONTONE, R.C. 2009. Plastic ingestion by Procellariiformes in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 58, 93 - 96.
- COLTON, J.B., KNAPP J.R., F.D. & BURNS, B.R. 1974. Plastic particles in surface waters of the Northwestern Atlantic. *Science* 185, 491 - 497.

- CONNORS, P.G., SMITH, K.G. 1982. Oceanic plastic particle pollution: Suspected effect on fat deposition in Red Phalaropes. *Marine Pollution Bulletin* 13 (1), 18 - 20.
- DERRAIK, J.G.B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin* 44, 842 - 852.
- ENDO, S., TAKIZAWA, R., OKUDA, K., TAKADA, H., CHIBA, K., KANEHIRO, H., OGI, H., YAMASHITA, R., DATE, T. 2005. Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: Variability among individual particles and regional differences. *Marine pollution bulletin* 50, 1103 - 1114.
- FURNESS, B.L. 1983. Plastic particles in three Procellariiform seabirds from the Benguela Current, South Africa. *Marine Pollution Bulletin* 14 (8), 307 - 308.
- FURNESS, R.W. 1985. Ingestion of plastic particles by seabirds at Gough Island, South Atlantic Ocean. *Environmental Pollution (Series A)* 38, 261 - 272.
- GURUGE, K. S., TANAKA, H., TANABE, S. 2001a. Concentration and toxic potential of polychlorinated biphenyl congeners in migratory oceanic birds from North Pacific and the Southern Ocean. *Marine Environmental Research* 52, 271 - 288.
- GURUGE, K.S., WATANABE, M., TANAKA, H., TANABE, S. 2001b. Accumulation status of persistent organochlorines in albatrosses from North Pacific and the Southern Ocean. *Environmental Pollution* 114, 389 - 398.
- KALE, S.P., MURTHY, N.B.K., RAGHU, K., SHERKHANE, P.D., CARVALHO, F.P. 1999. Studies on degradation of C-14-DDT in the marine environment. *Chemosphere* 39 (6), 959 - 968.
- LALLAS, P.L. 2001. The Stockholm Convention on persistent organic pollutants. *American Journal of International Law* 95, 692 - 708.

- MATO, Y., ISOBE, T., TAKADA, H., KANEHIRO, H., OHTAKE, C., KAMINUMA, T. 2001. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environmental Science Technology* 35, 318 - 324.
- MERRELL J.R., T. R. 1980. Accumulation of plastic litter on beaches of Amchitka Island, Alaska. *Marine Environmental Research* 3, 171 - 184.
- MORRIS, R.J. 1980. Plastic debris in the surface waters of the South Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 11 (6), 164 - 166.
- MOSER, M.L. & LEE, D.S. 1992. A fourteen-year survey of plastic ingestion by Western North Atlantic seabirds. *Colonial Waterbirds* 15 (1), 83 - 94.
- OGATA, Y., TAKADA, H., MIZUKAWA, K., HIRAI H., IWASA, S., ENDO, S., MATO, Y., SAHA, M., OKUDA, K., NAKASHIMA, A., MURAKAMI, M., ZURCHER, N., BOOYATUMANONDO, R., ZAKARIA, M. P., DUNG, L. Q., GORDON, M., MIGUEZ, C., SUZUKI, S., MOORE, C., KARAPANAGIOTI, H.K., WEERTS, S., MCCLURG, T., BURRESM, E., SMITH, W., VAN VELKENBURG, M., LANG, J.S., LANG, R. C., LAURSEN, D., DANNER, B., STEWARDSON, N., THOMPSON, R.C. 2009. International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. *Marine Pollution Bulletin* 58 (10), 1437 - 1446.
- PIERCE, K.E., HARRIS, R.J., LARNED, L.S., POKRAS, M.A. 2004. Obstruction and starvation associated with plastic ingestion in a Northern gannet *Morus bassanus* and a Greater shearwater *Puffinus gravis*. *Marine Ornithology* 32, 187 - 189.
- RIOS, L.M., MOORE, C.P., JONES, R. 2007. Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. *Marine Pollution Bulletin* 54, 1230 - 1237.

