



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
CEMAVE - Base Avançada Florianópolis/SC**

**Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de
Conservação da Biodiversidade - PIBIC/ICMBio**

Relatório Final

(2020-2021)

**SENTINELAS DOS OCEANOS II: DETECÇÃO DE FTALATOS ORIUNDOS DE
CONTAMINAÇÃO POR PLÁSTICO EM ALBATROZES E PETRÉIS NA COSTA
BRASILEIRA**

**Estudante de IC: Gabriel David do Nascimento
Orientadora: Patricia Pereira Serafini
Co-orientador: Guilherme Renzo Rocha Brito**

Florianópolis

Agosto/2021

RESUMO

A ordem Procellariiformes reúne grande número de espécies ameaçadas de extinção e sua diversidade no Brasil implica em responsabilidades para a conservação. Os plásticos impactam negativamente os Procellariiformes. Os objetivos deste trabalho foram investigar a presença de metabólitos de plástico, através de métodos de detecção em glândulas uropigianas, e realizar a quantificação e classificação de resíduos poliméricos ingeridos por espécimes encontrados em praias de Florianópolis ou capturados incidentalmente na pesca industrial no sul e sudeste do Brasil. As glândulas foram seccionadas, liofilizadas e submetidas a processo de extração de ftalatos, com a adição do diclorometano (DCM), homogeneização, sonicação e centrifugação sucessivas. Foi utilizado nitrogênio líquido para facilitar a homogeneização em glândulas pequenas. 20% do produto final foi dividido em triplicatas, obtendo os extratos para a injeção no cromatógrafo. Controle da contaminação do ambiente laboratorial por ftalatos foi realizada por cotonete estéril agitado no ar e submetido ao mesmo procedimento de extração e detecção. 2 indivíduos de *Thalassarche chlororhynchos* e 3 indivíduos de *Puffinus puffinus* foram processados. Foi possível iniciar a curva de calibração de detecção de ftalatos com os padrões para Dimetil ftalato (DMP), Dibutil ftalato (DBP) e Bis (2-etilhexil) ftalato (DEHP) em um dos extratos de *T. chlororhynchos*. Nas outras 4 amostras o material foi congelado para posterior injeção no cromatógrafo, assim que restrições ao uso do laboratório advindas da pandemia forem suspensas. Para o macro foram analisados tratos digestórios de 19 espécimes pertencentes a oito espécies, que foram separados em esôfago, proventrículo e ventrículo para identificação da localização dos itens ingeridos. Os resíduos foram medidos e classificados em "fragmentos plásticos", *pellets*, nylon e outros. Macroplásticos foram encontrados em 7 indivíduos de cinco espécies das famílias Diomedidae e Procellariidae. Os fragmentos plásticos foram o tipo de resíduo mais frequente. O ventrículo foi a porção do trato digestório com maior quantidade de macroplástico. Evidências deste estudo corroboram a hipótese de que Procellariiformes estão consumindo plástico. A quantificação, o monitoramento e a padronização de análises são importantes para subsidiar e orientar medidas de manejo e a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, visando a conservação dos ambientes marinhos e fauna associada. Apesar da pandemia COVID-19 interromper as pesquisas laboratoriais iniciadas, limitando os resultados obtidos, manteve-se o aprendizado acerca da metodologia através de extensa revisão bibliográfica. Com a retomada das atividades laboratoriais, dados robustos devem ser obtidos.

Palavras-chave: Procellariiformes, Macroplástico, Microplástico.

ABSTRACT

The microplastic is formed by particles smaller than 5mm. Its composition includes esters of phthalic acids, known as phthalates, that can be absorbed and transferred to animal tissues causing unknown metabolic effects. The purpose of this work is to investigate the presence of plastic metabolites through methods of extraction in uropygial glands of Procellariiformes sampled on Santa Catarina coast. The glands were sectioned, lyophilized and submitted to a phthalate extraction process, involving the addition of dichloromethane solvent (DCM), homogenization, sonication and successive centrifugation. For small glands, liquid nitrogen was additionally used to facilitate homogenization. After this procedure, 20% of the final product was divided into triplicates, obtaining the extracts for injection in the chromatograph. Control of contamination of the laboratory environment by phthalates was performed using a sterile cotton swab stirred in the air and subjected to the same extraction and detection procedure. In the first months of work, 2 individuals from Thalassarche chlororhynchos and 3 individuals from Puffinus puffinus were processed. It was possible to start the calibration curve for detecting phthalates in one of the extracts of T. chlororhynchos. For the other 4 samples, the extracted material was frozen for subsequent injection in the chromatograph, as soon as restrictions on the use of the laboratory arising from the pandemic are lifted. Despite the pandemic COVID-19 interrupting the laboratory research, limiting the partial results obtained, learning about the methodology was maintained through an extensive bibliographic review. With the resumption of laboratory activities, robust data must be obtained for discussions on the topic.

Keywords: Procellariiformes; Microplastic.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Injeção de extrato da amostra por seringa de Hamilton no cromatógrafo gasoso...11

Figura 2: Cromatograma obtido evidenciando pico e curva para a identificação de ftalato após a análise de cromatografia gasosa, revelando a presença do plastificante DEHP em 21,78 min.....13

Figura 3: Porcentagem das categorias de macrolástico encontrados nas espécies de albatrozes e petréis (Procellariiformes) coletados e analisadas na costa sudeste e sul do Brasil14

Figura 4: Porcentagem de macrolástico encontrada no proventrículo e ventrículo de albatrozes e petréis (Procellariiformes) no sudeste e sul do Brasil.....15

Figura 5: Tamanho médio dos macrolásticos encontrados nas espécies de albatrozes e petréis do sudeste e sul do Brasil.....15

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Informações adicionais das amostras examinadas.....	12
--	-----------

SUMÁRIO

1- Introdução.....	6
2 - Objetivos.....	8
2.1 – Objetivo geral	8
2.2 - Objetivos específicos.....	8
3 - Metodologia.....	9
3.1 - Preparação das Glândulas.....	9
3.2 - Extração do Ftalato.....	9
3.3 - Trato Gastrointestinal (GI) - Coleta e Classificação de Macroplástico.....	11
4 - Resultados.....	12
4.1 - Microplástico - Ftalatos.....	12
4.2 - Macroplástico.....	13
5 - Discussão e Conclusões.....	16
6 - Recomendações para o manejo.....	18
7 - Agradecimentos.....	19
9 - Citações e referências bibliográfica.	20

INTRODUÇÃO

A poluição dos mares pelo plástico tem sido bem documentada há décadas (DAY; SHAW, 1987; SLIP; BURTON, 1991; MOORE *et al.*, 2001; MORÉT-FERGUSON *et al.*, 2010; CHATURVEDI *et al.*, 2020). Entretanto, nos últimos anos observa-se crescente preocupação em relação ao microplástico e seus efeitos (BETTS, 2008; OLIVATTO *et al.*, 2019). Para o Acordo Internacional para a Conservação de Albatrozes e Petréis (*Agreement on the Conservation of Albatross and Petréis-ACAP*) o assunto também tem ganho destaque com a preocupação dos efeitos metabólicos de material plástico menor que 5mm nas aves (UHART *et al.* 2019). Efeitos agravantes à saúde envolvendo o microplástico ocorrem também pelo fato destes serem possíveis condutores de produtos químicos tóxicos, como bifenilos policlorados e pesticidas organoclorados (COLABUONO *et al.*, 2012; JONES; VOOGT, 1999). Ainda, estudos como de Teuten *et al.*, 2009 e Tanaka *et al.*, 2015 identificaram a transferência de diferentes compostos tóxicos, como alquilfenóis e éteres de difenila polibromados para os tecidos de animais. Entre outros produtos tóxicos, estão os ésteres de ácidos ftálicos, conhecidos como ftalatos, utilizados como plastificantes; que servem para obter um plástico flexível a partir de um plástico rígido (BUSTAMANTE-MONTES *et al.*, 2001).

