

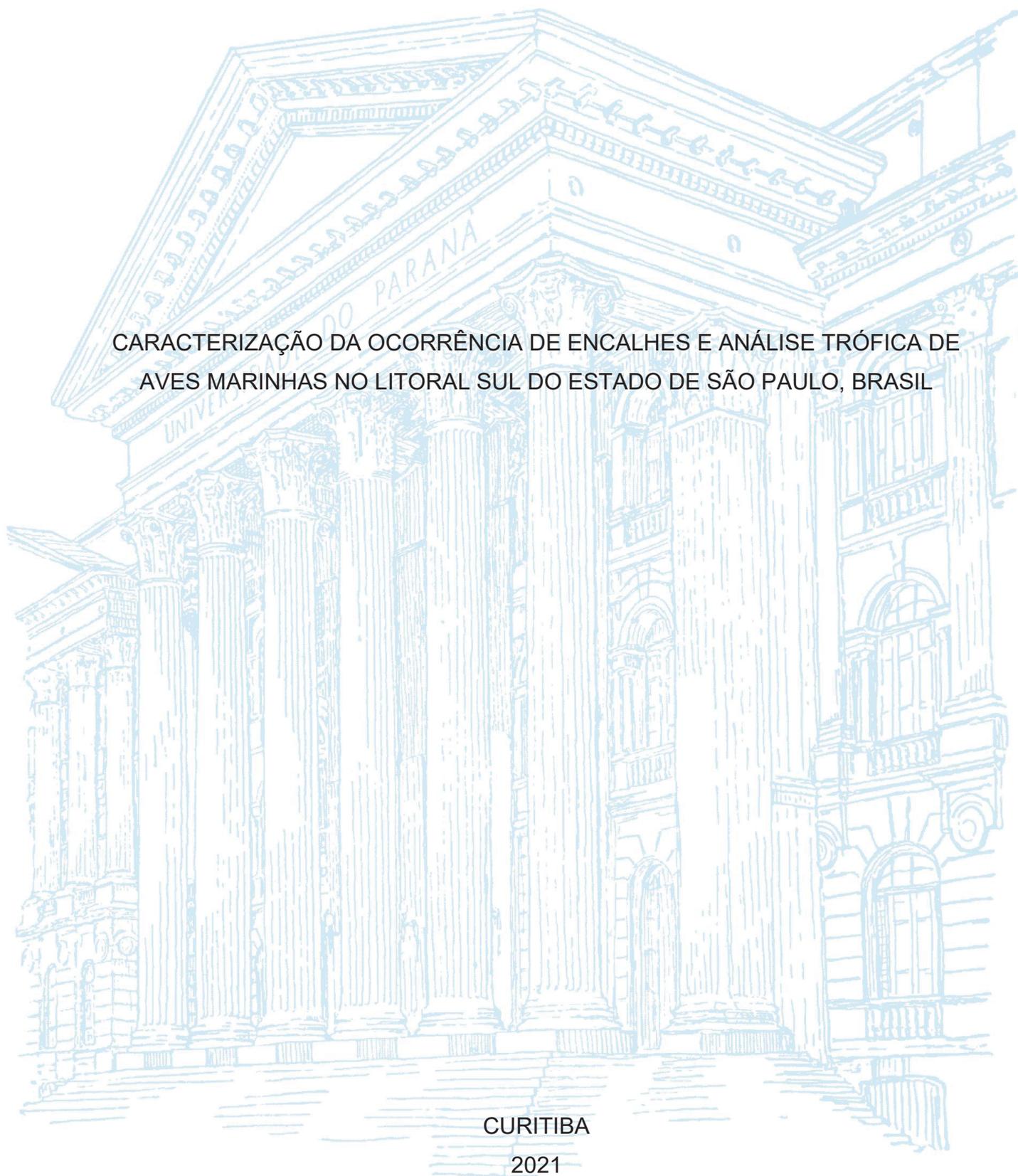
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARINA ROSA STEC DOS SANTOS

CARACTERIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ENCALHES E ANÁLISE TRÓFICA DE
AVES MARINHAS NO LITORAL SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

CURITIBA

2021



MARINA ROSA STEC DOS SANTOS

CARACTERIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ENCALHES E ANÁLISE TRÓFICA DE
AVES MARINHAS NO LITORAL SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Emygdio Leite de Araujo Monteiro-Filho

CURITIBA

2021

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Santos, Marina Rosa Stec dos

Caracterização da ocorrência de encalhes e análise trófica de aves marinhas no litoral sul do estado de São Paulo, Brasil. / Marina Rosa Stec dos Santos. – Curitiba, 2021.

143 p.: il.

Orientador: Emygdio Leite de Araujo Monteiro Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Aves marinhas. 2. Costa – São Paulo (Estado). 3. Biologia costeira. I. Título. II. Monteiro Filho, Emygdio Leite de Araujo, 1957 -. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

CDD (22. ed.) 598.176177



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOLOGIA -
40001016008P4

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MARINA ROSA STEC DOS SANTOS** intitulada: **Caracterização da ocorrência de encalhes e análise trófica de aves marinhas no litoral sul do estado de São Paulo, Brasil**, sob orientação do Prof. Dr. EMYGDIO LEITE DE ARAUJO MONTEIRO FILHO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 18 de Outubro de 2021.

Assinatura Eletrônica

19/10/2021 22:13:36.0

EMYGDIO LEITE DE ARAUJO MONTEIRO FILHO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

19/10/2021 16:48:33.0

BARBARA MAICHAK DE CARVALHO

Avaliador Externo (55001384)

Assinatura Eletrônica

19/10/2021 21:33:22.0

LUIZ AUGUSTO MACEDO MESTRE

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Avenida Cel Francisco H Santos, s/n - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-1641 - E-mail: pgzoo@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 120578

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 120578

AGRADECIMENTOS

Em meio a dificuldades e adversidades, existiram pessoas dispostas a ajudar. Pessoas dispostas a doar seu tempo e dividir conhecimentos ou mesmo pessoas que deixaram essa caminhada um pouco mais leve e divertida. A todas elas eu deixo meus mais sinceros agradecimentos.

Agradeço primeiramente ao meu orientador, Emygdio, por todo o conhecimento compartilhado, por todas as conversas e por ter confiado nas minhas ideias. Se antes já o admirava como professor e pesquisador, agora o admiro também como orientador.

À Dra. Barbara Maichak de Carvalho, que tanto me ajudou com os otólitos e peixes, me orientando na identificação, tirando dúvidas e conferindo cada amostra. Sua ajuda com certeza fez uma diferença enorme.

Ao Prof. Teodoro Vaske Júnior, que, mesmo a distância, foi tão prestativo em tirar minhas dúvidas sobre os bicos de cefalópodes.

Ao Prof. Maurício Moura "Free", pela ajuda com uma das análises, pelas importantes sugestões e indicações de leituras.

Aos membros da banca da Pré-dissertação, Prof. Rogério Ribas Lange e doutoranda Aline Giombelli da Silva, cujas sugestões contribuíram imensamente para melhorar este estudo e chegar na versão aqui apresentada.

Aos membros da banca, Dra. Barbara Maichak de Carvalho, Prof. Luiz Augusto Macedo Mestre e Prof. Teodoro Vaske Júnior, por terem aceitado o convite para contribuir com este estudo.

Ao IPeC, por possibilitar a utilização dos dados e amostras coletadas por sua equipe. Agradeço também ao Henrique Chupil e à Kelly Pansard, que direta e indiretamente me ajudaram a ter ideias para este projeto.

Ao Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil, pela disponibilização de parte dos dados utilizados neste estudo.

Ao Programa de Pós-graduação em Zoologia e seus professores, por todo o conhecimento adquirido.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

Também não poderia deixar de agradecer aos amigos do Laboratório de Biologia e Ecologia de Vertebrados, Priscila, Matheus e Lucas, que me receberam tão bem no laboratório e se tornaram amigos tão queridos.

Às meninas da Bio, cuja a amizade eu espero levar para a vida toda. Pessoalmente ou a distância, nossas conversas e risadas deixaram tudo mais leve. Um agradecimento especial à Maiara Vicentini, que ouviu minhas queixas ao longo da pós-graduação (e eu ouvi as dela), que foi minha consultora quando eu não sabia qual figura escolher e que, acima de tudo, se fez presente nesses últimos (vários) anos, quase que diariamente.

Aos meus pais, especialmente a minha mãe, por todo cuidado e dedicação, essenciais para que eu pudesse chegar até aqui. E também aos meus bichos de estimação, por ajudarem a deixar as coisas um pouco menos estressantes, principalmente em meio ao isolamento.

E a todos que talvez não tenham sido citados anteriormente, mas que contribuíram de alguma forma para esse estudo ou para a minha formação. Muito obrigada!

RESUMO

A costa brasileira abriga várias espécies de aves marinhas residentes e também recebe anualmente muitas espécies migratórias. Por diferentes fatores (naturais ou antrópicos), muitas aves são encontradas mortas ou debilitadas nas praias todos os anos. O estudo desses espécimes é uma importante fonte de informação sobre diferentes aspectos da vida das espécies e sobre as pressões enfrentadas por elas. Diante disso, o presente estudo teve como objetivos caracterizar a ocorrência de encalhes de sete espécies de aves marinhas no litoral sul do Estado de São Paulo e avaliar aspectos relacionados à alimentação dessas espécies. No capítulo 1, foram abordadas algumas características dos indivíduos encalhados, a distribuição temporal e espacial dos encalhes, a interação com atividades pesqueiras e a influência de condições ambientais na ocorrência dos encalhes. No capítulo 2, foram abordados aspectos relacionados à saúde dos indivíduos (presença de conteúdo alimentar, escore corporal e ingestão de resíduos sólidos) e avaliada a dieta das espécies (composição, amplitude e similaridade). Foram estudadas duas espécies de aves marinhas residentes (*Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*) e cinco espécies migratórias (*Puffinus puffinus*, *Procellaria aequinoctialis*, *Spheniscus magellanicus*, *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*), cujos indivíduos foram encontrados entre os anos de 2016 e 2019 nas praias da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, litoral sul de Estado de São Paulo. Foram registrados 3.316 encalhes, sendo 2.944 na Ilha Comprida e 372 na Ilha do Cardoso. A espécie com maior número de encalhes foi *Spheniscus magellanicus* (67,3%), seguida por *Puffinus puffinus* (11,7%), *Sula leucogaster* (5,5%), *Thalassarche chlororhynchos* (5,3%), *Fregata magnificens* (3,5%), *Procellaria aequinoctialis* (3,3%), e *T. melanophris* (3,3%). Os encalhes das espécies residentes foram registrados ao longo de todo o ano, enquanto os encalhes das espécies migratórias ocorreram principalmente de maio a dezembro. Foram identificadas variações na distribuição espacial dos encalhes, com maiores concentrações nas regiões centro-sul e centro-norte da Ilha Comprida e na região centro-sul da Ilha do Cardoso. As espécies que mais apresentaram indícios de interação com a pesca (p. ex., marcas de redes e artefatos pesqueiros presos ao corpo) foram *Spheniscus magellanicus* (52,2%), *Fregata magnificens* (24,2%) e *Sula leucogaster* (17,1%). Algumas condições ambientais influenciaram significativamente a ocorrência de encalhes, sendo elas a direção do vento e os eventos de ressaca. Com relação aos aspectos alimentares, as aves migratórias apresentaram menor incidência de conteúdo alimentar, piores escores corporais e maior incidência de resíduos sólidos. Dentre os itens consumidos, peixes e cefalópodes foram os mais frequentes. Os peixes, principalmente de hábitos demersais, estiveram mais presentes na dieta das aves residentes e os cefalópodes foram mais frequentes nos conteúdos das aves migratórias. De modo geral, as espécies apresentaram dietas especialistas, principalmente ao considerar os taxa Classe (<0,23) e Espécie (<0,42) dos itens alimentares, com base no Índice padronizado de Levins. Essas especializações refletiram na formação de dois grupos com dietas mais similares, o primeiro formado pelas aves residentes e o segundo pelas aves migratórias.

Palavras-chave: Ilha Comprida. Ilha do Cardoso. Atividades pesqueiras. Dieta. Escore corporal.

ABSTRACT

The Brazilian coast is home to several species of resident seabirds and also annually receives many migratory species. Due to different factors (natural or anthropogenic), many seabirds are found dead or debilitated on the beaches every year. The study of these specimens is an important source of information about different aspects of species' life and about the pressures they face. Therefore, this study aimed to characterize the occurrence of strandings of seven species of seabirds on the southern coast of São Paulo State and to evaluate aspects related to the feeding of these species. In chapter 1, some characteristics of stranded individuals, the temporal and spatial distribution of the strandings, the interaction with fishing activities and the influence of environmental conditions on the occurrence of strandings were approached. In chapter 2, aspects related to the health of individuals were approached (presence of food content, body score and marine debris ingestion) and the diet of the species were evaluated (composition, breadth and similarity). We studied two species of resident seabirds (*Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*) and five migratory species (*Puffinus puffinus*, *Procellaria aequinoctialis*, *Spheniscus magellanicus*, *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*), whose individuals were found stranded between 2016 and 2019 on the beaches of Ilha Comprida and Ilha do Cardoso, southern coast of São Paulo State. There were 3316 strandings, 2944 on Ilha Comprida and 372 on Ilha do Cardoso. The species with the highest number of strandings was *Spheniscus magellanicus* (67.3%), followed by *Puffinus puffinus* (11.7%), *Sula leucogaster* (5.5%), *Thalassarche chlororhynchos* (5.3%), *Fregata magnificens* (3.5%), *Procellaria aequinoctialis* (3.3%), e *T. melanophris* (3.3%). Strandings of resident species were recorded throughout the year, while strandings of migratory species occurred mainly from May to December. Variations in the spatial distribution of strandings were identified, with greater concentrations in the central-south and central-north regions of Ilha Comprida and in the central-south region of Ilha do Cardoso. The species that showed the most evidence of interaction with fishing (e.g. marks of nets and fishing artifacts attached to the body) were *Spheniscus magellanicus* (52.2%), *Fregata magnificens* (24.2%) and *Sula leucogaster* (17.1%). Some environmental conditions significantly influenced the occurrence of strandings, namely the wind direction and the storm surge events. Regarding feeding aspects, migratory seabirds had lower incidence of food content, worse body scores and higher incidence of marine debris. Among the items consumed, fish and cephalopods were the most frequent. Fishes, mainly of demersal habits, were more present in the diet of resident seabirds and cephalopods were more frequent in the contents of migratory seabirds. In general, the species presented specialist diets, mainly when considering the Class (<0.23) and Species (<0.42) taxa of food items, based on the Levins' standardized index. These specializations reflected in the formation of two groups with more similar diets, the first formed by the resident seabirds and the second by the migratory seabirds.