- RITTER, L., SOLOMON, K.R., FORGET, J. 1995. Persistent organic pollutants. An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans. The International Programme on Chemical Safety, 43 pp.
- ROBARDS, M.D., PIATT, J.F., WOHL, K.D. 1995. Increasing frequency of plastic particle ingestion by seabirds in the subarctic North Pacific. *Marine Pollution Bulletin* 30, 151 - 157.
- RYAN, P.G., JACKSON, S.J. 1987. The lifespan of ingested plastic particles in seabirds and their effect on digestive efficiency. *Marine Pollution Bulletin* 18, 217 - 219.
- RYAN, P.G., CONNELL, A.D., GARDNER, B.D. 1988. Plastic ingestion and PCBs in seabirds: is there a relationship? *Marine Pollution Bulletin* 19, 174 - 176.
- RYAN, P.G. 1988. Effects of ingested plastic on seabird feeding: Evidence from chickens. *Marine Pollution Bulletin* 19 (3), 125 - 128.
- RYAN, P.G. 2008. Seabirds indicate changes in the composition of plastic litter in the Atlantic and south-western Indian Oceans. *Marine Pollution Bulletin* 56, 1406 - 1409.
- TANABE, S., WATANABE, M., MINH, T.B., KUNISUE, T., NAKANISHI, S., ONO, H., TANAKA, H. 2004. PCDDs, PCDFs, and coplanar PCBs in albatross from the North Pacific and Southern Oceans: levels, patterns, and toxicological implications. *Environmental Science and Technology* 38, 403 - 413.
- TANAKA, H., OGI, H., TANABE, S., TATSUKAWA, R., OKA, N. 1986. Bioaccumulation and metabolism of PCBs and DDE in short-tailed shearwater *Puffinus tenuirostris* during its transequatorial migration and in the wintering and breeding grounds. *Mem. Natl Inst. Polar Res.* 40, 434 - 442.

TOURINHO, P.S., IVAR DO SUL, J.A., FILLMANN, G. 2009. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? *Marine Pollution Bulletin* 60 (3), 396 – 401..

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP), 1992. Determination of Petroleum Hydrocarbons in Sediments. Reference Methods for Marine Pollution Studies vol. 20, UNEP, Nairobi, Kenya, 97 pp.

WADE, T. L., CANTILLO, A. Y. 1994. Use of standards and reference materials in the measurement of chlorinated hydrocarbon residues. Chemistry Workbook. NOAA Technical memorandum NOS ORCA 77, Silver Spring, Maryland.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Concentrações de PCBs (ng g^{-1}) nos plásticos encontrados no trato digestório de Procellariiformes. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Pellets	Fragmentos 1	Fragmentos 2	Fragmentos 3	LDM
PCB 8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.26
PCB 18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.39
PCB 31	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.09
PCB 28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.82
PCB 33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.54
PCB 52	5.96	n.d.	n.d.	n.d.	2.15
PCB 49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.90
PCB 44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.67
PCB 74	4.46	n.d.	3.14	n.d.	2.79
PCB 70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.34
PCB 66	3.61	n.d.	n.d.	n.d.	3.06
PCB 95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.66
PCB 56/60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.15
PCB 101	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.39
PCB 99	16.8	7.07	12.0	9.67	3.34
PCB 97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.60
PCB 81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.05
PCB 87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.53
PCB 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.67
PCB 110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.09
PCB 151	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.93
PCB 123	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.28
PCB 149	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.47
PCB 118	42.6	22.5	35.8	30.2	2.79
PCB 114	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.10
PCB 153	157	78.4	133	115	3.05
PCB 132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6.67
PCB 105	11.3	5.74	9.04	7.76	3.53
PCB 141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8.50
PCB 138	78.0	38.4	68.1	57.5	3.12
PCB 158	2.36	n.d.	3.76	n.d.	6.01
PCB 126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.54
PCB 187	5.88	n.d.	5.15	3.84	5.29
PCB 183	15.4	7.40	13.2	11.4	7.72
PCB 128	9.66	5.30	8.47	6.75	2.96
PCB 167	5.38	n.d.	4.24	3.69	4.60
PCB 174	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.30
PCB 177	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.22
PCB 156	5.54	3.54	5.44	4.99	3.53
PCB 157	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.23
PCB 180	69.4	38.9	63.1	56.2	3.16
PCB 169	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7.32
PCB 170	22.0	12.8	21.2	19.1	3.42
PCB 199	13.1	13.7	12.2	11.9	5.42
PCB 203	10.3	5.64	9.87	8.73	3.58
PCB 189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.03
PCB 195	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.73
PCB 194	7.81	4.19	6.89	6.09	2.71
PCB 206	3.84	n.d.	3.44	3.02	3.09
PCB 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.95
ΣPCBs	491	243	418	356	

APÊNDICE 2

Concentrações de pesticidas organoclorados (ng g^{-1}) nos plásticos encontrados no trato digestório de Procellariiformes. Os valores abaixo do limite de detecção (LDM) estão indicados como “n.d.”.