Estão incluídas na ordem Procellariiformes (albatrozes, petréis e pardelas), aves marinhas pelágicas que podem realizar longas viagens pelos mares em busca de alimento (JOUVENTIN & WEIMERSKIRCH, 1990; PHILLIPS *et al.*, 2016), e durante as viagens, ao menos 40 espécies visitam as águas brasileiras (PACHECO *et al.*, 2021). Diversas espécies de albatrozes e petréis estão associadas à problemática da poluição plástica dos oceanos (COLABUONO 2009; RODRÍGUEZ *et al.*, 2012; PEREZ, 2016; RYAN, 2016), e incluídas em algum grau de risco de extinção pela IUCN. Os Procellariiformes são particularmente vulneráveis aos ftalatos por possuírem grandes frequências de ingestão de plástico (AVERY-GOMM *et al.*, 2013; KÜHN *et al.*, 2015; PROVENCHER *et al.*, 2020). Vulnerabilidade que foi também observada por Padula *et al.* (2020), que identificaram diferentes compostos de ftalatos em tecidos de aves marinhas, como a pardela-branca (*Fulmarus glacialis*).

Uma das origens de compostos de ftalatos nos oceanos, está ligado a objetos plásticos maiores que 5 mm. Quando um objeto plástico está no mar, é submetido a diversos fatores que envolvem o intemperismo, como; radiação UV, presença de oxigênio, mudanças de temperatura, umidade, ação das ondas entre outros. Estes fatores podem facilitar as mudanças físico-químicas, gerando fragmentação do macropástico (TANAKA *et al.*, 2015; RAMÍREZ *et al.*, 2016), e esta fragmentação auxilia na formação do microplástico nos oceanos

(FENDALL; SEWELL, 2009; PROVENCHER *et al.*, 2020). O macroplástico é encontrado no conteúdo estomacal de uma variedade de albatrozes e petréis (Procellariiformes) (FRY *et al.*, 1987; HUIN; CROXALL, 1996). Duas classes de macroplástico são mais encontrados em Procellariiformes (RYAN, 1987): fragmentos de plástico e pellets. Pellets são um estágio intermediário na manufatura do processamento do plástico (COLTON *et al.*, 1974), que são perdidos durante a manufatura ou transporte. Fragmentos de plásticos são pequenos pedaços quebrados de pedaços maiores, os quais são descartados ou perdidos no mar por barcos pesqueiros e outros tipos de embarcações, (MERRELL, 1980). Todo material plástico, que não é dissolvido, acaba caindo nas correntes marítimas e são transportadas pelos oceanos para zonas de convergência, acumulando o lixo plástico no interior destas regiões dos oceanos (ZANELLA, 2013).

Neste contexto, o trabalho atual é uma continuidade natural dos estudos com resultados positivos para detecção de macroplástico em Procellariiformes iniciados no ciclo PIBIC anterior (2019/2020). Uma vez que foi possível observar padrões de prevalência e tipos de macroplástico em albatrozes e petréis encontrados mortos ou vítimas da pesca incidental, persiste o questionamento se compostos de ftalatos foram absorvido pelos tecidos das aves avaliadas. Esta informação é importante especialmente porque esses compostos tóxicos afetam negativamente a reprodução e desenvolvimento de diversas espécies e grupos de animais, incluindo as aves marinhas (OEHLMANN *et al.*, 2009), podendo causar disfunção endócrina, disrupção da resposta imune, mutagênese e carcinogênese (TEUTEN *et al.* 2009; FOSSI *et al.*, 2018). Considerando que o plástico possui um grande potencial negativo para diversos grupos de animais marinhos (LAVERS *et al.*, 2014), se evidencia a importância de estudos como o presente, que propõe a detecção e análise de ftalatos em albatrozes e petréis no sul do Brasil, potencialmente agregando compreensão mais profunda de seus possíveis danos e a identificação das espécies mais vulneráveis aos seus efeitos fisiológicos (OEHLMANN *et al.*, 2009).

OBJETIVOS

O Objetivo geral deste Plano de Trabalho envolve ampliar o conhecimento científico sobre padrões importantes de presença de ftalatos em tecidos e sua potencial relação com a ingestão de macroplástico de albatrozes e petréis, para avaliar como o plástico pode afetar a saúde destas aves e, indiretamente, inferir sobre a qualidade dos ambientes que se encontram os oceanos e o efeito da poluição em nível populacional. Os resultados obtidos podem vir a embasar políticas públicas existentes e decisões relacionadas ao problema da contaminação dos oceanos, além do manejo das espécies que venham a ser encontradas debilitadas nas praias.

Os objetivos específicos incluem contribuir com informações qualificadas para as decisões e recomendações no âmbito da implementação do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Albatrozes e Petréis (PLANACAP), ao investigar a presença de metabólitos de plástico como Dimetil ftalato (DMP), Dibutil ftalato (DBP) e Bis (2-etilhexil) ftalato (DEHP), através de métodos de detecção em glândulas uropigianas, e identificar padrões de prevalência e tipos de microplástico e macroplástico nos albatrozes e petréis amostrados no litoral de Santa Catarina durante os meses de estudo.

METODOLOGIA

PREPARAÇÃO DAS GLÂNDULAS

As coletas das glândulas uropigianas foram realizadas no laboratório da Estação Ecológica de Carijós (ESEC - ICMBio) onde localiza-se a Base Avançada do CEMAVE em Santa Catarina, sob supervisão da servidora Patricia Pereira Serafini do ICMBio/CEMAVE de Santa Catarina, e na sede do Projeto de Monitoramento de Praias da Petrobras/Bacia de Santos (PMP-BS) executado pela Associação R3 Animal, organização não-governamental, em Florianópolis (SC). Coordenado pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), o PMP-BS monitora as praias em busca de animais encalhados ou debilitados, atendendo à condicionante do licenciamento ambiental federal, conduzido pelo Ibama, para as atividades de produção e escoamento de petróleo e gás natural. Adicionalmente, fazem parte do conjunto amostral disponível animais oriundos da captura incidental na pesca industrial, coletados pelo Projeto Albatroz na frota de Itajaí/SC e outras. As amostras disponíveis estão armazenadas e congeladas a -20°C na ESEC - ICMBio.