Keywords: Ilha Comprida. Ilha do Cardoso. Fishing. Diet. Body score.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

FIGURA 1 – Localização das áreas de estudo, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, no litoral sul do Estado de São Paulo.....20

FIGURA 2 – Localização das comunidades tradicionais e área urbanizada na Ilha Comprida (A) e Ilha do Cardoso (B), no litoral sul do Estado de São Paulo.....22

FIGURA 3 – Espécies estudadas: A) Fragata – *Fregata magnificens* (R) (Foto: Noah Frade); B) Atobá-marrom – *Sula leucogaster* (R) (Foto: Sam Miller); C) Pinguim-de-magalhães – *Spheniscus magellanicus* (MS) (Foto: Evangelina Indelicato); D) Bobo-pequeno – *Puffinus puffinus* (MN) (Foto: Brian Sullivan); E) Albatroz-de-nariz-amarelo – *Thalassarche chlororhynchos* (MS) (Foto: Paul Lynch); F) Albatroz-de-sobrancelha – *Thalassarche melanophris* (MS) (Foto: Scott Olmstead); G) Pardela-preta – *Procellaria aequinoctialis* (MS) (Foto: Ian Davies). Residente (R), migrante do Hemisfério Sul (MS) e migrante do Hemisfério Norte (MN).....24

CAPÍTULO I

FIGURA 1 – Localização das áreas de estudo, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, no litoral sul do Estado de São Paulo.....37

FIGURA 2 – Estratégias de monitoramento executadas nas praias da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso.....38

FIGURA 3 – Indícios externos de interação antrópica. A) Aptéria em face dorsal da asa esquerda de *Spheniscus magellanicus*; B) Hematomas em face ventral da asa direita de *Spheniscus magellanicus*; C) Amputação dos membros posteriores de *Sula leucogaster*; D) Artefato pesqueiro preso ao bico de *Sula leucogaster*.....43

FIGURA 4 – Procedimento de obtenção dos dados ambientais (meteorológicos e oceanográficos) consultados para todos os dias entre os anos de 2016 e 2019, independente de ocorrência ou não de encalhes.45

FIGURA 5 – Procedimentos de análise dos dados.....47

FIGURA 6 – Número de encalhes por quilômetro de extensão litorânea monitorado (Ilha Comprida = 70 km; Ilha do Cardoso = 34,4 km). *Único ano com regime de monitoramento alternado seis dias com monitoramento e seis dias sem o mesmo, demais anos com monitoramento ininterrupto na Ilha Comprida.....51

FIGURA 7 – Estágio de desenvolvimento dos espécimes encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 1). *Valores considerados significativos: $p < 0,05$	52
FIGURA 8 – Proporções sexuais dos espécimes encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 2). *Valores considerados significativos: $p < 0,05$	53
FIGURA 9 – Distribuição mensal dos encalhes de sete espécies de aves marinhas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP), com base nos anos de 2016 a 2019.....	54
FIGURA 10 – Distribuição espacial dos encalhes de aves marinhas na Ilha Comprida (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Amostra: 395 (2016), 81 (2017), 1584 (2018), 863 (2019) e 2923 (2016 – 2019)	55
FIGURA 11 – Distribuição espacial das ocorrências de encalhes de cada espécie na Ilha Comprida (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Os pontos exatos de encalhes são apresentados nos mapas com número amostral inferior a dez.....	58
FIGURA 12 – Distribuição espacial das ocorrências de encalhes na Ilha do Cardoso (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Amostra: 125 (2016), 14 (2017), 205 (2018), 22 (2019) e 366 (2016 – 2019)	59
FIGURA 13 – Índícios de interação com atividades pesqueiras em aves encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) nos anos de 2016 a 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 3). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$	60
FIGURA 14 – Índícios de interação com atividades pesqueiras em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 4). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$	61
FIGURA 15 – Índícios de interação com atividades pesqueiras em aves encalhadas na Ilha Comprida (SP) nos anos de 2016 a 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 3). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$	62
FIGURA 16 – Índícios de interação com atividades pesqueiras em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encalhados na Ilha Comprida (SP) entre 2016 e 2019.	

Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 4). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$62

FIGURA 17 – Distribuição espacial dos indivíduos que apresentaram indícios de interação com atividades pesqueiras na Ilha Comprida (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Amostra: 13 (2016), 13 (2017), 559 (2018), 250 (2019) e 835 (2016 – 2019)63

FIGURA 18 – Distribuição espacial dos indivíduos de *Fregata magnificens* ($n = 15$), *Sula leucogaster* ($n = 18$) e *Spheniscus magellanicus* ($n = 797$) que apresentaram indícios de interação com atividades pesqueiras na Ilha Comprida entre os anos de 2016 e 2019.....64

FIGURA 19 – Indícios de interação com atividades pesqueiras em aves encalhadas na Ilha do Cardoso (SP) nos anos de 2016 a 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 3). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$65

FIGURA 20 – Indícios de interação com atividades pesqueiras em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encalhados na Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 4). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$65

FIGURA 21 – Distribuição espacial dos indivíduos ($n = 59$) que apresentaram indícios de interação com atividades pesqueiras na Ilha do Cardoso (SP) entre os anos de 2016 e 2019.....66

CAPÍTULO II

FIGURA 1 – Localização das áreas de estudo, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, no litoral sul do Estado de São Paulo.....96

FIGURA 2 – Presença e ausência de conteúdo alimentar em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encontrados encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 1). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$ 104

FIGURA 3 – Escore corporal dos indivíduos de sete espécies de aves marinhas encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019 (A) e para as subamostras em que o conteúdo alimentar esteve ausente (B) e presente (C). Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 2) dos escores agrupados. * Valores considerados significativos: $p < 0,05$ 107

FIGURA 4 – Presença e ausência de resíduos sólidos de origem antrópica em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encontrados encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019..... 109

FIGURA 5 – Resíduos sólidos encontrados em aves marinhas encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. A) Fragmentos de plástico duro; B) Fragmento de plástico mole; C) Fios de nylon; D) Fio de nylon e fragmentos de plástico mole..... 109

FIGURA 6 – Peixes e otólitos encontrados nos tratos gastrintestinais de aves marinhas encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. A) Peixes encontrados em um espécime de *Fregata magnificens*; B) Otólitos de *Stellifer* spp., *Stellifer rastrifer*, *Stellifer brasiliensis*, *Larimus breviceps* e *Nebris microps* (da esquerda para a direita); C) Exemplar de *Paralonchurus brasiliensis*; D) Exemplar de *Isopisthus parvipinnis*; Otólitos: E) *Macrodon atricauda* e *Nebris microps*; F) *Micropogonias furnieri*; G) *Cetengraulis edentulus*; H) *Engraulis anchoita*..... 111

FIGURA 7 – Bicos de cefalópodes encontrados nos tratos gastrintestinais de aves marinhas encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. A) *Histioteuthis* sp.; B) *Illex argentinus*; C) *Chiroteuthis* sp.; D) *Lolliguncula brevis*; E) *Doryteuthis* sp.; F) *Argonauta nodosa*..... 112

FIGURA 8 – Amplitudes de nicho trófico (B_A) para indivíduos de cinco espécies de aves marinhas encontrados encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. * Foram consideradas as espécies ou níveis taxonômicos mais precisos alcançados. NA – não se aplica..... 121

FIGURA 9 – Dendogramas de similaridade da dieta entre cinco espécies de aves marinhas encontradas encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019, gerados com base na presença e ausência dos itens alimentares (à esquerda) e na FN% dos itens (à direita)..... 122

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE CARCAÇAS DE AVES MARINHAS.....40

TABELA 2 – NÚMERO DE ENCALHES DE SETE ESPÉCIES DE AVES MARINHAS NA ILHA COMPRIDA (COM) E ILHA DO CARDOSO (CAR) ENTRE OS ANOS DE 2016 E 2019.....50

TABELA 3 – RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS VENTO E RESSACA NA OCORRÊNCIA DE ENCALHES DE AVES MARINHAS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE OS ANOS DE 2016 E 2019.....67

CAPÍTULO II

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE CARCAÇAS DE AVES MARINHAS.....98

TABELA 2 – CLASSIFICAÇÃO DO ESCORE CORPORAL DAS AVES SUBMETIDAS À NECROPSIA.....99

TABELA 3 – ASSOCIAÇÃO ENTRE O ESCORE CORPORAL E A PRESENÇA/AUSÊNCIA DE CONTEÚDO ALIMENTAR EM INDIVÍDUOS DE SETE ESPÉCIES DE AVES MARINHAS ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019.....108

TABELA 4 – ASSOCIAÇÃO ENTRE A PRESENÇA/AUSÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E O ESCORE CORPORAL EM INDIVÍDUOS DE SETE ESPÉCIES DE AVES MARINHAS ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019.....110

TABELA 5 – ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Fregata magnificens* (n = 17) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: D – DEMERSAL; DP – DEMERSOPELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.....112

TABELA 6 – ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Sula leucogaster* (n = 14) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E

ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: D – DEMERSAL; P – PELÁGICO; DP – DEMERSEPELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.....114

TABELA 7 – ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Puffinus puffinus* (n = 16) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: P – PELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.....116

TABELA 8 – ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Procellaria aequinoctialis* (n = 20) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: D – DEMERSAL; P – PELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.....117

TABELA 9 – ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Spheniscus magellanicus* (n = 64) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: D – DEMERSAL; P – PELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.....118

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	18
2 ÁREA DE ESTUDO	19
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS	19
2.2 ESTADO DE PROTEÇÃO DA ÁREA E OCUPAÇÃO HUMANA.....	21
2.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS	22
3 ESPÉCIES ESTUDADAS	23
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO I.....	31
1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1 ÁREA DE ESTUDO	36
2.2 MONITORAMENTO DA ÁREA.....	37
2.3 ESPÉCIES ESTUDADAS	39
2.4 OBTENÇÃO DE DADOS	39
2.4.1 Estágio de desenvolvimento e sexo	41
2.4.2 Data e localização geográfica dos encalhes	42
2.4.3 Índícios de interações com atividades pesqueiras	42
2.4.4 Dados ambientais (meteorológicos e oceanográficos).....	43
2.5 ANÁLISE DE DADOS	46
3 RESULTADOS.....	49
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	49
3.2 DISTRIBUIÇÃO MENSAL DOS ENCALHES	53
3.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ENCALHES	55
3.3.1 Ilha Comprida.....	55
3.3.2 Ilha Do Cardoso	59
3.4 INTERAÇÕES COM ATIVIDADES PESQUEIRAS	60
3.4.1 Amostra total	60
3.4.2 Ilha Comprida.....	61
3.4.3 Ilha do Cardoso	64
3.5 CONDIÇÕES AMBIENTAIS E A OCORRÊNCIA DE ENCALHES	66

4 DISCUSSÃO	67
5 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	78
ANEXO 1. Estágio de desenvolvimento dos espécimes encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019.....	87
ANEXO 2. Proporções sexuais dos espécimes encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019.....	87
ANEXO 3. Indícios de interação com atividades pesqueiras em aves encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) nos anos de 2016 a 2019.	88
ANEXO 4. Indícios de interação com atividades pesqueiras em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019.	89
ANEXO 5. Quartis da precipitação semanal acumulada na Ilha Comprida (SP) entre os anos de 2016 e 2019.....	90
CAPÍTULO II	91
1 INTRODUÇÃO	94
2 MATERIAL E MÉTODOS	95
2.1 ÁREA DE ESTUDO	95
2.2 ESPÉCIES ESTUDADAS	96
2.3 OBTENÇÃO DE DADOS	97
2.3.1 Conteúdo alimentar	98
2.3.2 Escore corporal	99
2.3.3 Resíduos sólidos	99
2.3.4 Identificação dos itens alimentares	100
2.4 ANÁLISE DE DADOS	101
3 RESULTADOS	103
3.1 PRESENÇA E AUSÊNCIA DE CONTEÚDO ALIMENTAR	103
3.2 AVALIAÇÃO DO ESCORE CORPORAL	104
3.3 PRESENÇA E AUSÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	108
3.4 DESCRIÇÃO DAS DIETAS	110
3.5 AMPLITUDES DE NICHOS TRÓFICOS E SIMILARIDADE DAS DIETAS	120
4 DISCUSSÃO	122

5 CONCLUSÃO	129
REFERÊNCIAS.....	130
ANEXO 1. Análise dos tratos gastrintestinais (TGIS) de indivíduos de sete espécies de aves marinhas encontrados encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019.	139
ANEXO 2. Escore corporal dos espécimes encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019.....	140
ANEXO 3. Escore corporal dos espécimes encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP), entre 2016 e 2019, com relação à presença de resíduos sólidos no TGI.....	141
CONSIDERAÇÕES FINAIS	142

1 INTRODUÇÃO GERAL

A costa brasileira é uma região de grande importância para as aves marinhas. Além de abrigar espécies residentes, assim caracterizadas por se reproduzirem no território brasileiro (SICK, 2001), também recebe anualmente muitas espécies migratórias, que deixam suas colônias reprodutivas, durante o período de outono e inverno, em direção a regiões climaticamente mais amenas e com maior disponibilidade de alimentos (SICK, 2001). Dentre os migrantes, são encontradas espécies vindas tanto do Hemisfério Norte, quanto do Hemisfério Sul (SICK, 2001; NEVES et al., 2006). As aves provenientes do Hemisfério Norte (por exemplo, *Puffinus puffinus* e *Calonectris diomedea*) costumam passar pela costa brasileira entre setembro e abril, ao passo que as aves vindas do Sul (por exemplo, *Spheniscus magellanicus*, *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*) são geralmente observadas na costa entre março e outubro (SICK, 2001). Conseqüentemente, durante esses períodos, indivíduos de espécies migratórias são encontrados mortos ou debilitados no litoral brasileiro (VOOREN; BRUSQUE, 1999), somando-se aos indivíduos de espécies residentes, que podem ocorrer ao longo de todo o ano.

O termo encalhe, que se aplica a todos os animais marinhos, incluindo as aves, é utilizado para definir a presença de indivíduos mortos nas praias ou debilitados e sem condições de retorno ao mar (GERACI; LOUNSBURY, 1993, PETROBRÁS, 2019). Para parte dos indivíduos migrantes a debilidade e mortalidade é esperada, visto que muitos são juvenis e chegam à costa brasileira enfraquecidos (VOOREN; BRUSQUE, 1999; SICK, 2001). Esse fenômeno é bastante observado para o pinguim-de-magalhães (*S. magellanicus*), espécie que com frequência se destaca em número de indivíduos encalhados (PETRY; FONSECA, 2002; MÄDER et al., 2010).

Outros fatores, de origem natural ou antrópica, também podem contribuir para o encalhe de aves residentes e migratórias. Dentre eles: os eventos meteorológicos adversos, que podem atuar de diferentes formas na ocorrência dos encalhes (CAMPHUYSEN et al., 1999; WIESE; JONES, 2001; TAVARES et al., 2016); a diminuição na disponibilidade de presas (TAVARES et al., 2016) ou a maior dificuldade para obtê-las (CAMPHUYSEN et al., 1999; BRANDÃO et al., 2011; DI BENEDETTO et al., 2015), resultando na piora das condições físicas (escore corporal) e fisiológicas das aves e na maior debilidade; e também a ocorrência de doenças (CAMPHUYSEN et al., 1999). Além disso, fatores relacionados às atividades

antrópicas, como a contaminação por óleo, o consumo de resíduos plásticos e a interação com a pesca, também podem levar à ocorrência de encalhes (VOOREN; BRUSQUE, 1999), atuando como o principal fator ou conjuntamente às causas naturais (CAMPHUYSEN et al., 1999).

Assim, torna-se importante o estudo e entendimento dos fatores relacionados aos eventos de encalhes, visto que esses eventos podem ter influência na redução das populações (FARIA et al., 2014; PALECZNY et al., 2015). Informações relevantes para a conservação das espécies podem ser obtidas a partir do conhecimento da distribuição espaço-temporal dos encalhes e da influência de variáveis ambientais e antrópicas (MÄDER et al., 2010; BOERSMA et al., 2020). Além disso, a avaliação da condição física e da dieta de aves encalhadas podem gerar informações quanto aos hábitos e a saúde das populações que habitam ou passam pelas regiões estudadas (BRANCO, 2001; COLABUONO; VOOREN, 2006; GARCÍA-BORBOROGLU et al., 2010; COLABUONO et al., 2012).

Considerando o exposto, o presente estudo teve como objetivos gerais 1) caracterizar a ocorrência de encalhes de sete espécies de aves marinhas no litoral sul do Estado de São Paulo e 2) avaliar aspectos relacionados à alimentação dessas espécies. Cada um desses objetivos foi abordado em um capítulo deste estudo. No primeiro capítulo, foram avaliadas características das aves encalhadas (estágio de desenvolvimento, sexo e interação com a pesca) e os encalhes foram caracterizados quanto à sua distribuição espaço-temporal e analisados quanto à influência de condições meteorológicas e oceanográficas. No segundo capítulo, foram avaliadas características alimentares das espécies (presença de conteúdo alimentar, escore corporal e ingestão de resíduos sólidos) e as dietas foram descritas e avaliadas quanto à amplitude e similaridade.

2 ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização e características geográficas

O estudo foi realizado nas praias do Município de Ilha Comprida e do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (Município de Cananéia), ambos localizados no litoral sul do Estado de São Paulo (FIGURA 1). Essa região, pertencente ao bioma da Mata Atlântica, caracteriza-se por integrar um importante remanescente florestal do Estado

de São Paulo (ICMBIO, 2016). Já a zona costeira é uma importante área de alimentação para espécies residentes e migratórias, em decorrência da matéria orgânica proveniente do estuário que circunda as ilhas e que contribui para a produtividade da região (BARBIERI; OLIVEIRA, 2015).