Compostos	Pellets	Fragmentos 1	Fragmentos 2	Fragmentos 3	LDM
α -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.02
HCB	12.4	17.5	15.1	16.3	1.27
β -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.25
δ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.80
γ -HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.21
Heptacloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.00
Aldrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.24
Isodrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.73
Heptacloro epóxido A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.49
Oxiclordana	5.22	4.24	5.95	4.94	4.19
Heptacloro epóxido B	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.26
γ -clordana	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.94
<i>o, p'</i> - DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.07
Endosulfan I	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.81
α -clordana	n.d.	n.d.	n.d.	8.43	2.79
Dieldrin	2.58	2.41	3.79	50.9	2.23
<i>p, p'</i> - DDE	68.0	64.4	99.0	86.9	1.89
<i>o, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.51
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.71
Endosulfan II	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.66
<i>p, p'</i> - DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.60
<i>o, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.03
<i>p, p'</i> - DDT	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.25
Metoxicloro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.81
Mirex	6.48	14.6	9.92	7.36	5.83
Σ DDT	68.0	64.4	99.0	86.9	
Σ HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Σ clordanas	5.22	4.24	5.95	13.4	
Σ Drins	2.58	2.41	3.79	50.9	
Σ Endosulfan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	

APÊNDICE 3

Cromatogramas obtidos na análise de PCBs com GC-MS nos pellets e fragmentos plásticos encontrados no trato digestório de Procellariiformes.

APÊNDICE 4

Cromatogramas obtidos na análise de pesticidas organoclorados com GC-ECD nos pellets e fragmentos plásticos encontrados no trato digestório de Procellariiformes.

Considerações finais

A ocorrência de poluentes orgânicos persistentes em albatrozes e petréis, demonstra que estes compostos são absorvidos e acumulam em tecidos de aves oceânicas, mesmo aquelas provenientes de áreas mais remotas, e que possuem grande importância ecológica como predadores de topo na cadeia trófica.

Durante o período migratório e reprodutivo, o acúmulo e a mobilização de reservas lipídicas têm um papel importante na distribuição dos PCBs e pesticidas organoclorados nos órgãos e tecidos dos albatrozes e petréis. Os efeitos desses poluentes quando mobilizados juntamente com os lipídios, não são conhecidos para os Procellariiformes e podem ser um fator preocupante para essas aves que passam a maior parte de suas vidas no mar, migrando longas distâncias. A contaminação por diferentes classes de poluentes, além dos organoclorados, e seus possíveis efeitos em diferentes espécies de Procellariiformes durante a época de migração e reprodução devem ser realizados para que seja possível entender melhor o comportamento e as consequências causadas pela contaminação durante estas atividades biológicas.

Apesar da acumulação preferencial de alguns compostos, como os PCBs e o *p,p*-DDE, em *T. melanophrys*, *T. chlororhynchos*, *D. exulans*, *D. dabbenena*, *P. aequinoctialis*, *P. conspicillata*, *P. gravis* e *P. puffinus*, as concentrações nos tecidos destas aves apresentam grande variabilidade individual. A associação entre a contaminação por organoclorados em aves marinhas e outras variáveis como a idade, dieta e distribuição das aves, que possam ajudar a explicar a alta variabilidade nas concentrações entre os indivíduos seria de grande importância na avaliação da contaminação por organoclorados. Para isso, o uso de ferramentas, como o anilhamento, rastreamento por satélite, isótopos estáveis, etc. teriam grande utilidade na obtenção de

informações sobre a história de vida de cada indivíduo. Estes métodos nos permitem acessar dados importantes sobre as aves até mesmo em períodos que estas estão menos acessíveis para o estudo, como o período migratório (não reprodutivo).

Os isótopos estáveis de carbono e nitrogênio, utilizados no presente trabalho para complementar o estudo da contaminação por organoclorados em albatrozes e petréis, oferecem diversas informações sobre a alimentação e distribuição das aves. A análise da razão isotópica do carbono e nitrogênio é uma técnica relativamente rápida e de baixo custo, e pode servir como subsídio para estudos de contaminação e conservação. Recomenda-se a utilização desta ferramenta em estudos que busquem associações entre dieta, distribuição e a ocorrência por poluentes orgânicos persistentes em aves marinhas, principalmente aqueles que envolvam espécies com diferentes hábitos alimentares e/ou áreas de distribuição. É importante também que outros fatores da biologia e ecologia das aves (e.g. estágio de maturidade, sexo, período do ciclo de vida) sejam considerados nestes estudos.

Além das fontes usuais de contaminação (e.g. alimentação, exposição atmosférica, etc.), a ingestão de plásticos pode ser uma fonte adicional para as aves marinhas, uma vez que poluentes orgânicos persistentes têm sido encontrados em diversos tipos de plásticos. O desenvolvimento de trabalhos que relacionem esta informação a presença de poluentes orgânicos persistentes em aves marinhas com alta frequência de ingestão de plásticos, como os Procellariiformes, é essencial para compreender se e como ocorre a transferência de poluentes orgânicos dos plásticos para estes animais marinhos. A realização de experimentos pode ser de grande importância para se obter respostas conclusivas sobre o papel dos plásticos como fonte de contaminação por poluentes orgânicos.