Seguindo a metodologia de Hardesty *et al.* 2015, que norteou os protocolos do ACAP para a coleta e detecção de ftalatos em glândulas uropigianas, durante a coleta de material biológico, utilizando luvas nitrílicas, com uma lâmina de bisturi limpa e esterilizada, foram retiradas as glândulas das aves durante necropsia, sem contato direto ou indireto com qualquer tipo de material plástico. Estas glândulas foram envolvidas em dupla camada de papel alumínio muflado, etiquetadas e armazenadas em freezer -20°C. Como controle ambiental, para determinar possíveis contaminações por microplástico suspenso no ar no ambiente do laboratório, foi necessário agitar um cotonete estéril e livre de ftalatos no ar, sem tocar em nada, durante 1 minuto, para cada amostra processada. Outros materiais, como itens de medição e equipamento de necropsia (pinças, tesouras, bisturi), foram enxaguados com solventes (3 vezes cada: metanol, diclorometano e hexano respectivamente)

As amostras de glândulas dos espécimes analisados foram depositados no Banco de Amostras Biológicas de Albatrozes e Petréis (BAAP), gerido em conjunto pelo Projeto Albatroz e ICMBio/CEMAVE.

EXTRAÇÃO DE FTALATOS

As análises do ftalato foram realizadas no Laboratório de Bioquímica da Universidade Federal de Santa Catarina, gerido pelo professor Dr. Marcelo Marasquin, com o apoio do Laboratório de Ornitologia Bioacústica da Universidade Federal de Santa Catarina (LaBOAC), coordenado pelo professor Dr. Guilherme Renzo Rocha Brito.

Para todos os procedimentos usamos luvas de nitrilo, evitando o contato direto ou indireto com plásticos, látex, etc, e novas lâminas de bisturi e utensílios para cada ave amostrada. Itens reutilizáveis foram lavados em água corrente e detergente e, em seguida, enxaguados com solventes (3 vezes cada: metanol, diclorometano e hexano, sempre nesta ordem). Após o procedimento o material é envolto em folha de alumínio limpa e muflada a 450°C por 6 horas. O sulfato de sódio é deixado em um forno a 150°C por 4 horas, em seguida, é resfriado em um dessecador por 1 hora. Para seringas Hamilton, foi também realizado enxágue 10 vezes com cada solvente.

Antes do procedimento de pesagem das amostras, foi aferido o peso dos frascos (vidrarias de 7 ml, sem tampa) e rotulados por peso. Sem descongelar, foram retiradas as impurezas das glândulas na capela, e colocados nos frascos pesados anteriormente para serem descongeladas e pesadas, obter-se o peso úmido, assim, o material foi liofilizado em -50°C, durante um período mínimo de 48h.

As amostras nos frascos foram pesadas para o peso seco após a liofilização. Em seguida, foi pesado e adicionado diclorometano (DCM): 3ml/0,1g, obtido o peso final da amostra, para a homogeneização de forma padronizada; 4 vezes por 25 minutos, e sonicada em processador ultrassônico por 15 minutos com água entre 40-45°C, obtendo-se um “creme”. Entretanto, para glândulas pequenas (<0,4g), foi pesado um copo *Becker* de vidro graduado de 10 ml e homogeneizada a glândula em seco com nitrogênio líquido, até que apresentasse um peso constante. O extrato foi pesado e 20% foi dividido igualmente em 3 frascos (triplicatas), com a ajuda de uma pipeta de vidro. No caso das glândulas pequenas, foi trabalhado com o creme seco.

Após a preparação das glandulas, foi adicionado DCM de acordo com o peso correspondente aos 20% pesados anteriormente (3 ml DCM/0,1g). Para glândulas pequenas, foi acrescentada uma etapa intermediária de 1 minuto de vortex. A seguir, a amostra passou por sonificação, em temperatura ambiente por 15 minutos, e centrifugação por 5 minutos a 3000 rpm. O sobrenadante resultante foi removido utilizando uma pipeta de *Pasteur* de vidro, coletando-se os três extratos. Para a extração de glândulas pequenas, foram colocados os tubos com os extratos na geladeira para evitar a evaporação. Com a obtenção dos extratos, os mesmos foram filtrados com funil com filtro de papel e também com o *Kitasato*, usada junto com o funil de Büchner em filtrações (sob sucção) a vácuo. O extrato filtrado foi transferido para um pequeno tubo de extração. É necessário limpar o kitasato com DCM e coletar o material restante no mesmo.

Utilizando seringas Hamilton, amostra de 1ml desse extrato amostral obtido foi injetada no cromatógrafo gasoso modelo *Thermo Scientific, GC Model Focus*, coluna *GC Thermo Scientific TG-5MS* de 30 m x 0,25 mm x 0,25 μm (figura 1). A amostra pode ser mantida na geladeira ou freezer até a injeção. Para as análises dos resultados da injeção, foi utilizado o *Thermo Scientific™ Xcalibur™ software*.

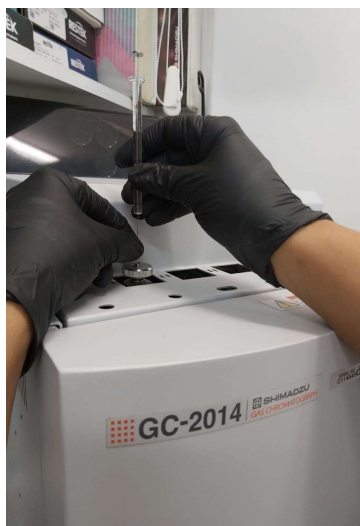


Figura 1: Injeção de extrato da amostra por seringa de Hamilton no cromatógrafo gasoso.

TRATO GASTROINTESTINAL (GI) - COLETA E CLASSIFICAÇÃO DE MACRO PLÁSTICO

Para a coleta e classificação de macrolástico no trato gastrointestinal dos Procellariiformes, foi seguido o protocolo de Van Franeker et. al. (2011) com modificações feitas por Colabuono et al. (2009) e Jiménez et al. (2015).

Os tratos digestório de carcaças de Procellariiformes armazenadas congeladas a -20°C na ESEC - ICMBio, oriundas do PMP-BS e de captura incidental na pesca, foram deixados em temperatura ambiente até o completo descongelamento. Após esse processo, foram seccionados e separados por esôfago, proventrículo e ventrículo. O conteúdo de cada região do trato foi colocado em uma peneira com uma malha de 1mm, e depois de lavados, os elementos restantes do conteúdo estomacal (detritos presentes na peneira de 1mm) foram transferidos para a placa de petri e entram em processo de secagem por 24 a 48 horas, cobertos e armazenados em temperatura ambiente.