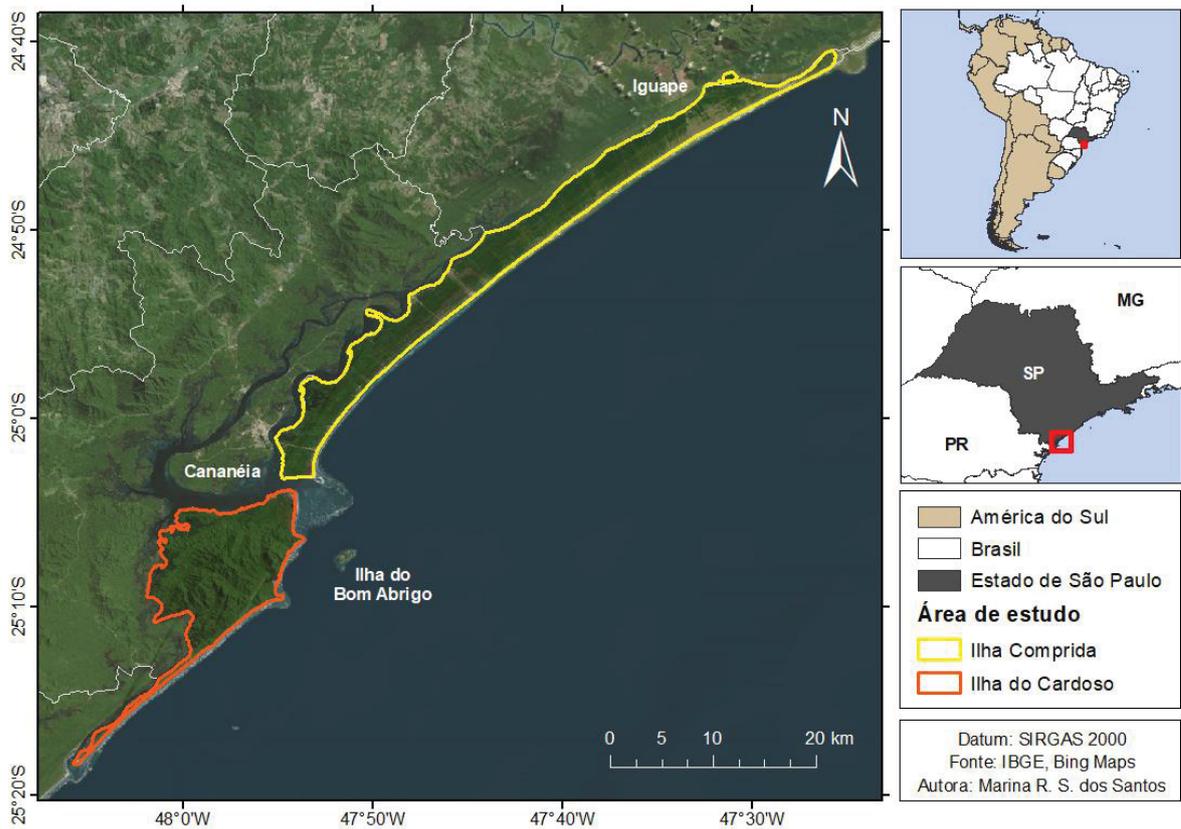


FIGURA 1 – Localização das áreas de estudo, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, no litoral sul do Estado de São Paulo. Fonte: A autora (2021).

A Ilha Comprida possui extensão aproximada de 70 km e 3 a 5 km de largura, estando localizada entre as coordenadas $24^{\circ}40'27''S$, $47^{\circ}25'40''W$ e $25^{\circ}03'05''S$, $47^{\circ}54'45''W$. A face sudeste da ilha é banhada pelo Oceano Atlântico, enquanto a face noroeste situa-se paralelamente aos Municípios de Cananéia, ao sul, e de Iguape, ao norte. Dois canais separam a Ilha Comprida dos Municípios de Cananéia e Iguape, sendo eles o Mar de Cananéia e o Mar Pequeno, respectivamente. A costa da Ilha Comprida se caracteriza por apresentar uma extensa faixa de areia contínua e retilínea, totalmente exposta a ação das ondas (HENRIQUE; MENDES, 1999).

A Ilha do Cardoso ($25^{\circ}03'53''S$, $47^{\circ}54'25''W$ e $25^{\circ}18'15''S$, $48^{\circ}05'41''W$) possui extensão litorânea de aproximadamente 40 km, estando localizada ao sul da Ilha de

Cananéia e fazendo divisa com o litoral norte do Estado do Paraná. A face oeste da Ilha do Cardoso é separada do continente pelo Canal de Ararapira, enquanto a face norte é separada da Ilha de Cananéia pela Baía de Trapandé. A costa da Ilha do Cardoso se caracteriza pela presença de longos trechos de praias retilíneas, principalmente na metade sul da ilha e também pela presença de praias recortadas por costões rochosos, ao norte (WEBER, 1998).

Entre a Ilha Comprida e a Ilha do Cardoso está localizada a Barra de Cananéia, onde há o encontro das águas do oceano com as águas estuarinas da Baía de Trapandé e do Mar de Cananéia. Nas proximidades da Barra, a atuação das correntes de marés enchentes e vazantes impõem à costa do extremo sul da Ilha Comprida e extremo norte da Ilha do Cardoso dinâmicas diferentes das observadas nas faixas litorâneas restantes (TESSLER et al., 1990; HENRIQUE; MENDES, 1999). A predominância da corrente vazante nas águas mais superficiais da Barra de Cananéia (MIYAO, 1977; AMBRÓSIO, 2016) e a conseqüente formação de bancos de areia entre as duas ilhas (SUGUIO; TESSLER, 1983; TESSLER et al., 1990) acabam contribuindo na dissipação da energia das ondas que atingem a região (AMBRÓSIO, 2016).

2.2 Estado de proteção da área e ocupação humana

A Ilha Comprida e a Ilha do Cardoso integram a Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe (APACIP), criada a partir dos Decretos Federais nº 90.347 de 23/10/1984 e nº 91.892 de 06/11/1986 (ICMBIO, 2016). Anteriormente a criação da APACIP, foi criado em 1962 o Parque Estadual da Ilha do Cardoso (Decreto Estadual nº 40.319 de 03/07/1962), que tornou a ilha uma Unidade de Proteção Integral, reservada a atividades de pesquisa e turismo ecológico (BRASIL, 2011). Com a criação do Parque, o número de famílias residindo na ilha diminuiu (SILVA; OLIVEIRA, 2017). Atualmente, ela é habitada por cerca de 120 famílias tradicionais, divididas em sete comunidades (FIGURA 2), que têm como principais atividades econômicas o turismo e a pesca artesanal (SILVA; OLIVEIRA, 2017).

A Área de Proteção Ambiental Ilha Comprida (Decreto Estadual nº 26.881 de 11/03/1987) foi criada em 1987. Para essa categoria de proteção é permitido algum grau de ocupação humana na área e a utilização de seus recursos de forma sustentada (BRASIL, 2011). Atualmente, o município possui cerca de 11.362

habitantes (IBGE, 2020), que se concentram principalmente na porção norte da ilha, onde se encontra a sede do Município (FARINACCIO, 2008). Mais ao sul, predominam as comunidades tradicionais e áreas isoladas (CAMPOS, 2013) (FIGURA 2). Além do turismo, a pesca artesanal é outra atividade econômica relevante, principalmente na metade sul da ilha (MENDONÇA, 2015). Na região costeira, são realizadas a pesca de arrasto, de espinhel e de emalhe (MENDONÇA; KATSURAGAWA, 2001), sendo essa última a mais frequente (MENDONÇA, 2015).

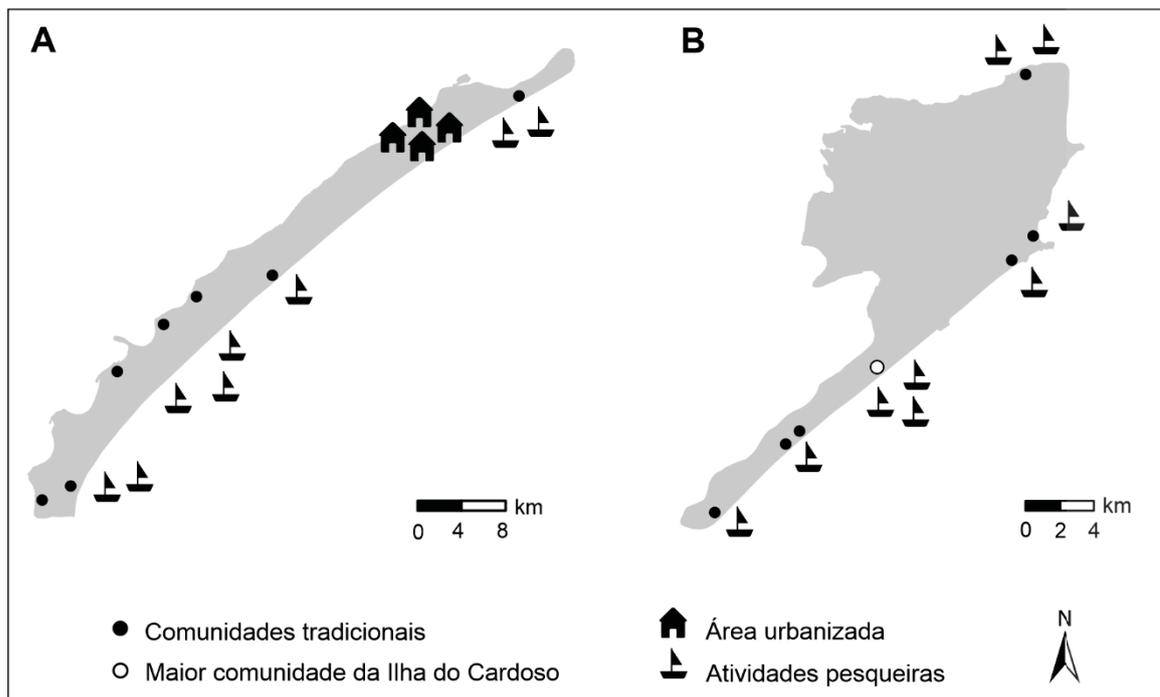


FIGURA 2 – Localização das comunidades tradicionais e área urbanizada na Ilha Comprida (A) e Ilha do Cardoso (B), no litoral sul do Estado de São Paulo. Fonte: A autora (2021), baseado em Santos (2012), Sessin-Dilascio e Sinisgalli (2016) e São Paulo (2019).

2.3 Aspectos climáticos

O clima da região é caracterizado como tropical úmido, sem estação seca (CAMARGO et al., 2009). A temperatura média é de 22,1 °C, com a média mais alta ocorrendo em fevereiro (25,8 °C) e a mais baixa em julho (18,2 °C). A região apresenta altos índices pluviométricos, com média anual de 2.079 mm. As maiores precipitações são registradas de dezembro a abril (média de 253 mm), com a maior média mensal ocorrendo no mês de janeiro (313 mm); enquanto as menores precipitações são registradas de maio a novembro (média de 116 mm), com a menor média mensal

ocorrendo em agosto (71,6 mm) (dados registrados entre 2000 e 2020 em Cananéia; CIIAGRO, 2021). Além disso, na região predominam ventos de sudoeste entre os meses de janeiro a setembro (46,7%) e ventos de leste de outubro a dezembro (20,9%) (BARBIERI; OLIVEIRA, 2015).

3 ESPÉCIES ESTUDADAS

A partir de um levantamento prévio no banco de dados do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS) <<https://simba.petrobras.com.br>>, foram selecionadas as sete espécies de aves marinhas com o maior registro de encalhes na região: *Fregata magnificens* (fragata ou tesourão), *Sula leucogaster* (atobá-marrom), *Puffinus puffinus* (bobo-pequeno), *Procellaria aequinoctialis* (pardela-preta), *Spheniscus magellanicus* (pinguim-de-Magalhães), *Thalassarche chlororhynchos* (albatroz-de-nariz-amarelo) e *Thalassarche melanophris* (albatroz-de-sobrancelha) (FIGURA 3). Das sete espécies, apenas duas (*Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*) residem no Brasil (NEVES et al., 2006) e são caracterizadas por apresentarem hábitos costeiros, por serem normalmente observadas próximas ao continente (COELHO et al., 1990; SICK, 2001). As demais são todas migratórias e apresentam hábitos oceânicos, ou seja, vivem em alto mar e aparecem próximas à costa apenas ocasionalmente (COELHO et al., 1990; SICK, 2001). Com exceção de *Puffinus puffinus*, única espécie proveniente das Ilhas Britânicas e Irlanda no Hemisfério Norte, as demais são migrantes do Hemisfério Sul, principalmente de ilhas subantárticas e do extremo sul do continente americano (SICK, 2001; NEVES et al., 2006).

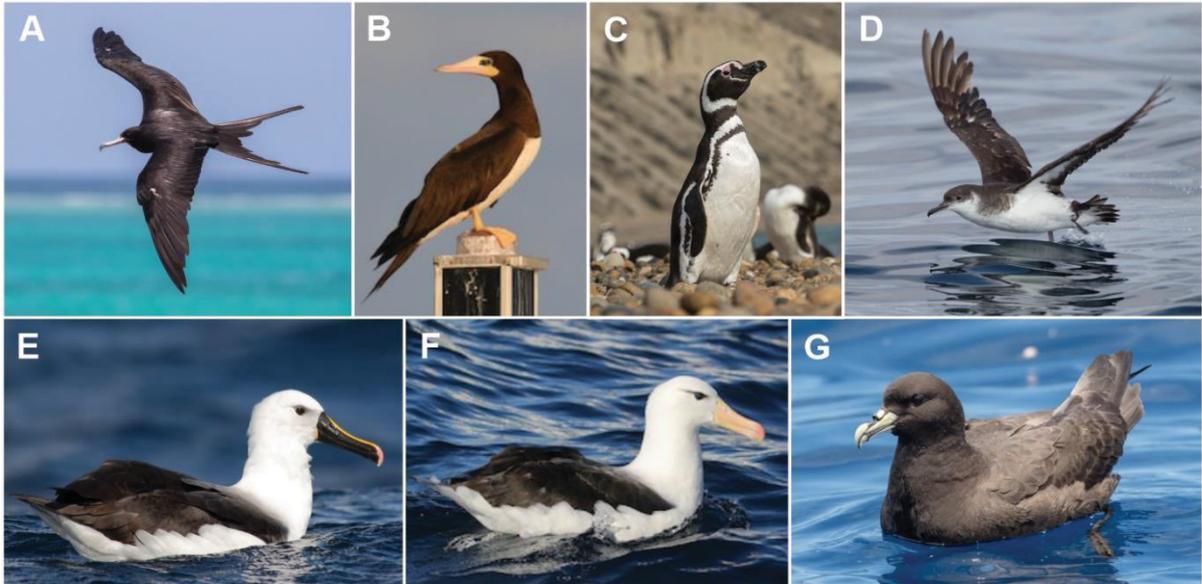


FIGURA 3 – Espécies estudadas: A) Fragata – *Fregata magnificens* (R) (Foto: Noah Frade); B) Atobá-marrom – *Sula leucogaster* (R) (Foto: Sam Miller); C) Pinguim-de-Magalhães – *Spheniscus magellanicus* (MS) (Foto: Evangelina Indelicato); D) Bobo-pequeno – *Puffinus puffinus* (MN) (Foto: Brian Sullivan); E) Albatroz-de-nariz-amarelo – *Thalassarche chlororhynchos* (MS) (Foto: Paul Lynch); F) Albatroz-de-sobrancelha – *Thalassarche melanophris* (MS) (Foto: Scott Olmstead); G) Pardela-preta – *Procellaria aequinoctialis* (MS) (Foto: Ian Davies). Residente (R), migrante do Hemisfério Sul (MS) e migrante do Hemisfério Norte (MN).

Fragata ou tesourão, *Fregata magnificens* Mathews, 1914 – pertence à família Fregatidae (Suliformes) e caracteriza-se principalmente pela cauda bifurcada e pelas asas bastante longas e estreitas, cuja envergadura pode superar os dois metros (SICK, 2001; BROOKE, 2002). Os machos apresentam coloração totalmente negra e saco gular vermelho; fêmeas possuem o peito branco. Os juvenis se distinguem principalmente pela cabeça e região ventral brancas (SICK, 2001). Por não apresentar boa impermeabilização das penas, a espécie realiza a pesca na superfície do mar (BROOKE, 2002) e pode cleptoparasitar outras aves em pleno voo (SICK, 2001).

Atobá-marrom, *Sula leucogaster* (Boddaert, 1783) – pertence à família Sulidae (Suliformes) e pode alcançar cerca de 140 cm de envergadura (VAN PERLO, 2009). Apresenta coloração predominantemente pardo-escuro, com exceção da porção posterior do peito e do abdômen, que são brancos nos adultos e acinzentados nos juvenis. O dimorfismo entre machos e fêmeas é discreto e se dá apenas pela coloração da região perioftálmica, que nos machos é de cor azulada e nas fêmeas é amarelada. Essas ainda apresentam uma mancha escura em frente ao olho, que é pouco definida nos machos (SICK, 2001). Pescam ativamente por meio de mergulhos

(BROOKE, 2002). Contudo, elas também podem ser observadas explorando iscas de pescadores (SICK, 2001).