Secos, os detritos foram medidos, pesados e separados por; fragmentos de plástico (pedaços rígidos de objetos maiores ou pedaços de sacos plásticos e embalagens); Pellets de plástico (polietileno ou polipropileno como matéria-prima na forma de pequenas

esferas ou cilindros); Linhas de nylon e outros (resíduos não-poliméricos como metal, papel, madeira e outros).

RESULTADOS

MICROPLÁSTICO - FTALATO

Cinco amostras foram utilizadas e processadas para padronização e aplicação do método de extração, sendo de 2 indivíduos de *Thalassarche chlororhynchos* e de 3 indivíduos de *Puffinus puffinus*, a tabela 1 apresenta informações adicionais das amostras.

BAAP Tombo	Data	Espécie
BAAP 0045	-/-/2017	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>
BAAP 0053	-/-/2017	<i>Puffinus puffinus</i>
BAAP 0068	-/-/2017	<i>Puffinus puffinus</i>
BAAP 0172	14/11/2018	<i>Puffinus puffinus</i>
BAAP 0258	12/11/2019	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>

Tabela 1: Informações adicionais das amostras examinadas.

A amostra de *T. chlororhynchos* (BAAP 258) foi a primeira a ser testada para a aplicação do método, trabalhamos com 100% do peso seco da glândula uropigiana, no qual se mostrou pouco prático, exigindo o uso de muitos tubos devido ao grande volume de solvente resultante. Dessa forma, para as próximas amostras foi decidido utilizar apenas 20% da glândula homogeneizada e liofilizada.

Na segunda amostra de *T. chlororhynchos* (BAAP 45), um dos três extratos foi injetado, gerando a curva no gráfico visto na figura 2, em que foi possível iniciar a corrida no cromatógrafo para detecção do Di-(2-etilexil) Ftalato (DEHP) presente na amostra, em uma concentração de cerca de 0,04 ng/uL na glândula uropigial. O restante da amostra foi dividido em partes iguais, estas foram preparadas e armazenadas congeladas, sendo que permanecem como dois extratos prontos para novas injeções em cromatógrafo para detecção.

Para as amostras de *P. puffinus* (BAAP 53 e 68) os procedimentos para ambos foram idênticos, entretanto, *P. puffinus* possui a glândula uropigiana menor que *T. chlororhynchos*, assim, foi obtido menor volume de extrato, a ponto da gota extraída do material ficar aderida a parede interna da vidraria. A partir dessa primeira tentativa, valendo-se do sobrenadante, ou

seja 80% do restante da amostra, o conteúdo foi transferido para um Becker de 10 ml utilizando uma espátula de alumínio e DCM, entretanto, evaporou, e apenas 20% destes 80% foi retirado, obtendo dessa forma 2 extratos para cada espécime BAAP. Estes extratos estão preparados e armazenados congelados, para a injeção no cromatógrafo gasoso, assim que as atividades presenciais no laboratório forem permitidas e o uso do cromatógrafo retomado.

A partir das práticas anteriores e experiência de extração adquirida, para a preparação da terceira amostra de *P. puffinus* (BAAP 172), todo o solvente foi evaporado da glândula homogeneizada e sonicada, para a realização de 3 réplicas de 20%. Dessa forma, as alíquotas desta amostra também estão prontas para o próximo estágio de extração de ftalatos.

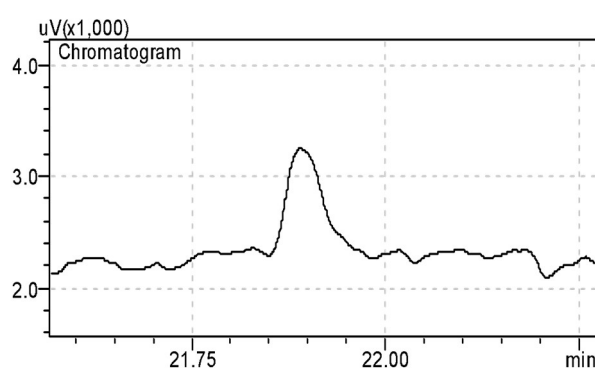


Figura 2: Cromatograma obtido evidenciando pico e curva para a identificação de ftalato após a análise de cromatografia gasosa, revelando a presença do plastificante DEHP em 21,78 min.

MACROPLÁSTICO

De entre agosto de 2020 e julho de 2021, foram analisados dezenove tratos digestórios de Procellariiformes foram analisados, abrangendo as famílias Diomedidae (albatrozes) e Procellariidae (petréis e pardelas) sendo eles: 6 de *Thalassarche melanophris*; 3 de *Thalassarche chlororhynchos*; 2 de *Procellaria aequinoctialis*; 1 de *Puffinus puffinus*; 2 de *Calonectris borealis*; 2 de *Macronectes giganteus*; um de *Pterodroma incerta* e 2 *Fulmarus glacialisoides*.

Das oito espécies analisadas, cinco (63%) apresentaram plástico, entre essas, sete indivíduos possuíam macroplástico em seu trato digestório, representando 31,5% do total das amostras de Procellariiformes. Entre as seis espécies da família Procellariidae, todos os indivíduos de *Calonectris borealis* e *Fulmarus glacialisoides* apresentaram plástico. Para *Macronectes giganteus* e *Procellaria aequinoctialis* foi identificado macroplástico em 50% das amostras, enquanto para *Pterodroma incerta* e *Puffinus puffinus* não foi observado

macroplástico. Na família Diomededidae, foi encontrado macroplástico em apenas um indivíduo de *T. chlororhynchos*.

Considerando as categorias de macroplástico, os "fragmentos plásticos" estavam presentes em 74% das amostras, seguido por *pellets* (24%) e nylon (2%). Os "fragmentos plásticos" foram o tipo de macroplástico mais frequente em *M. giganteus*, *C. borealis* e *F. glacialisoides*, *pellets* único tipo de macroplástico encontrado em *P. aequinoctialis* e *T. chlororhynchos*. *M. giganteus*, foi a única espécie em que três categorias foram registradas (Figura 3).

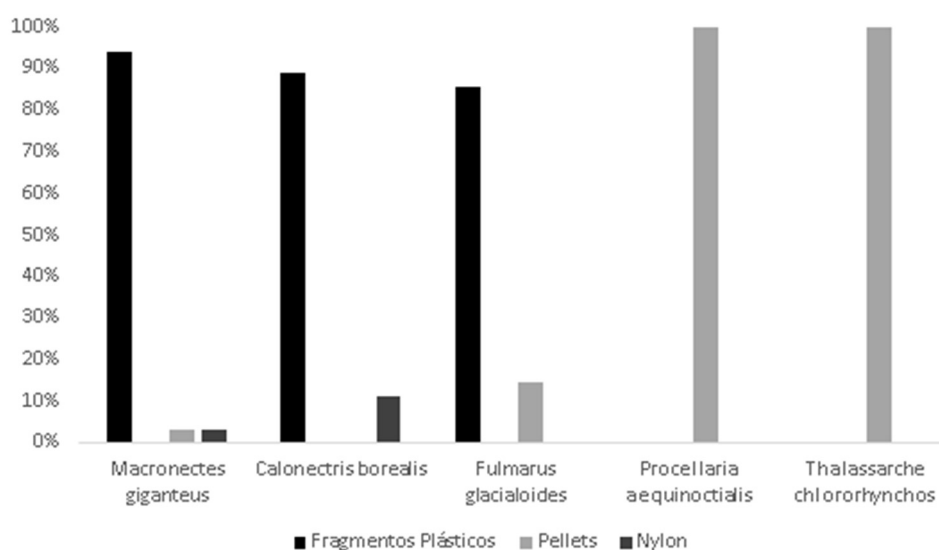


Figura 3 - Porcentagem das categorias de macroplástico encontrados nas espécies de albatrozes e petréis (Procellariiformes) coletados e analisados na costa sudeste e sul do Brasil.

Na maioria das espécies a maior parte dos resíduos plásticos estavam no ventrículo (Figura 4). Todas as espécies apresentaram macroplástico no ventrículo e nenhuma no esôfago.

Os valores médios do tamanho dos macroplásticos para cada categoria de plástico foram: fragmentos plásticos $6,29\text{mm} \pm 2,52\text{ mm}$ (máximo de 25,9 mm); *pellets* $1,61\text{ mm} \pm 0,91\text{ mm}$ (máx. de 5,1mm); nylon $22,66\text{ mm} \pm 13,5\text{ mm}$ (máx. de 43 mm).

Os valores médios do tamanho dos macroplásticos para cada espécie foram: *C. borealis* $3,17\text{ mm} \pm 0,70\text{ mm}$ (máximo de 4,4 mm); *P. aequinoctialis* $0,85\text{ mm} \pm 0,16\text{ mm}$ (máx. de 1,3mm); *M. giganteus* $6,98\text{ mm} \pm 2,8\text{ mm}$ (máx. de 43 mm); *T. chlororhynchos* $2,13\text{ mm} \pm 0,22\text{ mm}$ (máx. de 2,5 mm) e *F. glacialisoides* $5,67 \pm 4,32$ (máx. de 20,8 mm) (figura 5).

As análises da relação entre a presença de macroplástico no trato digestório e a detecção de ftalato nas glândulas uropigianas dependem da identificação da prevalência e tipos de macroplástico. As aves que terão suas amostras de glândulas analisadas, possuem seus tratos

digestivos armazenados, para que a análise de detecção de macroplástico possa ser feita. A metodologia para a qualificação e quantificação de macroplástico já foi aplicada no primeiro ciclo do estágio PIBIC/ICMBio (2019/2020), em que um artigo foi produzido e está em processo de revisão para a publicação na revista BioBrasil (Anexo 1). A obtenção de tais dados de macroplástico, permite a realização de análises e descrições completas da relação e possível absorção com incorporação de metabólitos nos tecidos das aves.

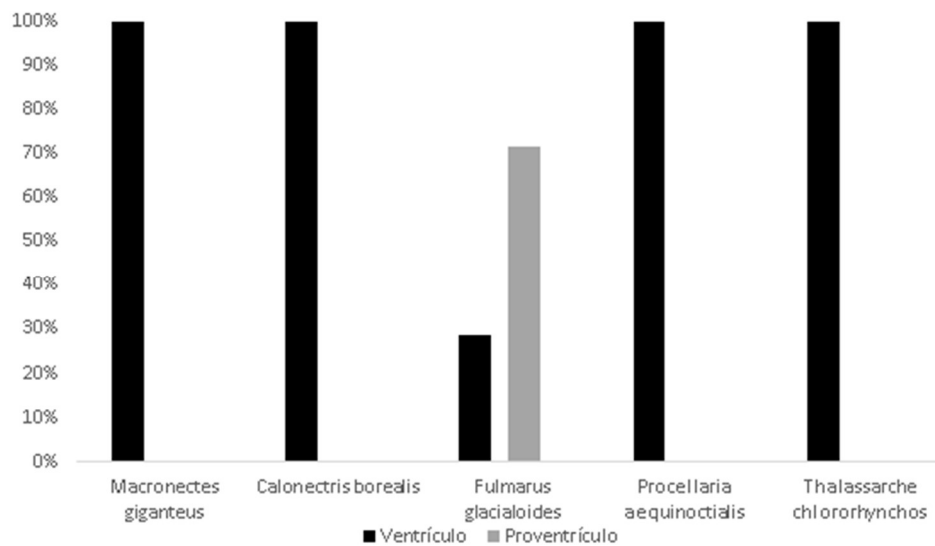


Figura 4 - Porcentagem de macroplástico encontrada no proventrículo e ventrículo de albatrozes e petréis (Procellariiformes) no sudeste e sul do Brasil.

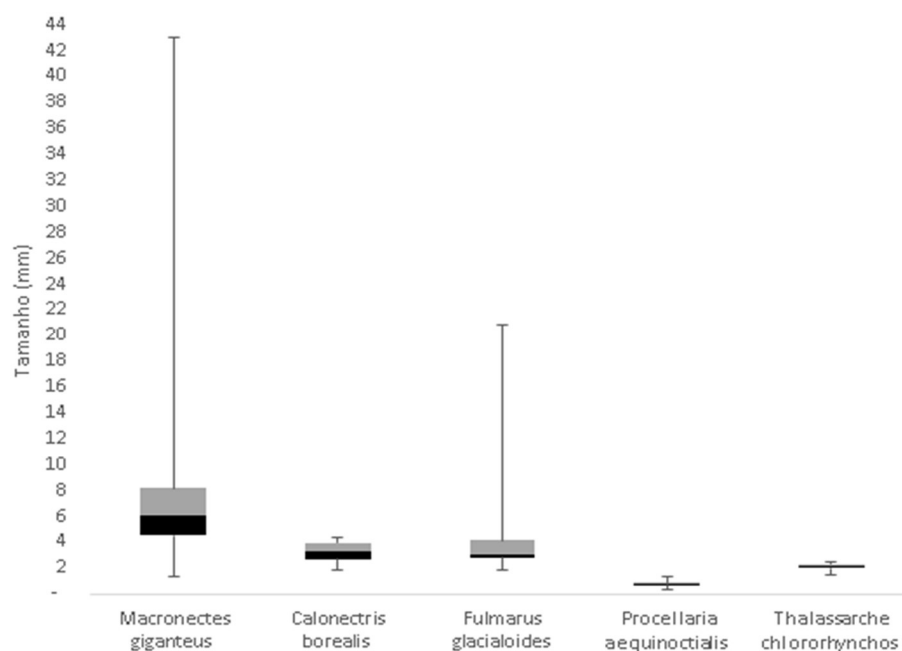


Figura 5 - Tamanho médio dos macroplásticos encontrados nas espécies de albatrozes e petréis do sudeste e sul do Brasil.