Bobo-pequeno, *Puffinus puffinus* (Brünnich, 1764) – pertence à família Procellariidae (Procellariiformes) e caracteriza-se pelo porte pequeno (aprox. 35 cm de comprimento e 80 cm de envergadura), bico fino e escuro, região dorsal enegrecida e região ventral branca (SICK, 2001; VAN PERLO, 2009). Anualmente, os indivíduos dessa espécie saem da Europa em direção à América do Sul (SICK, 2001), chegando até a Argentina, onde passam o período de invernagem (VOOREN; BRUSQUE, 1999). Durante a viagem migratória, a espécie costuma passar pelo Brasil entre os meses de setembro a novembro (VOOREN; BRUSQUE, 1999) e é vista associada a embarcações pesqueiras (OLMOS; BUGONI, 2006).

Pardela-preta, *Procellaria aequinoctialis* (Linnaeus, 1758) – também pertencente à família Procellariidae (Procellariiformes), pode alcançar envergadura de até 140 cm. Caracteriza-se pela coloração marrom-escura uniforme, mancha branca na região do mento, às vezes ausente, e bico curto, mas bastante robusto, de cor esbranquiçada e contornos pretos (SICK, 2001; OLMOS et al., 2006). Durante o inverno, a espécie migra da Região Antártica e Subantártica em direção ao Brasil (NEVES et al., 2006), podendo ser encontrada no Estado de São Paulo aproximadamente entre os meses de abril e agosto (SICK, 2001). Os indivíduos dessa espécie possuem boa capacidade de mergulho, podendo atingir até 13 metros de profundidade (HUIN, 1994). Apesar disso, a espécie é bastante observada seguindo embarcações pesqueiras, principalmente espinheleiros, em busca de descartes, o que pode resultar em suas capturas incidentais (VOOREN; BRUSQUE, 1999; OLMOS et al., 2006).

Pinguim-de-magalhães, *Spheniscus magellanicus* (Forster, 1781) – ave da família Spheniscidae (Sphenisciformes), com até 70 cm de altura (VAN PERLO, 2009). Apresenta coloração branca e preta, sendo que o adulto se caracteriza pela presença de duas faixas negras na região do peito, ausentes nos juvenis (SICK, 2001). A espécie nidifica entre os meses de setembro a abril ao longo da costa do Chile, Argentina (Patagônia) e nas Ilhas Malvinas (VOOREN; BRUSQUE, 1999). Durante o inverno, os indivíduos, principalmente juvenis, se deslocam em direção ao Brasil, acompanhando a corrente fria das Malvinas, podendo chegar até o Estado da Bahia (SICK, 2001). Permanecem em águas brasileiras entre os meses de maio e outubro (SICK, 2001).

Albatroz-de-nariz-amarelo, *Thalassarche chlororhynchos* (Gmelin, 1789) – ave da família Diomedidae (Procellariiformes), com envergadura das asas chegando a aproximadamente dois metros. Apresenta coloração negra na face superior das asas e da cauda e restante do corpo branco acinzentado (SICK, 2001; OLMOS et al., 2006). Tem como principal característica o bico negro que, nos adultos, apresenta uma faixa amarela em seu cúlmen (SICK, 2001). Sua área de nidificação abrange o Arquipélago de Tristão da Cunha e Ilha Gough, localizados no centro-sul do Oceano Atlântico (NEVES et al., 2006). Na região sul e sudeste do Brasil, a espécie costuma aparecer com maior frequência durante o inverno, entre os meses de abril a agosto (SICK, 2001; OLMOS; BUGONI, 2006). Assim como outras espécies de albatrozes e petréis, *T. chlororhynchos* também tende a seguir embarcações pesqueiras, podendo interagir negativamente com esta atividade, principalmente na pesca com espinhel (VOOREN; BRUSQUE, 1999; NEVES et al., 2006).

Albatroz-de-sobrancelha, *Thalassarche melanophris* (Temminck, 1828) – também pertencente à família Diomedidae (Procellariiformes), apresenta envergadura e coloração semelhante à *T. chlororhynchos*, diferenciando-se pelo bico amarelado com a ponta alaranjada e por um traço cinza atravessando os olhos (SICK, 2001). Já os juvenis se diferenciam por apresentarem o bico de coloração acinzentada com a ponta mais escura (OLMOS et al., 2006). Os indivíduos da espécie que passam o período de internada no Brasil, aproximadamente entre os meses de maio a outubro, são principalmente juvenis, que costumam vir das Ilhas Malvinas, apesar da espécie também se reproduzir nas Ilhas Geórgia do Sul (OLMOS, 1997; OLMOS, 2002). Assim como *T. chlororhynchos*, essa espécie também costuma seguir embarcações pesqueiras (NEVES et al., 2006).

REFERÊNCIAS

- BARBIERI, E.; OLIVEIRA, M. DE. **Aves: Ilha Comprida**. São Paulo: KPMO, 1. ed., 2015.
- BOERSMA, P. D.; GARCÍA-BORBOROGLU, P.; GOWNARIS, N. J.; et al. Applying science to pressing conservation needs for penguins. **Conservation Biology**, v. 34, n. 1, p. 103–112, 2020.
- BRANCO, J. O. Descartes da pesca do camarão sete-barbas como fonte de alimento para aves marinhas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 293–300, 2001.
- BRANDÃO, M. L.; BRAGA, K. M.; LUQUE, J. L. Marine debris ingestion by Magellanic penguins, *Spheniscus magellanicus* (Aves: Sphenisciformes), from the Brazilian coastal zone. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 10, p. 2246–2249, 2011.
- BROOKE, M. L. Seabird systematics and distribution: A review of current knowledge. In: SCHREIBER, E. A.; BURGER, J. (Eds.). **Biology of Marine Birds**. Florida: CRC Press, 2002. p. 57–85
- CAMARGO, A. P.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R. R. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas, 2009. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/climasp/conceituacao.html>>. Acesso em: 01/07/2021.
- CAMPHUYSEN, C. J.; WRIGH, P. J.; LEOPOLD, M.; HÜPPOP, O.; REID, J. B. A review of the causes, and consequences at the population level, of mass mortalities of seabirds. In: FURNESS, R. W.; TASKER, M. L. (Ed.). **Diets of seabirds and consequences of changes in food suppl.** ICES Cooperative Research Report, n. 232, 1999. p. 51–66.
- CAMPOS, W. W. **Análise e mapeamento da estrutura da paisagem da Ilha Comprida, no litoral sul de São Paulo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-12032014-115428/>>. Acesso em: 08/07/2021.
- CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas, 2021. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>>. Acesso em: 01/07/2021.
- COELHO, E. P.; ALVES, V. S.; SONEGHET, M. L. L.; CARVALHO, F. S. Levantamento das aves marinhas no percurso Rio de Janeiro – Bahia (Brasil). **Bolm. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 161–167, 1990.
- COLABUONO, F. I.; VOOREN, C. M. Hábitos alimentares de alguns albatrozes e petréis na região sul do Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 83-102.

COLABUONO, F. I.; TANIGUCHI, S.; MONTONE, R. C. Organochlorine contaminants in albatrosses and petrels during migration in South Atlantic Ocean. **Chemosphere**, v. 86, n. 7, p. 701–708, 2012.

DI BENEDITTO, A. P. M.; SANTOS, R. A. D.; ROSA, K. R.; SICILIANO, S. Magellanic penguins: stomach contents and isotopic profiles to assess the feeding demands of juveniles in a wintering area off Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 95, n. 2, p. 423–430, 2015.

FARIA, F. A.; BURGUEÑO, L. E. T.; WEBER, F. DOS S.; SOUZA, F. J. DE; BUGONI, L. Unusual Mass Stranding of Atlantic Yellow-Nosed Albatross (*Thalassarche chlororhynchos*), Petrels and Shearwaters in Southern Brazil. **Waterbirds**, v. 37, n. 4, p. 446–450, 2014.

FARINACCIO, A. **Impactos na dinâmica costeira decorrentes de intervenções em praias arenosas e canais estuarinos de áreas densamente ocupadas no litoral de São Paulo, uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas**. 2008. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-25062008-150136/>>. Acesso em: 8/7/2021.

GARCÍA-BORBOROGLU, P.; BOERSMA, P. D.; RUOPPOLO, V.; et al. Magellanic penguin mortality in 2008 along the SW Atlantic coast. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 10, p. 1652–1657, 2010.

GERACI, J. R.; LOUNSBURY, V. J. **Marine mammals ashore: a field guide for strandings**. Galveston, Tex: Sea Grant College Program, Texas A&M University, 1993.

HENRIQUE, W.; MENDES, I. A. Areias em movimento - um estudo sobre a morfodinâmica da Ilha Comprida - SP. **Geografia**, Rio Claro, v. 24, n. 3, p. 69-92, 1999.

HUIN, N. Diving Depths of White-Chinned Petrels. **The Condor**, v. 96, n. 4, p. 1111–1113, 1994.

IBGE. *População estimada*: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2020, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ilha-comprida/panorama>>. Acesso em: 06/07/2021.

MÄDER, A.; SANDER, M.; CASA JR, G. Ciclo sazonal de mortalidade do pinguim-de-magalhães, *Spheniscus magellanicus* influenciado por fatores antrópicos e climáticos na costa do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 18, n. 3, p. 228–233, 2010.

MENDONÇA, J. T. Caracterização da pesca artesanal no litoral sul de São Paulo – Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 479-492, 2015.

MENDONÇA, J. T.; KATSURAGAWA, M. Caracterização da pesca artesanal no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil (1995-1996). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 535-547, 2001.

NEVES, T.; VOOREN, C. M.; BUGONI, L.; OLMOS, F.; NASCIMENTO, L. Distribuição e abundância de aves marinhas na região sudeste sul do Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 11-35.

OLMOS, F. Seabirds attending bottom long-line fishing off southeastern Brazil. **Ibis**, v. 139, n. 4, p. 685–691, 1997.

OLMOS, F. Non-breeding seabirds in Brazil: a review of band recoveries. **Ararajuba**, v. 10, n. 3, p. 31-42, 2002.

OLMOS, F.; BUGONI, L.A. Agregações de aves marinhas associadas à pesca de espinhel-de-fundo na Região Sudeste-Sul do Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 69-81.

OLMOS, F.; BUGONI, L.; NEVES, T.; PEPPE, F. Caracterização das aves oceânicas que interagem com a pesca de espinhel no Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 37-67.

PALECZNY, M.; HAMMILL, E.; KARPOUZI, V.; PAULY, D. Population Trend of the World's Monitored Seabirds, 1950-2010. **PLOS ONE**, v. 10, n. 6, p. e0129342, 2015.

VAN PERLO. **A field guide to the birds of Brazil**. New York: Oxford University Press, 2009.

PETRY, M. V.; FONSECA, V. S. S. Effects of human activities in the marine environment on seabirds along the coast of Rio Grande do Sul, Brazil. **Ornitologia Neotropical**, v. 13, p. 137–142, 2002

SANTOS, V.C. **Alterações Ambientais no Município de Ilha Comprida, SP: estudo de caso da comunidade caiçara do bairro de Pedrinhas**. 2012 Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2012.

SÃO PAULO. **Diagnóstico – APA Ilha Comprida**. 2019. Disponível em: <https://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/APAIComprida/Diagnostico_APA_Ilha%20Comprida_20-03-19.pdf>. Acesso em: 16/08/2021.

SESSIN-DILASCIO, K.; SINISGALLI, P. A. A. Gestão adaptativa e capital social na gestão de unidades de conservação integrais brasileiras – o estudo de caso do parque industrial da Ilha do Cardoso e da Comunidade do Marujá. In: Jacobi, P. D. (org.),

Conhecimento interdisciplinar, governança ambiental e sociedade. São Paulo: IEE-USP e PROCAM-USP, 1 ed., 2016. p. 183–200.

SICK, H. **Ornitologia brasileira.** Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2001.

SILVA, J. DE L.; OLIVEIRA, R. C. DE. Parque Estadual Ilha do Cardoso: considerações sobre ordenamento territorial e estratégias de manejo. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento.** Campinas: INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – UNICAMP, 2017. p.1046–1058. Disponível em: <<http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2018>>. Acesso em: 20/7/2021.

TAVARES, D. C.; FULGENCIO DE MOURA, J.; SICILIANO, S. Environmental Predictors of Seabird Wrecks in a Tropical Coastal Area. **PLOS ONE**, v. 11, n. 12, 2016.

TESSLER, M. G.; SUGUIO, K.; MAHIQUES, M. M. DE; FURTADO, V. V. Evolução temporal e espacial da desembocadura lagunar de Cananéia (SP). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 38, n. 1, p. 23–29, 1990.

VOOREN, C. M.; BRUSQUE, L. F. **As aves do ambiente costeiro do Brasil: biodiversidade e conservação.** Rio Grande do Sul, 1999.

WEBER, W. **Geologia e Geocronologia da Ilha do Cardoso, sudeste do Estado de São Paulo.** 1998. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotectônica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-14102015-155051/>>. Acesso em: 08/07/2021.

WIESE, F. K.; JONES, I. L. Experimental Support for a New Drift Block Design to Assess Seabird Mortality from Oil Pollution. **Auk**, v. 118, p. 1062–1068, 2001.

CAPÍTULO I

Distribuição espaço-temporal dos encalhes de aves marinhas no litoral sul do Estado de São Paulo: fatores ambientais e antrópicos relacionados

RESUMO

O encalhe de aves marinhas é um fenômeno frequente na costa brasileira e seu estudo é essencial para a compreensão dos fatores naturais e antrópicos envolvidos. Este estudo teve como objetivos: 1) caracterizar os indivíduos encalhados quanto ao estágio de desenvolvimento e razão sexual; 2) descrever a distribuição temporal e espacial dos encalhes; 3) quantificar a ocorrência das interações com atividades pesqueiras; e 4) analisar a influência de condições meteorológicas e oceanográficas na ocorrência dos encalhes. Foram estudadas duas espécies de aves marinhas residentes (*Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*) e cinco migratórias (*Puffinus puffinus*, *Procellaria aequinoctialis*, *Spheniscus magellanicus*, *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*), cujos indivíduos foram encontrados entre os anos de 2016 e 2019 nas praias da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, litoral sul do Estado de São Paulo. As frequências obtidas para o estágio de desenvolvimento (juvenil/adulto) e sexo foram comparadas para cada espécie por testes binomiais. Com base na data dos encalhes, foram determinadas as distribuições anuais para cada ilha e as distribuições mensais para cada espécie. As frequências de indivíduos que interagiram ou não com a pesca foram comparadas entre os anos por meio de testes de Qui-quadrado. Testes binomiais foram aplicados para comparar as frequências obtidas em cada ano e em cada espécie. As análises espaciais foram realizadas por meio de análises de densidade de *Kernel*. Para testar a influência das condições ambientais (precipitação, direção do vento, ocorrência de ressacas e maré) na ocorrência de encalhes, foi ajustado um modelo linear generalizado. Foram registrados 3.316 encalhes entre 2016 e 2019, sendo 2.944 na Ilha Comprida e 372 na Ilha do Cardoso. As espécies mais recorrentes foram *Spheniscus magellanicus* (67,3%) e *Puffinus puffinus* (11,7%). Indivíduos adultos predominaram nas amostras de *Fregata magnificens* (72%), *Sula leucogaster* (62,6%) e *Thalassarche chlororhynchos* (60,6%). Juvenis predominaram nas amostras de *Puffinus puffinus* (70,3%), *Spheniscus magellanicus* (97%) e *Thalassarche melanophris* (91,5%). As proporções sexuais diferiram para *Fregata magnificens* (machos: 72,9%) e *Spheniscus magellanicus* (fêmeas: 65,2%). Encalhes de *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster* ocorreram em quase todos os meses, mas com maior frequência no início do segundo semestre. Espécimes de *Puffinus puffinus* foram registrados principalmente em outubro (54,4%) e novembro (26,2%). Para os migrantes do Hemisfério Sul, foram registrados encalhes principalmente de maio a dezembro, com picos no mês de agosto para *Spheniscus magellanicus* (46,5%) e no mês de setembro para *Thalassarche chlororhynchos* (48,7%). Na Ilha Comprida, os encalhes se concentraram nas regiões centro-sul e centro-norte. Na Ilha do Cardoso, os encalhes também se concentraram na região centro-sul e foram pouco frequentes no norte da ilha. As espécies que mais interagiram negativamente com a pesca foram *Spheniscus magellanicus* (52,2%), *Fregata magnificens* (24,2%) e *Sula leucogaster* (17,1%). Os encalhes desses indivíduos se concentraram nas mesmas regiões anteriormente citadas para ambas as ilhas. Apenas as variáveis vento e ressaca e a sua interação influenciaram significativamente na ocorrência de encalhes. Ventos do quadrante Sul, ocorrência de ressacas e a interação de ventos do quadrante Oeste com evento de ressaca aumentaram a chance de ocorrência de encalhes.