DISCUSSÃO

Além da adaptação da metodologia publicada à estrutura e logística do Laboratório de Morfogênese e Bioquímica da Universidade Federal de Santa Catarina, disponível para a realização das análises por cromatografia, a metodologia precisou ser ajustada de acordo com o volume de extrato adquirido a partir das glândulas uropigianas dos espécimes de albatrozes e petréis amostrados. Até o momento, duas espécies de Procellariiformes foram analisadas, *T. chlororhynchos* e *P. puffinus*. São aves de tamanhos diferentes, sendo *P. puffinus* um petrel com massa corporal de no máximo 430 g e o *T. chlororhynchos* albatroz cujos machos adultos podem atingir até 4,66 kg de massa e que em média nunca pesam menos de 2,9 a 3,35 kg (HURTADO *et al.* 2020). Esta diferença de massa corporal reflete no tamanho de suas glândulas uropigianas, detalhe que foi responsável por alterações durante as práticas da metodologia de extração, devido ao impacto do volume de extrato adquirido; em excesso no BAAP 45 *T. chlororhynchos*, e escasso nos primeiros extratos dos BAAP's 53 e 68 *P. puffinus*.

Os resultados mais relevantes obtidos neste estudo são os obtidos a partir da amostra BAAP 45, na qual foi possível efetuar a análise de ftalato no cromatógrafo gasoso com sucesso, demonstrando que a metodologia utilizada e adaptada para o laboratório disponível é competente. Ao menos para glândulas uropigianas maiores de albatrozes, em relação a outras espécies da ordem, evidenciamos o sucesso no método de extração proposto. A curva presente na figura 2, demonstra a detecção de ftalato na glândula uropigiana, dessa forma, é uma evidência de presença e de que ftalatos são absorvidos e metabolizados nos tecidos dos animais, podendo gerar efeitos metabólicos e alterar aspectos fisiológicos das aves.

O macrolástico foi identificado com maior frequência nas espécies da família Procellariidae. Apesar de ter sido uma família mais diversa que Diomedidae em relação ao número de espécies, possuiu N amostral relativamente próximo (N= 9 para Diomedidae, e N=10 para Procellariidae). Além disso, o ventrículo foi a região do trato digestivo em que foi mais frequentemente encontrado macrolástico. Espécies da família Procellariidae, possuem o estreitamento na região entre o proventrículo e ventrículo (*Isthmus gastris*), que é mais comprimido do que nos albatrozes (Ryan, 1988; Colabuono & Vooren, 2007). O menor diâmetro dessa região em Procellariidae pode impedir que os indivíduos regurgitem macrolástico e outros resíduos após a passagem por essa porção do trato, levando ao acúmulo de material no ventrículo (COLABUONO *et al.*, 2009; PEREZ, 2016).

Fragmentos plásticos foi a categoria prevalente no trato digestório das espécies, padrão observado nos últimos anos também para outras espécies como *Oceanodroma tristrami* no Pacífico (RAPP *et al.*, 2017), famílias Diomedidae e Procellariidae (RYAN, 2008; BARBIER,

2009; BOND *et al.*, 2014; VAN FRANEKER; LAW, 2015), e em *Stercorarius antarcticus* (IBAÑEZ *et al.*, 2020) no oceano Atlântico. Estes estudos sugerem que a maior quantidade de resíduos sólidos disponíveis para as aves nos oceanos seria constituída por plástico já manufaturado e posteriormente, fragmentado pela ação do tempo (RYAN, 2008; VAN FRANEKER LAW, 2015; PETRY; BENNEMANN, 2017).

O *nylon* teve o maior tamanho médio em relação às outras categorias de resíduos, e isso pode ser explicado pelo fato desse material ser comercializado em diferentes metragens para a confecção de linhas e redes de pesca. Os *pellets*, que foram os menores objetos encontrados, são utilizados como matéria-prima para manufatura de objetos plásticos e possuem tamanhos mais padronizados (KARLSSON *et al.*, 2018).

Assim como no ciclo PIBIC/ICMBio (2019/2020), foi possível identificar que Procellariiformes ingeriram macrolástico e, apesar do N amostral inferior, a proporção também foi por volta dos 30%. Reforçam o panorama preocupante da ingestão de plástico pelas aves marinhas pelágicas, bem como a importância dessas aves como indicadores da qualidade dos oceanos (PIATT *et al.*, 2007; RAMOS 2010; BONANNO; ORLANDO-BONACA, 2018).

Devido a pandemia causada pelo vírus Sars-CoV-2, a UFSC suspendeu as atividades presenciais em todos os níveis de março de 2020 até 22 de maio de 2021, por meio da Portaria nº 379/2020/GR. Em abril de 2021, essa suspensão foi prorrogada pela Portaria nº 390/2021/GR até 2 de outubro de 2021. Consequentemente, o Laboratório de Morfogênese e Bioquímica da Universidade Federal de Santa Catarina, onde as análises foram feitas, paralisou suas atividades. Em abril de 2021 foi solicitada por nossa equipe de trabalho, em caráter emergencial e atendendo às normas de biossegurança recomendadas pelo BOLETIM OFICIAL Nº 121/2020 da UFSC, o uso do laboratório em alguns dias da semana. Tivemos o aceite e abertura de acesso às atividades laboratoriais presenciais, com poucas horas por semana para a extração dos metabólitos das glândulas e uso do cromatógrafo, porém até o momento as horas disponíveis para o uso do laboratório não foram suficientes para que pudéssemos finalizar a análise que quantificação de ftalatos de todas as amostras de glândula uropigial disponíveis para o presente estudo. Os resultados presentes são iniciais e parciais, portanto, assumimos o compromisso de publicar os resultados completos de forma complementar ao presente Relatório Final PIBIC e ressaltamos que o tema continuará sendo o foco principal de estudo no Trabalho de Conclusão de Curso do estagiário PIBIC/ICMBio do projeto, que se iniciará no segundo semestre de 2021.

RECOMENDAÇÕES DE MANEJO

O plástico está nos oceanos em grande quantidade (ERIKSEN *et al.*, 2014), afetando negativamente de forma cada vez mais ampla as aves marinhas (WILCOX *et al.*, 2015). O lixo plástico chega até o mar através de rios, drenagens, sistemas de esgoto ou pelo vento, entre outros (CHELSHIER *et al.* 2009). Assim, é possível identificar que a gestão e orientação eficiente para o descarte de resíduos, são ações importantes (não as únicas) para evitar que esses materiais cheguem ao mar.