Palavras-chave: Aves marinhas residentes. Aves marinhas migratórias. Ilha Comprida. Ilha do Cardoso. Atividades pesqueiras.

ABSTRACT

Seabirds stranding is a frequent phenomenon on the Brazilian coast and its study is essential for understanding the natural and anthropogenic factors involved. Thus, this chapter aimed to: 1) characterize stranded individuals as to their stage of development and sexual ratio; 2) describe the temporal and spatial distribution of strandings; 3) quantify the occurrence of interactions with fishing activities; and 4) analyze the influence of meteorological and oceanographic conditions on the occurrence of strandings. We studied two resident seabirds (*Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*) and five migratory species (*Puffinus puffinus*, *Procellaria aequinoctialis*, *Spheniscus magellanicus*, *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*), whose individuals were found stranded between 2016 and 2019 on the beaches of Ilha Comprida and Ilha do Cardoso, on the southern coast of São Paulo State, southeastern Brazil. The frequencies obtained for stage of development (juvenile/adult) and sex were compared for each species by binomial tests. Based on the date of strandings, the annual distributions for each island and the monthly distributions for each species were determined. The frequencies of individuals that interacted or not with fishing were compared between years using Chi-square tests. Binomial tests were used to compare the frequencies obtained in each year and in each species. Spatial analysis were performed using Kernel density analysis. To test the influence of environmental conditions (precipitation, wind direction, occurrence of storm surge and tide) on the occurrence of strandings, a generalized linear model was fitted. There were 3316 strandings between 2016 and 2019, 2944 on Ilha Comprida and 372 on Ilha do Cardoso. The most recurrent species were *Spheniscus magellanicus* (67.3%) and *Puffinus puffinus* (11.7%). Adults predominated in samples of *Fregata magnificens* (72%), *Sula leucogaster* (62.6%) and *Thalassarche chlororhynchos* (60.6%), and juveniles in *Puffinus puffinus* (70.3%), *Spheniscus magellanicus* (97%) and *Thalassarche melanophris* (91.5%). The sex ratios differed for *Fregata magnificens* (males: 72.9%) and *Spheniscus magellanicus* (females: 65.2%). Strandings of *Fregata magnificens* and *Sula leucogaster* occurred almost every month, but more frequent at the beginning of the second semester. Specimens of *Puffinus puffinus* were recorded mainly in October (54.4%) and November (26.2%). For migrants from the Southern Hemisphere, strandings were recorded mainly from May to December, with peaks in August for *Spheniscus magellanicus* (46.5%) and in September for *Thalassarche chlororhynchos* (48.7%). On Ilha Comprida, strandings were concentrated in the central-south and central-north regions. On Ilha do Cardoso, strandings were also concentrated in the central-south region and were infrequent in the north of the island. The species that most negatively interacted with fishing were *Spheniscus magellanicus* (52.2%), *Fregata magnificens* (24.2%) and *Sula leucogaster* (17.1%). Strandings were concentrated in the same regions mentioned above for both islands. Wind and storm surge influenced the occurrence of strandings. Winds from the South quadrant, occurrence of storm surge and the interaction of winds from the West quadrant with storm surge event increased the chance of occurrence of strandings.

Keywords: Resident seabirds. Migratory seabirds. Ilha Comprida. Ilha do Cardoso. Fishing.

1 INTRODUÇÃO

Os animais marinhos encalhados nas praias podem fornecer importantes informações sobre a história de vida das espécies e sobre suas relações com o ambiente e com as atividades antrópicas. Todos os anos, diversos tetrápodes marinhos são encontrados encalhados em praias ao redor do mundo, estando entre eles inúmeras aves (DAU et al., 2009; BRUSIUS et al., 2020). Devido ao hábito migratório de várias espécies de aves marinhas, é esperado que muitos indivíduos, principalmente juvenis, sofram com o desgaste físico do deslocamento e acabem morrendo (VOOREN; BRUSQUE, 1999; SICK, 2001). Contudo, o encalhe de aves migratórias e também de indivíduos de espécies residentes pode ser influenciado por outros fatores, decorrentes de causas naturais ou antrópicas.

Os encalhes podem ocorrer em eventos isolados ou em grandes números. Encalhes isolados são normalmente resultantes de condições crônicas de má nutrição ou doenças (MARIANI et al., 2019), mas também podem ocorrer devido a incidentes agudos, como, por exemplo, após a interação negativa de um indivíduo com uma atividade antrópica (PELANDA, 2007). Já os encalhes em massa podem resultar em dezenas ou centenas de indivíduos encontrados em um único evento (JESSUP et al., 2009; GARCÍA-BORBOROGLU et al., 2010; HAMAN et al., 2013; FARIA et al., 2014). Dentre os fatores relacionados a esses eventos estão: as condições meteorológicas adversas (por exemplo, tempestades e frio intenso); a escassez de alimentos; as interações com atividades pesqueiras, que resultam em capturas acessórias; a poluição (por exemplo, derramamento de petróleo ou outros produtos químicos); e doenças (CAMPHUYSEN et al., 1999). Além disso, os encalhes podem ser resultado de uma combinação desses fatores (CAMPHUYSEN et al., 1999).

Estudos analisando o impacto de condições meteorológicas adversas têm demonstrado que muitas espécies são sensíveis a essas condições. Newton et al. (2009) observaram que a ocorrência de tempestades, associada à diminuição da disponibilidade de presas, apresentou relação com os eventos de encalhe do bobo-escuro (*Puffinus griseus*), que é uma ave migratória. Resposta semelhante foi observada para o atobá-marrom (*Sula leucogaster*) e para a gaivota (*Larus dominicanus*), ambas espécies residentes (TAVARES et al., 2016). Além da influência direta em aves vivas, algumas condições meteorológicas e oceanográficas – tais como direção do vento, correntes e altura das ondas – também podem influenciar no

movimento de deriva de aves que morreram em alto mar, levando à maior ou menor deposição de carcaças nas praias (WIESE; JONES, 2001; TAVARES et al. 2016). Outro fator que pode influenciar na deposição de carcaças é a característica geográfica da região costeira. A maior exposição das praias à ação das ondas pode favorecer a ocorrência dos encalhes (OLSON et al., 2020) e, dessa forma, influenciar em sua distribuição ao longo da costa.

Entre os fatores de origem antrópica relacionados aos encalhes está a interação com artefatos pesqueiros, considerada uma das principais ameaças às aves marinhas (NEVES et al., 2006; CLAY et al., 2019). Essas interações costumam ocorrer quando as aves buscam por descartes de pesca e iscas (VOOREN; BRUSQUE, 1999; SICK, 2001; OLMOS et al., 2006) ou quando acidentalmente acabam se emaranhando em artefatos pesqueiros em atividade ou abandonados (CARDOSO et al., 2011; ŽYDELIS; SMALL; FRENCH, 2013; COSTA et al., 2020). Um exemplo bastante relatado são os casos de interação de albatrozes e petréis com a pesca de espinhel (NEVES et al., 2007; ANDERSON et al., 2011). Ao ficarem presas em anzóis, as aves acabam morrendo afogadas ou são libertadas com ferimentos (VOOREN; BRUSQUE, 1999). Já para a maioria das espécies de pinguins, são relatadas interações com diversos petrechos de pesca (redes de emalhe, redes de arrasto, espinhel e redes de cerco) em diferentes partes do mundo (CRAWFORD et al., 2017). No Brasil, as capturas mais significativas de pinguins-de-magalhães foram observadas apenas em redes de emalhe (CRAWFORD et al., 2017).

Apesar dos encalhes serem em parte resultantes de causas naturais, há um excedente que ocorre por causas antrópicas e que pode ter efeitos negativos sobre as populações, principalmente quando adultos reprodutores são afetados (FARIA et al., 2014). Logo, conhecer a distribuição espaço-temporal dos encalhes, compreender a influência de variáveis ambientais e identificar a ocorrência de interações com atividades antrópicas podem contribuir para o direcionamento de esforços de conservação (MÄDER et al., 2010; BOERSMA et al., 2020).

Com base no exposto, levantamos as seguintes hipóteses: (I) a distribuição espacial dos encalhes é heterogênea e influenciada pela presença de atividades antrópicas ou pelas características geográficas da região costeira; e (II) a ocorrência de encalhes está diretamente relacionada às condições ambientais.

Assim, o presente estudo teve como objetivos: 1) caracterizar, quanto ao estágio de desenvolvimento e razão sexual, os indivíduos de sete espécies de aves

marinhas encalhados na Ilha Comprida e Ilha do Cardoso; 2) descrever a distribuição temporal e espacial dos encalhes; 3) quantificar a ocorrência das interações com atividades pesqueiras e descrever as distribuições espaciais desses indivíduos; e 4) analisar a influência de condições meteorológicas e oceanográficas na ocorrência dos encalhes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado nas praias do Município de Ilha Comprida (de 24°40'27"S, 47°25'40"W a 25°03'05"S, 47°54'45"W) e do Parque Estadual Ilha do Cardoso (de 25°03'53"S, 47°54'25"W a 25°18'15"S, 48°05'41"W), ambos no litoral sul do Estado de São Paulo (FIGURA 1). A Ilha Comprida possui uma extensão de aproximadamente 70 km de faixa de areia contínua. Enquanto a Ilha do Cardoso possui uma extensão litorânea de cerca de 40 km, formada por praias recortadas por costões rochosos ao norte e longos trechos de praias ao sul. Para mais informações sobre a área de estudo, ver Introdução Geral.

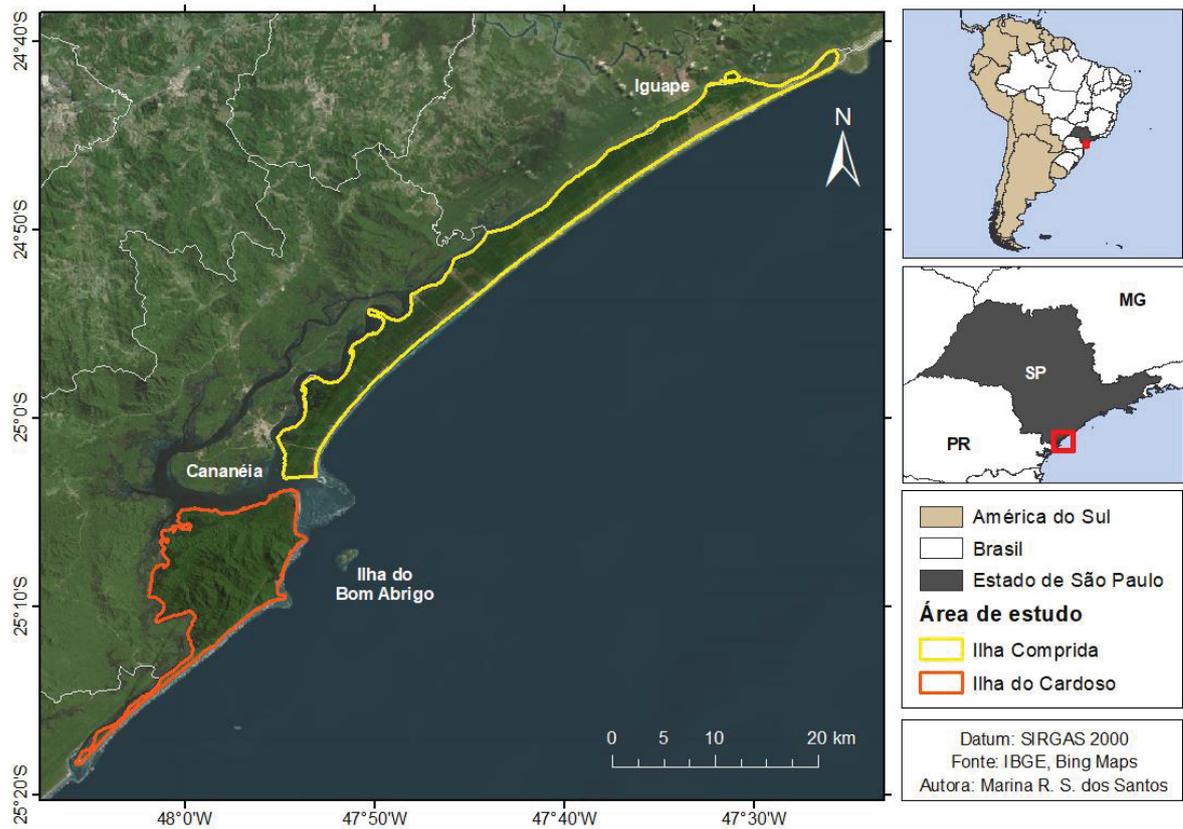


FIGURA 1 – Localização das áreas de estudo, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, no litoral sul do Estado de São Paulo. Fonte: A autora (2021).

2.2 Monitoramento da área

As duas ilhas são monitoradas desde agosto de 2015 pela equipe de campo do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS), executado na região pelo Instituto de Pesquisas Cananéia (IPeC). O PMP-BS é uma atividade desenvolvida para atender à condicionante de licenciamento ambiental das atividades da Petrobras, que realiza a exploração e produção de petróleo e gás natural na região da Bacia de Santos. O objetivo do Projeto é avaliar possíveis impactos dessas atividades sobre aves, tartarugas e mamíferos marinhos. Para isso, é realizado o monitoramento das praias e atendimento veterinário aos animais vivos e necropsia dos animais mortos (PETROBRAS, 2019).

O regime de monitoramento ocorre de forma ativa, cuja frequência pode ser diária ou semanal, ou por meio do acionamento pela rede de colaboradores (PETROBRAS, 2017). No regime ativo, as equipes de campo se deslocam pela faixa de areia visando ao registro e coleta de informações dos tetrápodes encalhados e

fazer a destinação das carcaças ou atendimento aos animais vivos. No regime por acionamento, a comunidade pode comunicar à instituição executora a presença de um animal na praia. Nesse caso, a instituição envia uma equipe para o local (PETROBRAS, 2017).

O monitoramento ativo é realizado diariamente em ambas as ilhas. Na Ilha Comprida o monitoramento se estende por aproximadamente 60 km, sendo realizado com o uso de um veículo motorizado. A extensão litorânea restante está sob o regime de acionamento pela rede de colaboradores. Na Ilha do Cardoso o monitoramento diário é realizado em um trecho de aproximadamente 20 km. Parte do trecho restante é monitorado uma vez por semana (cerca de 5,4 km) e os demais 9 km estão sob o regime de acionamento (PETROBRAS, 2017) (FIGURA 2). Na Ilha do Cardoso o monitoramento é feito de bicicleta.

Para todos os anos, o regime de monitoramento seguiu o apresentado na Figura 2. Apenas no ano de 2016, o monitoramento na Ilha Comprida foi realizado alternando seis dias com monitoramento e seis dias sem o mesmo. Nos demais anos, o monitoramento diário nessa ilha foi realizado sem interrupção.