Existem diversas resoluções aprovadas em diferentes fóruns e assembléias do Meio Ambiente (UNEA), com propostas envolvendo desde a redução da poluição com boas práticas de gestão de lixo, até a redução do microplástico em produtos comercializados (UNEP, 2014; 2016a). No Brasil, existe legislação que abordam tópicos constantes em tais resoluções, sendo que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, prevê em seu artigo 9º a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL 2010). Em específico para os resíduos plásticos, existem 135 Projetos de Lei (PLs) propostos entre 1995 e 2019 pelo Congresso Nacional, além disso, diversos estados estão começando a agir regionalmente, por exemplo, com o banimento de canudos plásticos e projetos de leis que visam proibir sacolas plásticas (PERTUSSATTI, 2020).

Entre os materiais plásticos que possuem mais estudos em relação a sua contaminação no ambiente marinho, estão os trabalhos sobre *pellets*; que são um estágio intermediário na manufatura do processamento do plástico (COLTON *et al.*, 1974). Estes *pellets* possuem grande potencial de perda durante a manufatura ou transporte, dessa forma, órgãos públicos como *Environmental Protection Agency* (EPA) e setores da iniciativa privada como, *Society of the Plastics Industry* (SPI) nos Estados Unidos, ainda nos anos 90 uniram esforços para identificar e diminuir a perda do *pellets* para o meio ambiente (PERTUSSATTI, 2020). Atualmente, são observadas reduções amplas e gerais na entrada de *pellets* industriais para o ambiente marinho em todo o mundo (VAN FRANEKER; LAW, 2015).

Uma gestão eficiente do lixo, aliada com políticas públicas e ações em conjunto com a iniciativa privada, são efetivas para abrandar a poluição do meio ambiente marinho. Portanto, entendemos que melhor compreender como o plástico afeta aves ameaçadas de extinção pode gerar importantes recomendações de manejo e mitigação a partir deste trabalho, envolvendo práticas e ações, além das aplicações das leis já vigentes no país, que possuem o objetivo de impedir que o plástico, e todo os outros tipos de lixo, possam chegar ao mar, desde o descarte de plástico de uso único, até materiais indústrias perdidos durante manufatura e transporte.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a UFSC, LaBOAC, Laboratório de Morfogênese e Bioquímica da Universidade Federal de Santa Catarina, ICMBio, CEMAVE, Projeto Albatroz, R3 Animal e a todos os órgãos que direta ou indiretamente permitiram que este estudo pudesse ser realizado, através dos laboratórios e espaços cedidos, do acesso a amostras, informações e, sobretudo, o conhecimento.

BIBLIOGRAFIA

AVERY-GOMM, Stephanie *et al.* Plastic ingestion in marine-associated bird species from the eastern North Pacific. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 72, n. 1, p. 257-259, jul. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.04.021>.

BETTS, Kellyn. Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 42, n. 24, p. 8995-8995, 15 dez. 2008. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/es802970v>.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605; e dá outras providências**. Diário Oficial da União de 3 ago. 2010. Brasília, 02 ago. 2010. Disponível em: [L12305 \(planalto.gov.br\)](http://www.planalto.gov.br). Acesso em: 25/01/2021.

BONANNO, Giuseppe; ORLANDO-BONACA, Martina. Perspectives on using marine species as bioindicators of plastic pollution. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 137, p. 209-221, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.018>.

BUSTAMANTE-MONTES, Patricia *et al.* FTALATOS Y EFECTOS EN LA SALUD. **Revista Internacional de Contaminación Ambiental**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 205-215, ago. 2001.

CHATURVEDI, Sonam *et al.* Mathematical modelling and analysis of plastic waste pollution and its impact on the ocean surface. **Journal Of Ocean Engineering And Science**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 136-163, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joes.2019.09.005>.

CHELSHIER, A.; ADLER, E.; BARBIERE, J.; et al. **UNEP / IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter**. Nairobi, 2009.

COLABUONO, Fernanda Imperatrice; TANIGUCHI, Satie; MONTONE, Rosalinda Carmela. Organochlorine contaminants in albatrosses and petrels during migration in South Atlantic Ocean. **Chemosphere**, [S.L.], v. 86, n. 7, p. 701-708, fev. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.10.043>.

COLABUONO, Fernanda I. et al. Plastic ingestion by Procellariiformes in Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 58, n. 1, p.93-96, jan. 2009.

COLTON, J. B.; BURNS, B. R.; KNAPP, F. D.. Plastic Particles in Surface Waters of the Northwestern Atlantic. **Science**, [s.l.], v. 185, n. 4150, p.491-497, 9 ago. 1974. American Association for the Advancement of Science (AAAS).

DAY, Robert H.; SHAW, David G.. Patterns in the abundance of pelagic plastic and tar in the north pacific ocean, 1976–1985. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 18, n. 6, p. 311-316, jun. 1987. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0025-326x\(87\)80017-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0025-326x(87)80017-6)

ERIKSEN, Marcus et al. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. **Plos One**, [s.l.], v. 9, n. 12, p.1-15, 10 dez. 2014. Public Library of Science (PLoS).

FENDALL, Lisa S.; SEWELL, Mary A.. Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 58, n. 8, p. 1225-1228, ago. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.025>.

FOSSI, Maria Cristina *et al.* A Review of Plastic-Associated Pressures: cetaceans of the mediterranean sea and eastern australian shearwaters as case studies. **Frontiers In Marine Science**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 1-10, 23 maio 2018. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fmars.2018.00173>.

FRY, D. Michael; FEFER, Stewart I.; SILEO, Louis. Ingestion of plastic debris by Laysan Albatrosses and Wedge-tailed Shearwaters in the Hawaiian Islands. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 18, n. 6, p.339-343, jun. 1987. Elsevier BV.

HUIN, N.; CROXALL, John. Fishing gear, oil and marine debris associated with seabirds at Bird Island, South Georgia, during 1993/1994. **Marine Ornithology**, [s.l.], v. 24 , p.19-22, jan. 1996.

HURTADO, Renata; SAVIOLLI, Juliana Y; VANSTREELS, Ralph ET. **Reabilitação de Procellariiformes: (albatrozes, petréis, pardelas)**. Santos: Editora Comunicar. 14-18, 2020.

JONES, K. Christopher; VOOGT, Pim de. Persistent organic pollutants (POPs): state of the science. **Environmental Pollution**, [S.L.], v. 100, n. 1-3, p. 209-221, jan. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0269-7491\(99\)00098-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0269-7491(99)00098-6).

JOUVENTIN, Pierre; WEIMERSKIRCH, Henri. Satellite tracking of Wandering albatrosses. **Nature**, [S.L.], v. 343, n. 6260, p. 746-748, fev. 1990. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/343746a0>.

KARLSSON, Therese M.; ARNEBORG, Lars; BROSTRÖM, Göran; ALMROTH, Bethanie Carney; GIPPERTH, Lena; HASSELLÖV, Martin. The unaccountability case of plastic pellet pollution. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 129, n. 1, p. 52-60, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.041>.

KÜHN, Susanne; REBOLLEDO, Elisa L. Bravo; VAN FRANEKER, Jan A.. Deleterious Effects of Litter on Marine Life. **Marine Anthropogenic Litter**, [S.L.], p. 75-116, jun. 2015. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_4.