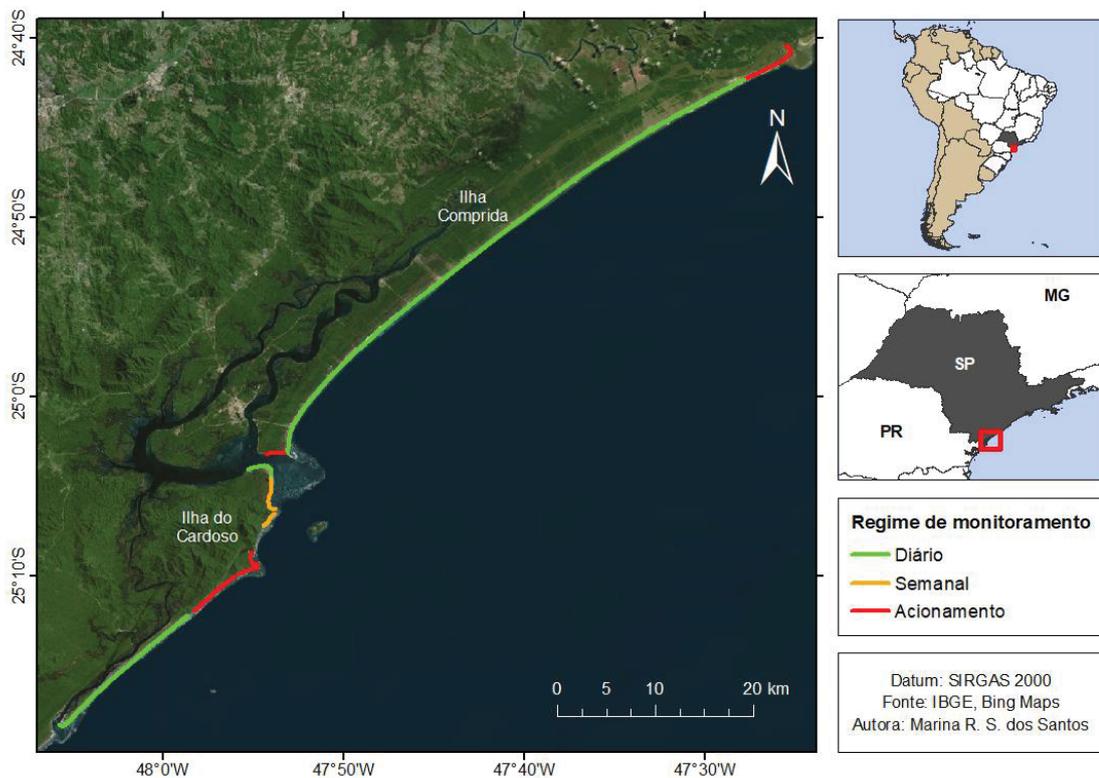


FIGURA 2 – Estratégias de monitoramento executadas nas praias da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso. Fonte: A autora (2021), baseado em Petrobras (2017).

2.3 Espécies estudadas

Foram estudadas as sete espécies de aves marinhas com o maior registro de encalhes na região:

- Espécies residentes no Brasil:
 - Fragata ou tesourão, *Fregata magnificens* Mathews, 1914
 - Atobá-marrom, *Sula leucogaster* (Boddaert, 1783)
- Espécie migratória do Hemisfério Norte:
 - Bobo-pequeno, *Puffinus puffinus* (Brünnich, 1764)
- Espécies migratórias do Hemisfério Sul:
 - Pardela-preta, *Procellaria aequinoctialis* (Linnaeus, 1758)
 - Pinguim-de-magalhães, *Spheniscus magellanicus* (Forster, 1781)
 - Albatroz-de-nariz-amarelo, *Thalassarche chlororhynchos* (Gmelin, 1789)
 - Albatroz-de-sobrancelha, *Thalassarche melanophris* (Temminck, 1828)

Para mais informações sobre as espécies, ver Introdução Geral.

2.4 Obtenção de dados

Os dados analisados neste capítulo foram coletados entre os anos de 2016 e 2019 pela equipe do IPeC e estão disponíveis no banco de dados do PMP-BS <<https://simba.petrobras.com.br>>. Além dos indivíduos encontrados mortos, foram também utilizados os registros de ocorrência das aves que morreram após dar entrada no Centro de Reabilitação e Despetrolização de Animais Marinhos do IPeC.

Foram selecionados para o presente estudo os dados referentes ao (1) estágio de desenvolvimento e sexo dos indivíduos, (2) a data e localização geográfica dos encalhes e (3) a presença de indícios de interações com atividades pesqueiras, todos obtidos em campo. A consulta aos registros fotográficos de cada ave, também presentes no banco de dados, foi utilizada para confirmar a identificação das espécies, o sexo nas espécies dimórficas, o estágio de desenvolvimento e para identificar a presença de indícios externos de interação com atividades pesqueiras.

A consulta a informações obtidas durante as necropsias foi utilizada para a obtenção dos dados que não puderam ser coletados em campo e para complementação dos dados referentes à presença de indícios de interações

antrópicas. Foram encaminhadas para necropsia as carcaças em boas condições de conservação ou em decomposição moderada (TABELA 1). Excepcionalmente, carcaças em decomposição avançada, de espécies migratórias com menores frequências de encalhes (p. ex. albatrozes e petréis), também foram necropsiadas. Os procedimentos de captura, coleta e transporte de material biológico foram autorizados pela licença ABIO N° 1169/2019.

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE CARCAÇAS DE AVES MARINHAS.

Estado	Características
Animal vivo	Não se aplica.
Carcaça em boas condições	EXAME EXTERNO: Aparência normal, pouca ação de animais necrófagos, penas e bicos firmes, com coloração normal para a espécie. EXAME INTERNO: musculatura e gordura firmes, órgãos íntegros, sem alteração de arquitetura e consistência.
Decomposição moderada	EXAME EXTERNO: Aparência normal, protusão leve de cloaca, pele da região abdominal com embebição biliar, olhos ressecados, desprendimento da pele das patas. EXAME INTERNO: órgãos tingidos pela embebição hemolítica e biliar, manutenção da arquitetura e consistência dos órgãos e vísceras, intestinos dilatados por gás.
Decomposição avançada	EXAME EXTERNO: Desprendimento das penas, descolamento da pele do subcutâneo, sinais evidentes de predação de carcaça por animais necrófagos, odor forte. EXAME INTERNO: gordura macia ou liquefeita, perda da arquitetura e consistência normal dos órgãos (liquefeitos ou com bolhas de gás)
Carcaça mumificada ou restos de esqueleto	Não se aplica.

Fonte: Adaptado de Petrobras (2019).

Também foram obtidos dados ambientais diários de precipitação, ocorrência e direção de ventos acima de 50 km/h e ocorrência de ressacas para a área de estudo entre os anos de 2016 e 2019. Os índices pluviométricos foram consultados no banco de dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) <<http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/>> para o município de Ilha Comprida. Dados faltantes nos registros do CEMADEN foram complementados pelos índices pluviométricos do Município de Cananéia, obtidos no banco de dados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO)

<<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>>. As informações sobre as condições do vento e avisos de ressacas foram solicitadas ao Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil. Por fim, também foram consultadas as fases da Lua <<https://www.iag.usp.br/astrologia/datas-de-mudanca-das-fases-da-lua>> para determinar os períodos de ocorrência de marés de sizígia e quadratura para os anos de 2016 a 2019.

2.4.1 Estágio de desenvolvimento e sexo

O estágio de desenvolvimento foi avaliado com objetivo de detectar a possível predominância no encalhe de juvenis ou adultos nas diferentes espécies. A determinação do estágio de desenvolvimento foi realizada com base no padrão de coloração da plumagem (para *Fregata magnificens*, *Sula leucogaster* e *Spheniscus magellanicus*) e na coloração do bico (para *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*). Com base nessas características, os indivíduos foram classificados em juvenis ou adultos (SICK, 2001; BUGONI; FURNESS, 2009a; PETROBRAS, 2019). A partir da coloração do bico, também foram identificados os juvenis com menos de um ano de idade para as duas espécies de *Thalassarche* (BUGONI; FURNESS, 2009a). Para *Spheniscus magellanicus*, indivíduos com plumagem juvenil estão no primeiro ano de vida (VANSTREELS et al., 2013).

Para *Puffinus puffinus* e *Procellaria aequinoctialis*, o estágio de desenvolvimento foi determinado apenas para os indivíduos que foram submetidos à necropsia, por meio da avaliação da presença ou ausência de órgãos linfoides (bursa de Fabricius e timo). A presença desses órgãos é característica para os indivíduos juvenis (SANTOS; FLORES, 2018; PETROBRAS, 2019).

O sexo dos indivíduos foi avaliado com objetivo de detectar a possível predominância no encalhe de machos ou fêmeas nas diferentes espécies. A identificação do sexo foi realizada por meio da avaliação da coloração da plumagem em *Fregata magnificens* e pela coloração da região perioftálmica em *Sula leucogaster* (SICK, 2001). Para as demais espécies, o sexo foi determinado apenas para os indivíduos que foram submetidos à necropsia, com base na análise macroscópica das gônadas (SILVA FILHO; RUOPPOLO, 2014).

2.4.2 Data e localização geográfica dos encalhes

A data de ocorrência foi utilizada para descrever a distribuição anual dos encalhes nas diferentes espécies e nas duas ilhas e para descrever a distribuição mensal dos encalhes nas diferentes espécies. Já a localização geográfica (latitude e longitude) foi utilizada para descrever a distribuição espacial dos encalhes nas duas ilhas entre os diferentes anos. Indivíduos que foram deslocados do local de encalhe e transportados para outra localização, antes da equipe de campo chegar, foram excluídos da análise.

2.4.3 Indícios de interações com atividades pesqueiras

A identificação da presença de interações com atividades pesqueiras foi realizada a fim de quantificar a ocorrência dessas interações nas diferentes espécies e, posteriormente, verificar a distribuição espacial dos encalhes de indivíduos que interagiram com a pesca. Foram considerados como indícios externos de interações com atividades pesqueiras: presença de decapitação ou amputação (sendo desconsiderados os casos em que a perda do membro ocorreu por conta de uma possível decomposição ou predação); aptéria (i.e. ausência de penas) e hematomas nas asas – resultantes de uma provável interação com redes de pesca (EWBANK et al., 2020); e artefatos de pesca presos ao corpo das aves (FIGURA 3). Casos de lesões nas asas – observados em espécimes de *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster* e identificados pelas necropsias como resultantes de agressões – também foram considerados indícios de interação com a pesca (PELANDA, 2007). Foram excluídos dessa etapa do estudo os registros de ocorrência de encalhe sem fotos e as carcaças mumificadas ou restos de esqueleto. A interação foi considerada presente em todos os indivíduos que apresentaram pelo menos um dos indícios anteriormente citados. Para os casos em que não foi possível avaliar o indivíduo, devido a registros fotográficos insuficientes ou decomposição avançada, a interação foi classificada como “Indeterminada”.



FIGURA 3 – Indícios externos de interação antrópica. A) Aptéria em face dorsal da asa esquerda de *Spheniscus magellanicus*; B) Hematomas em face ventral da asa direita de *Spheniscus magellanicus*; C) Amputação dos membros posteriores de *Sula leucogaster*; D) Artefato pesqueiro preso ao bico de *Sula leucogaster*. Fotos: IPeC.

2.4.4 Dados ambientais (meteorológicos e oceanográficos)

As condições meteorológicas e oceanográficas na área de estudo foram obtidas com o objetivo de identificar a possível influência de determinadas condições na ocorrência de encalhes. Para cada dia entre os anos de 2016 e 2019, foi verificada a precipitação acumulada nos sete dias anteriores à data avaliada, independente da ocorrência ou não de encalhes nessa data. Também foi verificado se houve a ocorrência de vento acima de 50 km/h e de ressaca na região em pelo menos um dos sete dias anteriores (FIGURA 4). O intervalo de sete dias foi escolhido devido ao fato de as carcaças poderem permanecer à deriva no mar por, em média, oito dias antes de encalharem (MATSUURA, 1975, WIESE, 2003). Também foi verificada se na data em questão ocorria maré de sizígia ou de quadratura, devido ao fato da maré de sizígia elevar a altura das ondas, inclusive favorecendo a ocorrência de ressaca (MACHADO et al., 2019).

Devido à grande variação na precipitação entre os meses do ano na área de estudo (CIIAGRO, 2021), optamos por categorizar a precipitação em baixa (1º intervalo quartílico), média (2º intervalo quartílico), alta (3º intervalo quartílico) e muito alta (4º intervalo quartílico). Para isso, foram utilizados os valores de precipitação

acumulada obtidos anteriormente para determinar os intervalos quartílicos de cada mês (Anexo 5).

A condição do vento foi consultada nos avisos de mau tempo emitidos pelo Centro de Hidrografia da Marinha. Esses avisos são emitidos quando há a possibilidade de ocorrência de ventos acima de 50 km/h próximos à costa ou em mar aberto. Para a área de estudo, são mais frequentes os ventos fortes (50 a 61 km/h) e muito fortes (62 a 74 km/h), classificados conforme a escala Beaufort (MARINHA DO BRASIL, 2020). A direção dos ventos, também informada nos avisos de mau tempo, foi categorizada neste estudo nos seguintes quadrantes: Norte (316° a 45°), Leste (46° a 135°) Sul (136° a 225°) e Oeste (226° a 315°). Avisos para ventos a Leste da longitude 46°W foram desconsiderados, devido a menor probabilidade de encalhes de carcaças que se encontram a grandes distâncias da costa (MATSUURA, 1975; HLADY; BURGER, 1993).

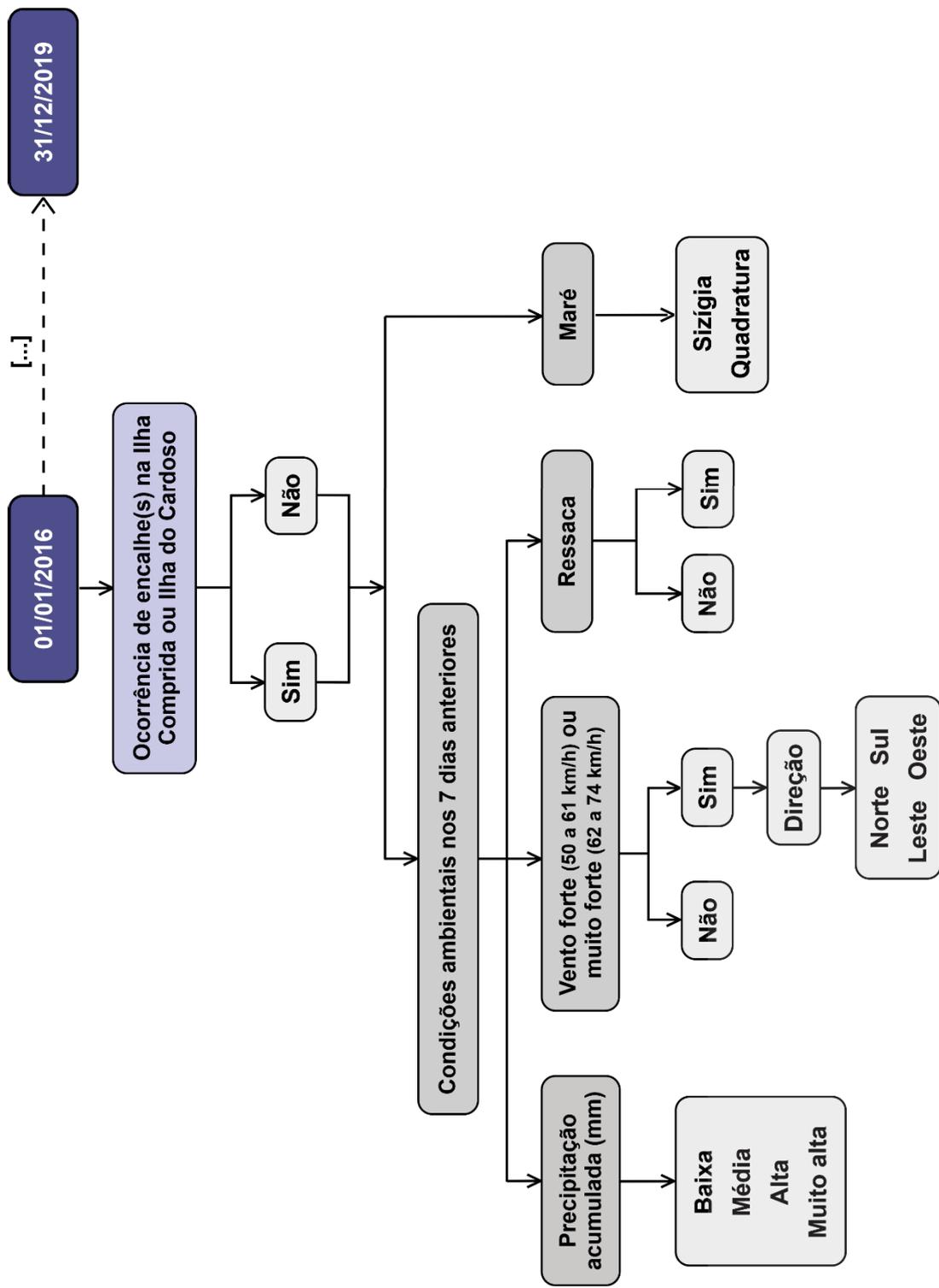


FIGURA 4 – Procedimento de obtenção dos dados ambientais (meteorológicos e oceanográficos) consultados para todos os dias entre os anos de 2016 e 2019, independente de ocorrência ou não de encalhes. Fonte: A autora (2021).

2.5 Análise de dados

A caracterização da amostra foi feita por meio da determinação do número de encalhes de cada espécie para os diferentes anos e ilhas. Para a comparação gráfica do total de encalhes anuais entre as ilhas, o número de encalhes foi dividido pela extensão litorânea monitorada (Ilha Comprida: total anual/70km; Ilha do Cardoso: total anual/34,4 km).

Também foram determinadas as proporções de juvenis e adultos e de machos e fêmeas para cada espécie (FIGURA 5). Para isso, os dados da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso foram analisados conjuntamente. As frequências absolutas anuais e totais (somatório dos quatro anos) para estágio de desenvolvimento (Anexo 1) e sexo (Anexo 2) foram submetidas a teste binomiais (HOLLANDER; WOLFE; CHICKEN, 2014), a fim de verificar se as proporções entre juvenis e adultos e entre machos e fêmeas diferiram significativamente ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas no *software* R (R Core Team, 2019). Para descrever a distribuição mensal dos encalhes das diferentes espécies (FIGURA 5), foram utilizadas para o cálculo as proporções mensais de cada ano e posteriormente foram calculadas as médias mensais com base nos quatro anos.

A fim de descrever a distribuição espacial dos encalhes, as localizações geográficas dos indivíduos da amostra de cada ano foram submetidas a análises de densidade de *Kernel* (SILVERMAN, 1986) (FIGURA 5). Os resultados gerados foram classificados em cinco categorias de densidade de encalhes: Muito baixa (>0% a 20%); Baixa (>20% a 40%); Média (>40% a 60%); Alta (>60% a 80%); e Muito alta (>80% a 100%). Para verificar se a classificação escolhida representou de forma satisfatória as áreas de maior ocorrência de encalhes, foram realizadas análises *Hot Spot* (GETIS; ORD, 1992), para todas as amostras acima de 30 ocorrências. O objetivo dessa análise foi identificar os pontos de maior incidência (pontos quentes) que apresentavam significância estatística e em seguida verificar se eles coincidiam com as áreas de densidade alta e muito alta. Para a Ilha Comprida também foram gerados mapas de *Kernel* para cada espécie por ano estudado. O mesmo não pode ser feito para a Ilha do Cardoso devido ao número amostral insuficiente. Todos os procedimentos citados anteriormente foram realizados no *software* ArcGIS 10.6.1 e os raios de busca utilizados nas análises foram determinados pelo algoritmo do próprio *software* (ESRI, 2017).

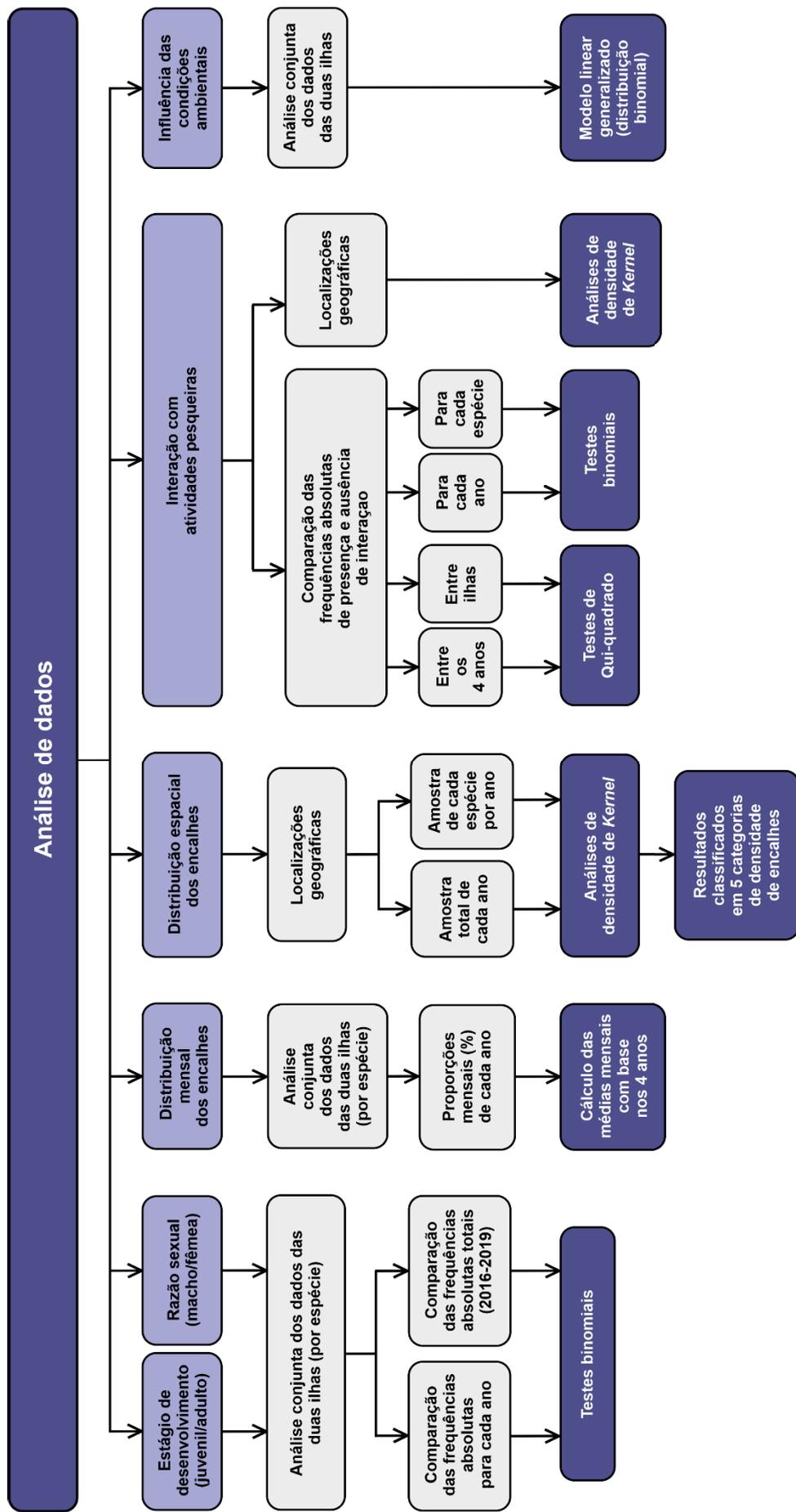


FIGURA 5 – Procedimentos de análise dos dados. Fonte: A autora (2021).

As frequências absolutas de presença e ausência de indícios de interação com atividades pesqueiras (Anexo 3) foram comparadas entre os quatro anos estudados. Para isso, foram realizados testes de Qui-quadrado de Pearson (AGRESTI, 2019) com nível de significância de 5%. Também foram realizados teste binomiais para cada um dos anos, a fim de identificar se a presença de indícios de interação predominou na amostra de algum dos anos estudados. Teste binomiais também foram realizados para cada uma das espécies, a fim de identificar se a presença de indícios de interação predominou para alguma delas. As análises citadas foram realizadas para a amostra total e para as amostras de cada ilha. As ilhas também foram comparadas quanto ao número aves apresentando indícios de interação, por meio de um teste de Qui-quadrado de Pearson (FIGURA 5). Para todas as análises foi desconsiderada a categoria “Indeterminado”.

Os dados de localização geográfica dos indivíduos que apresentaram indícios de interação com atividades pesqueiras foram submetidos a análises de densidade de *Kernel* (FIGURA 5). O objetivo dessas análises foi determinar a distribuição espacial dos encalhes para essas subamostras e verificar se os resultados obtidos coincidiam com os mapas gerados a partir da amostra total.

As características geográficas da região costeira da Ilha Comprida e da Ilha do Cardoso também foram consideradas para avaliar possíveis diferenças nas densidades de encalhes nos mapas gerados a partir da amostra total. A maior exposição das praias à ação das ondas foi considerada como uma característica capaz de favorecer a ocorrência de encalhes (OLSON et al., 2020).

Para testar a influência das condições ambientais na ocorrência de encalhes foi ajustado um modelo linear generalizado (MCCULLAGH; NELDER, 1989; DOBSON, 1990), utilizando distribuição binomial (FIGURA 5). Para essa análise, os dados da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso foram analisados conjuntamente. Foi considerado como variável resposta a ocorrência de encalhe (sim ou não) e como variáveis preditoras a precipitação (quatro níveis: Baixa, Média, Alta e Muito alta), vento acima de 50 km/h (cinco níveis: Ausente, Norte, Leste, Sul e Oeste), ocorrência de ressaca (dois níveis: Sim e Não) e maré (dois níveis: Sizígia e Quadratura). A partir do modelo completo, contendo todas as variáveis e possíveis interações entre elas, foi realizada a sua simplificação. Esse procedimento foi realizado a partir da remoção consecutiva de parâmetros (interações e variáveis) não significativos ($p > 0,05$) até a obtenção do modelo mínimo adequado, contendo apenas os parâmetros

considerados significativos. A comparação entre os modelos mais complexos e os mais simples (aninhados) foi realizada por meio de testes de Qui-quadrado usando a função “anova” no *software* R (R Core Team, 2019). O ajuste do modelo foi verificado por meio da análise dos seus resíduos, utilizando o pacote *DHARMA* (HARTIG, 2021), também no *software* R, onde foi realizada a modelagem. Os valores das estimativas do modelo mínimo adequado foram exponenciados para se obter a razão de chance (BLAND; ALTMAN, 2000), que permitiu determinar a chance de ocorrência de encalhes na presença dos diferentes parâmetros em relação à ausência dos mesmos.

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização da amostra

Foram registrados 3.316 encalhes entre os anos de 2016 e 2019, sendo 2.944 na Ilha Comprida e 372 na Ilha do Cardoso. As espécies mais recorrentes foram *Spheniscus magellanicus* (67,3%) e *Puffinus puffinus* (11,7%), seguidas por *Sula leucogaster* (5,5%), *Thalassarche chlororhynchos* (5,3%), *Fregata magnificens* (3,5%), *Procellaria aequinoctialis* (3,3%), e *T. melanophris* (3,3%). O número de encalhes ao longo dos quatro anos estudados apresentou grandes variações (TABELA 2). Em 2016, o maior número de encalhes foi das espécies *Puffinus puffinus*, *Thalassarche melanophris* e *Procellaria aequinoctialis*. Já 2017 destacou-se por apresentar um número total de encalhes excepcionalmente baixo, comparado aos demais anos, principalmente para a Ilha Comprida. Contrariamente a 2017, o período de 2018 foi o que apresentou o maior número de encalhes para as duas ilhas, principalmente devido à alta ocorrência de *Spheniscus magellanicus*. Para esse ano, também ocorreram os maiores registros de *Fregata magnificens* e *Thalassarche chlororhynchos* na Ilha Comprida. O ano de 2019 também apresentou alto número de encalhes na Ilha Comprida e, assim como no ano anterior, a espécie mais frequente foi *Spheniscus magellanicus*, mas agora seguida por *Sula leucogaster*.

TABELA 2 – NÚMERO DE ENCALHES DE SETE ESPÉCIES DE AVES MARINHAS NA ILHA COMPRIDA (COM) E ILHA DO CARDOSO (CAR) ENTRE OS ANOS DE 2016 E 2019.

Espécie	2016		2017		2018		2019	
	COM*	CAR	COM	CAR	COM	CAR	COM	CAR
<i>Fregata magnificens</i>	9	6	16	0	51	6	25	2
<i>Sula leucogaster</i>	23	15	23	7	42	6	62	5
<i>Puffinus puffinus</i>	215	46	22	5	61	1	38	1
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	42	13	0	0	29	2	23	2
<i>Spheniscus magellanicus</i>	21	19	11	1	1315	186	670	10
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	39	12	8	2	78	4	32	0
<i>Thalassarche melanophris</i>	48	18	3	0	21	1	17	2
Total por ilha	397	129	83	15	1597	206	867	22
Total anual	526		98		1803		889	

*Regime de monitoramento alternando seis dias com monitoramento e seis dias sem o mesmo, demais anos com monitoramento ininterrupto. Fonte: A autora (2021).

A distribuição anual dos encalhes, considerando as extensões litorâneas monitoradas, evidenciou a irregularidade no número de encalhes entre as ilhas nos diferentes anos (FIGURA 6). Apesar da Ilha Comprida apresentar um número de encalhes sempre superior ao da Ilha do Cardoso, esses números variaram de 0,75 indivíduos/km em 2017, até 16,83 indivíduos/km em 2018. Contudo, o regime de encalhes anuais seguiram os mesmos padrões de aumentos e reduções nas duas ilhas.

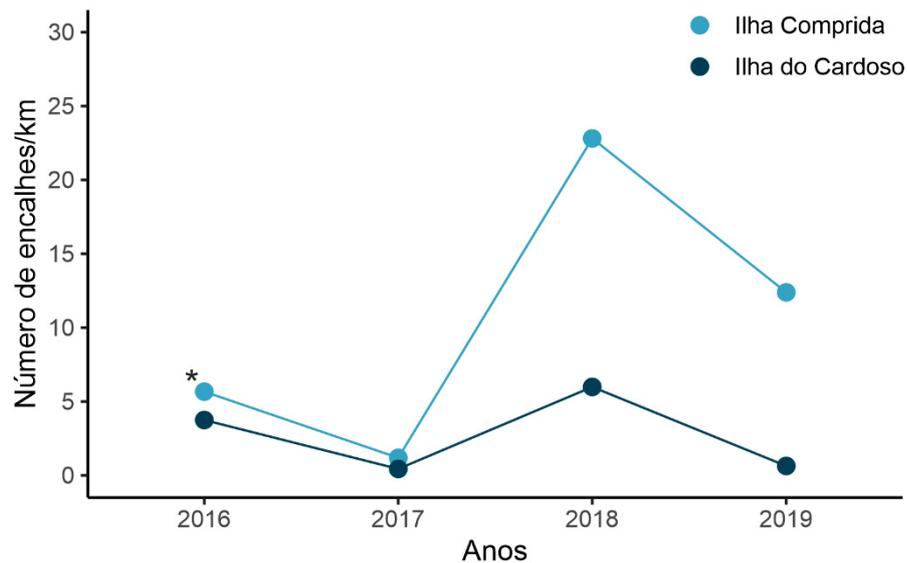


FIGURA 6 – Número de encalhes por quilômetro de extensão litorânea monitorado (Ilha Comprida = 70 km; Ilha do Cardoso = 34,4 km). *Único ano com regime de monitoramento alternado seis dias com monitoramento e seis dias sem o mesmo, demais anos com monitoramento ininterrupto na Ilha Comprida. Fonte: A autora (2021).

Com relação ao estágio de desenvolvimento, foi possível determiná-lo para 2.467 indivíduos, em sua maioria de *Spheniscus magellanicus* (n = 1.872), *Thalassarche chlororhynchos* (n = 160), *Sula leucogaster* (n = 131) e *T. melanophris* (n = 106) (Anexo 1). As proporções de juvenis e adultos foram significativamente diferentes para quase todas as espécies (FIGURA 7). Para *Fregata magnificens*, *Sula leucogaster* e *Thalassarche chlororhynchos* a incidência de adultos foi maior (72%, 62,6% e 60,6%, respectivamente). Enquanto as espécies *Puffinus puffinus*, *Spheniscus magellanicus* e *Thalassarche melanophris* apresentaram maior incidência de juvenis (70,3%, 97% e 91,5%, respectivamente). Para *Thalassarche melanophris*, a maioria dos indivíduos juvenis tinham menos de um ano de idade (86 indivíduos – 88,7%). Já para *Thalassarche chlororhynchos*, a maioria dos juvenis tinham mais de um ano de idade (55 indivíduos – 87,3%).