LAVERS, Jennifer L.; BOND, Alexander L.; HUTTON, Ian. Plastic ingestion by Flesh-footed Shearwaters (*Puffinus carneipes*): implications for fledgling body condition and the accumulation of plastic-derived chemicals. **Environmental Pollution**, [S.L.], v. 187, p. 124-129, abr. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2013.12.020>.

MERRELL, Theodore R.. Accumulation of plastic litter on beaches of Amchitka Island, Alaska. **Marine Environmental Research**, [s.l.], v. 3, n. 3, p.171-184, jul. 1980. Elsevier BV.

MOORE, Charles J *et al.* A Comparison of Plastic and Plankton in the North Pacific Central Gyre. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 42, n. 12, p. 1297-1300, dez. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0025-326x\(01\)00114-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0025-326x(01)00114-x).

MORÉT-FERGUSON, Skye *et al.* The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 60, n. 10, p. 1873-1878, out. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.07.020>.

OEHLMANN, Jörg *et al.* A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 364, n. 1526, p. 2047-2062, 27 jul. 2009. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0242>.

OLIVATTO, Glauca P. *et al.* Microplastic contamination in surface waters in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 139, p. 157-162, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.042>.

PACHECO, José Fernando, *et al.* (2021). Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. v. 2. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5138368>.

PADULA, Veronica *et al.* Plastic-derived contaminants in Aleutian Archipelago seabirds with varied foraging strategies. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 158, p. 111435-111445, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111435>.

PETRY, Maria V.; BENEMANN, Victória R.F.. Ingestion of marine debris by the White-chinned Petrel (*Procellaria aequinoctialis*): is it increasing over time off southern Brazil?. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 117, n. 1-2, p. 131-135, abr. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.073>.

PEREZ, Martin Sucunza. **Conteúdo gastrointestinal de petréis (Aves: Procellariiformes) no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil: análise dos itens alimentares e resíduos poliméricos.** 2016. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PERTUSSATTI, Caroline Alvarenga. **Gestão Ambiental de Resíduos Plásticos no Brasil: Subsídios para uma Diretriz Nacional.** 2020. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialista em Gestão Pública., Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2020.

PHILLIPS, Richard A.; WALUDA, Claire M.. Albatrosses and petrels at South Georgia as sentinels of marine debris input from vessels in the southwest Atlantic Ocean. **Environment International**, [S.L.], v. 136, mar. 2020. Elsevier BV.

PIATT, John F.; SYDEMAN, William J.; WIESE, Francis. Seabirds as indicators of marine ecosystems. **Marine Ecology Progress Series**, [S.L.], v. 352, p. 199-204, 20 dez. 2007. Inter-Research Science Center. <http://dx.doi.org/10.3354/meps07070>.

PROVENCHER, Jennifer F. *et al.* Are phthalate ester contaminants in northern fulmar preen oil higher in birds that have ingested more plastic? **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 150, n. 2020, p. 110679-110685, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110679>.

PIACENTINI, Vitor de Queiroz. Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira e Ornitologia**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 91-298, jun. 2015.

RAMÍREZ, Merle M. Borges *et al.* Contaminación costera por plastificantes. *Jaina*, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 3-9, set. 2016.

RODRÍGUEZ, Airam; RODRÍGUEZ, Beneharo; CARRASCO, María Nazaret. High prevalence of parental delivery of plastic debris in Cory's shearwaters (*Calonectris diomedea*). **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 64, n. 10, p.2219-2223, out. 2012.

RAMOS, Jaime Albino. As Aves marinhas Como Indicadores Ecológicos. **Universidade de Coimbra**, jan. 2010.

RYAN, Peter G.. The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds. **Marine Environmental Research**, [s.l.], v. 23, n. 3, p.175-206, jan. 1987. Elsevier BV.

RYAN, P.g.. Effects of ingested plastic on seabird feeding: Evidence from chickens. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 19, n. 3, p.125-128, mar. 1988. Elsevier BV.

RYAN, Peter G.. Seabirds indicate changes in the composition of plastic litter in the Atlantic and south-western Indian Oceans. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 56, n. 8, p.1406-1409, ago. 2008.

RYAN, Peter G.; BRUYN, P.j. Nico de; BESTER, Marthán N.. Regional differences in plastic ingestion among Southern Ocean fur seals and albatrosses. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 104, n. 1, p.207-210, jan. 2016.

SLIP, David J.; BURTON, Harry R.. Accumulation of Fishing Debris, Plastic Litter, and Other Artefacts, on Heard and Macquarie Islands in the Southern Ocean. **Environmental Conservation**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 249-254, 1991. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0376892900022177>.

TANAKA, Kosuke *et al.* Facilitated Leaching of Additive-Derived PBDEs from Plastic by Seabirds' Stomach Oil and Accumulation in Tissues. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 49, n. 19, p. 11799-11807, 10 set. 2015. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.5b01376>.

TEUTEN, Emma L. *et al.* Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 364, n. 1526, p. 2027-2045, 27 jul. 2009. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>.

UHART, Marcela; GALLO, Luciana; SERAFINI, Patricia Pereira. **Sampling guidelines to assess plastic ingestion in ACAP species: agreement on the conservation of albatrosses and petrels.** *Agreement on the Conservation of Albatrosses and Petrels*. Disponível em: <https://www.acap.aq/resources/acap-conservation-guidelines>. Acesso em: 13 jan. 2021.

UNEP. United Nations Environment Programme. Resolution 1/6 - **Marine plastic debris and microplastics**. United Nations Environment Assembly, first session, Nairobi, 27 jun. 2014. Disponível em: [K1402364.pdf \(unep.org\)](https://www.unep.org/documents/default.asp?docid/1402364.pdf). Acesso em: 25/01/2021.

UNEP. United Nations Environment Programme. Resolution 2/11 - **Marine plastic litter and microplastics**. United Nations Environment Assembly, second session, Nairobi, 23-27 mai. 2016. Disponível em: [NATIONS UNIES \(unep.org\)](https://www.unep.org/documents/default.asp?docid/1402364.pdf). Acesso em: 25/01/2021.

VAN FRANEKER, Jan A. *et al.* Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. **Environmental Pollution**, [S.L.], v. 159, n. 10, p. 2609-2615, out. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2011.06.008>.

VAN FRANEKER, Jan A.; LAW, Kara Lavender. Seabirds, gyres and global trends in plastic pollution. **Environmental Pollution**, [S.L.], v. 203, p. 89-96, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.034>.

WILCOX, Chris; VAN SEBILLE, Erik; HARDESTY, Britta Denise. Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [s.l.], v. 112, n. 38, p.11899-11904, 31 ago. 2015. Proceedings of the National Academy of Sciences.

ZANELLA, Tiago Vinicius. **POLUIÇÃO MARINHA POR PLÁSTICOS E O DIREITO INTERNACIONAL DO AMBIENTE**. 2013. 27 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências

Jurídico-internacionais e Europeias, Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.