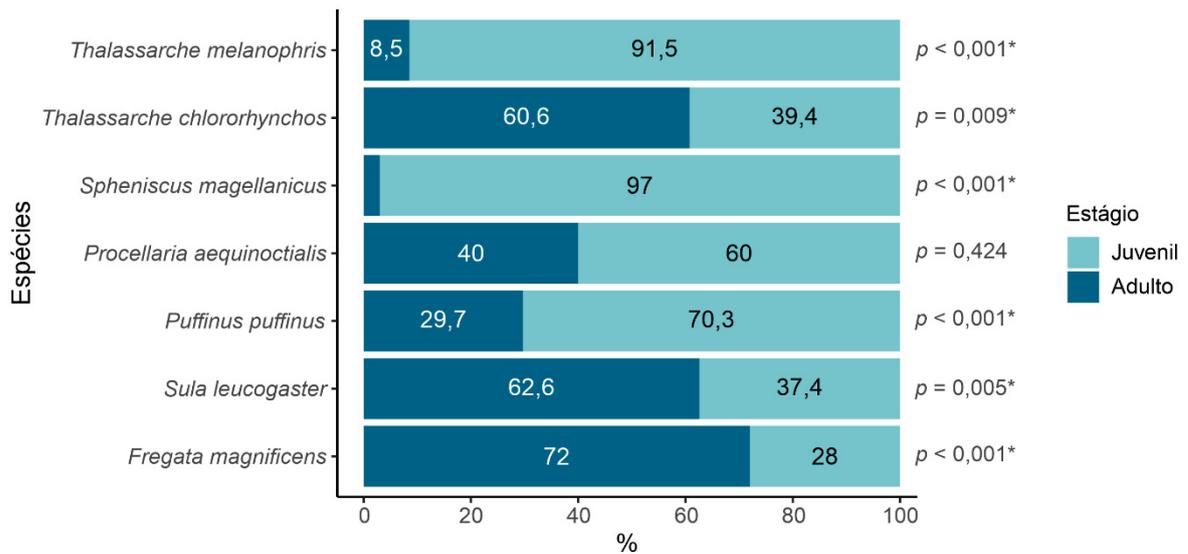


FIGURA 7 – Estágio de desenvolvimento dos espécimes encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 1). *Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

Quanto ao sexo das aves, foi possível determiná-lo para 418 indivíduos, em sua maioria de *Spheniscus magellanicus* ($n = 132$), *Puffinus puffinus* ($n = 105$), *Sula leucogaster* ($n = 71$) e *Fregata magnificens* ($n = 59$) (Anexo 2). As proporções sexuais foram significativamente diferentes para *Fregata magnificens* (72,9%♂ e 27,1%♀; $p < 0,001$) e para *Spheniscus magellanicus*. (65,2%♀ e 34,8%♂; $p < 0,001$) (FIGURA 8).

Para *Procellaria aequinoctialis* foram observadas diferenças significativas nas proporções apenas nos anos de 2016 e 2019, com maior número de encalhes de fêmeas em 2016 e de juvenis em 2019 (Anexo 1 e 2). Contudo, o tamanho amostral para essa espécie foi considerado baixo (2016: $n = 9$; 2019: $n = 10$).

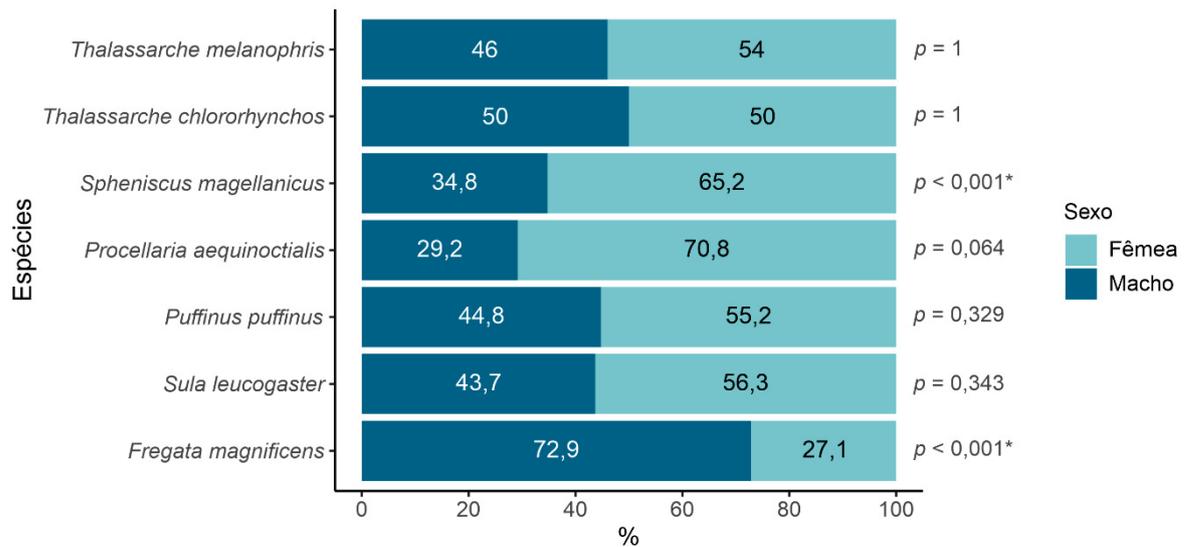


FIGURA 8 – Proporções sexuais dos espécimes encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 2). *Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

3.2 Distribuição mensal dos encalhes

A distribuição mensal dos encalhes indicou a presença de períodos com maior frequência de encalhes para cada espécie (FIGURA 9). Para *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*, os encalhes ocorreram em quase todos os meses do ano, mas com frequência um pouco maior no segundo semestre, principalmente em agosto, setembro e outubro para *F. magnificens* e agosto e setembro para *S. leucogaster*. Para *Puffinus puffinus*, os encalhes ficaram concentrados principalmente no segundo semestre, com maior frequência nos meses de outubro (54,4%) e novembro (26,2%). Entre os migrantes do Hemisfério Sul, os encalhes se estenderam principalmente de maio a dezembro. Para *Spheniscus magellanicus* os maiores registros foram no mês de agosto (46,5%). Já os encalhes de *Procellaria aequinoctialis* se distribuíram mais regularmente entre maio e outubro. Enquanto *Thalassarche chlororhynchos* teve 48,7% dos encalhes concentrados apenas no mês de setembro, *T. melanophris* apresentou uma distribuição mais regular, de maio a novembro.

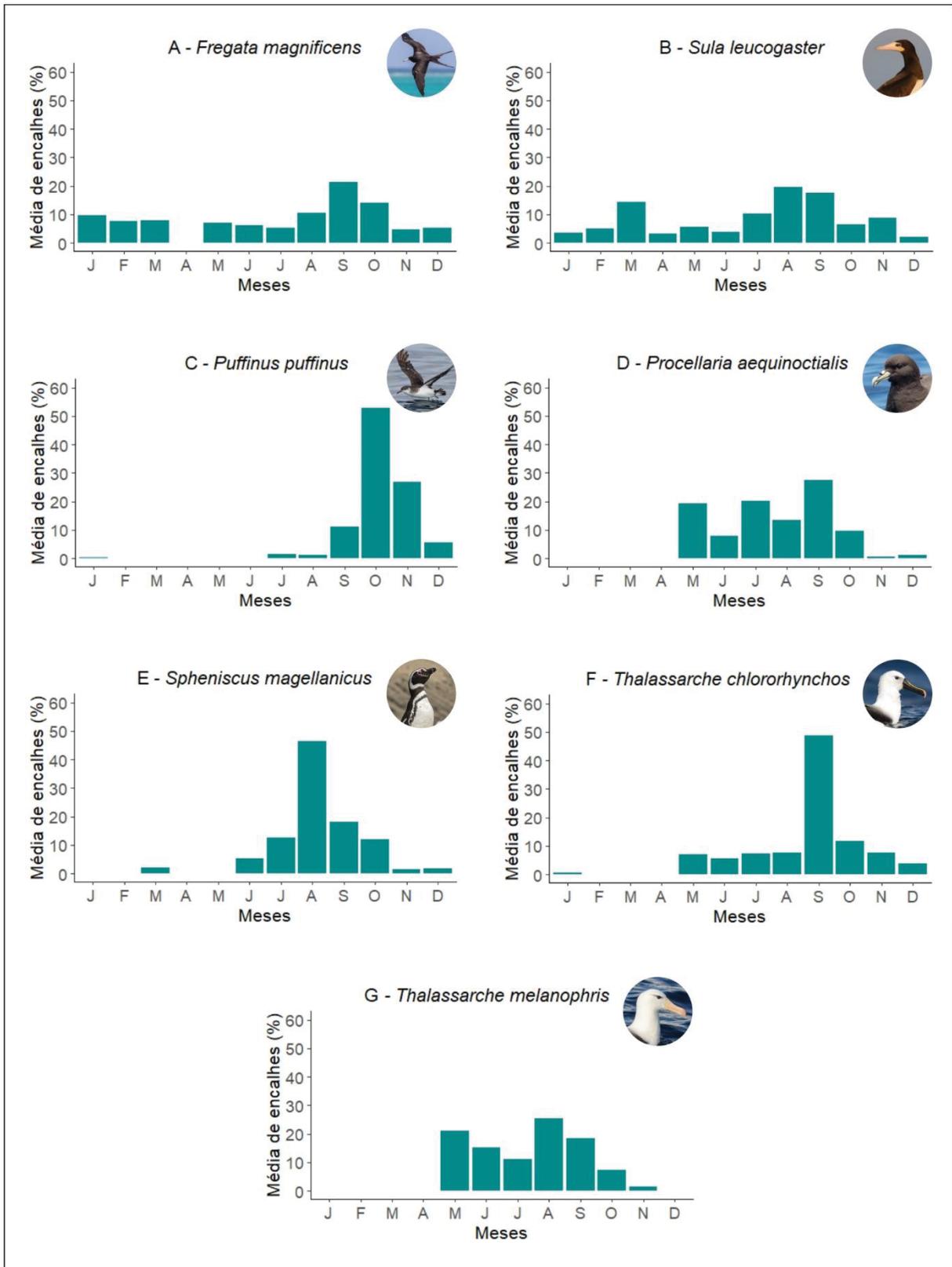


FIGURA 9 – Distribuição mensal dos encalhes de sete espécies de aves marinhas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP), com base nos anos de 2016 a 2019. Fonte: A autora (2021).

3.3 Distribuição espacial dos encalhes

3.3.1 Ilha Comprida

A distribuição espacial dos encalhes foi heterogênea ao longo da Ilha Comprida. Essa heterogeneidade foi observada em todos os anos analisados. Devido a isso, foi possível identificar a presença de trechos, com diferentes extensões, onde a densidade de encalhes foi maior do que no restante da ilha. Contudo, a localização desses trechos variou entre os anos (FIGURA 10).

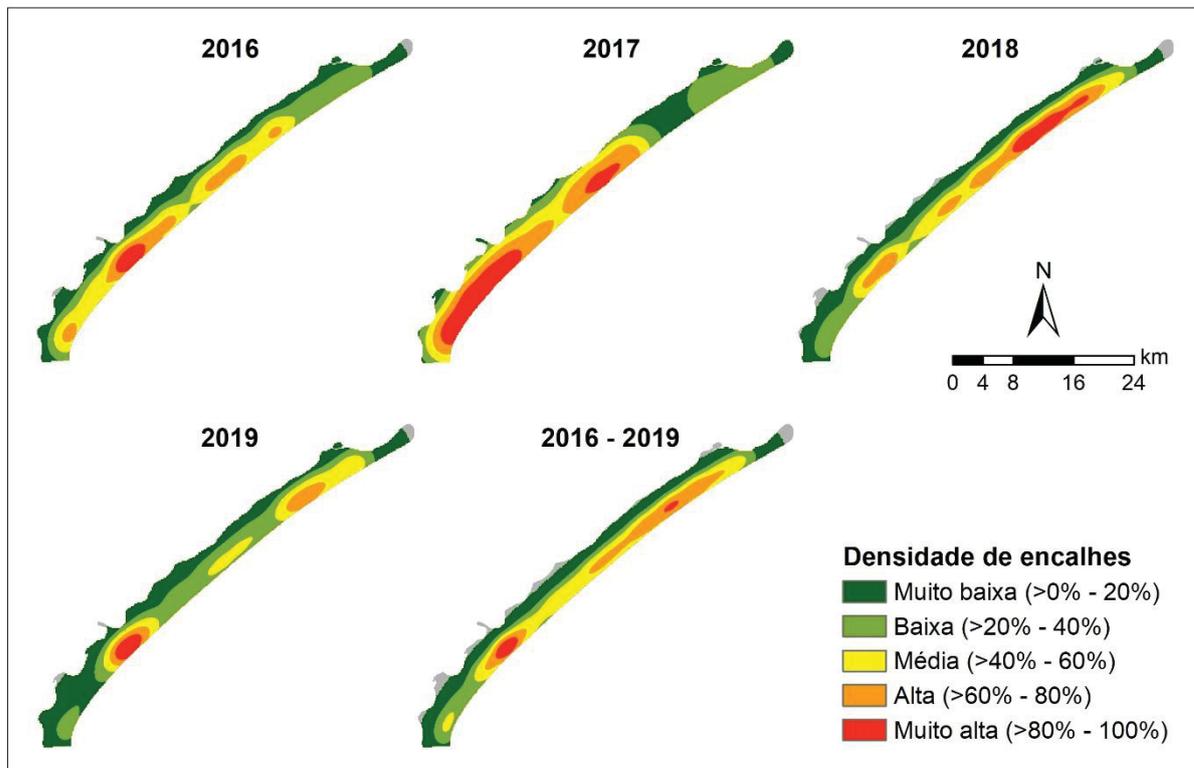


FIGURA 10 – Distribuição espacial dos encalhes de aves marinhas na Ilha Comprida (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Amostra: 395 (2016), 81 (2017), 1584 (2018), 863 (2019) e 2923 (2016 – 2019). Fonte: A autora (2021).

No ano de 2016, as áreas com densidade de encalhes classificadas como alta e muito alta estavam localizadas principalmente ao longo da parte central e centro-sul da ilha. Um trecho de aproximadamente 5 km, na porção centro-sul, apresentou densidade muito alta de encalhes. Em 2017, ano com menor número de encalhes, foram identificados dois trechos com densidade muito alta, um se estendendo por quase toda extremidade sul da ilha e parte da região centro-sul e um trecho menor na

porção central. Já o ano de 2018 foi o único a apresentar um longo trecho, de aproximadamente 12 km, com densidade de encalhes muito alta na região centro-norte da ilha. Por fim, no ano de 2019, dois pontos da ilha se destacaram em densidade de encalhes. O primeiro na região centro-sul – com aproximadamente 4 km e densidade muito alta – e o segundo na região centro-norte – com aproximadamente 6 km e densidade alta. O trecho na região centro-sul coincidiu com o observado nos anos anteriores. A análise das densidades de encalhes unindo os dados dos quatro anos revelou como padrão geral uma densidade muito alta observada no centro-sul da ilha e também em um trecho menor na região centro-norte.

A distribuição espacial dos encalhes (FIGURA 11) indicou que as espécies não apresentaram a mesma distribuição entre os quatro anos. Foram observadas apenas algumas sobreposições nos trechos com densidade muito alta de encalhes. Para *Sula leucogaster* as sobreposições ocorreram na porção centro-sul da ilha nos anos de 2016 e 2017 e na região central nos anos de 2017, 2018 e 2019. No caso de *Puffinus puffinus*, os trechos com densidade muito alta foram identificados principalmente na região sul (2017 e 2018) e centro-sul da ilha (2016 e 2019), sendo que os anos de 2016 e 2019 apresentaram distribuição bastante similar. Para *Procellaria aequinoctialis* as sobreposições ocorreram no extremo sul da ilha nos anos de 2018 e 2019. *Spheniscus magellanicus* também apresentou maior semelhança entre os anos de 2018 e 2019, com as maiores concentrações de encalhes ocorrendo no centro-sul e centro-norte da ilha. Já para as duas espécies de *Thalassarche* a maioria dos trechos com densidade muito alta estavam localizados no centro-norte da ilha.

As distribuições espaciais das espécies também não coincidiram completamente em cada um dos anos avaliados (FIGURA 11). Devido a isso, as espécies contribuíram de modo diferente para o mapa geral de cada ano. Em 2016, *Puffinus puffinus* foi quem apresentou o maior número de encalhes – localizados principalmente na porção centro-sul da ilha – o que influenciou na definição do mapa geral desse ano. As demais aves apresentaram diferentes pontos com densidade muito alta de encalhes. *Procellaria aequinoctialis* e as duas espécies de *Thalassarche*, diferente das demais, também tiveram encalhes bastante expressivos na região centro-norte da ilha. Em 2017, as espécies apresentaram densidade muito alta de encalhes em diferentes pontos entre o centro e o extremo sul da ilha. *Fregata magnificens*, *Sula leucogaster*, *Puffinus puffinus* e *Spheniscus magellanicus* foram as

espécies com maior contribuição para a definição do mapa geral desse ano. *Fregata magnificens* apresentou densidade muito alta no extremo sul da ilha e em um trecho na região centro-sul. Para *Sula leucogaster*, os encalhes se concentraram em trechos na porção sul, centro-sul e central da ilha. Enquanto para *Puffinus puffinus*, os encalhes se concentraram na região sul e para *Spheniscus magellanicus* eles se concentraram em um trecho na região central. Já o mapa geral de 2018 refletiu principalmente a distribuição de *Spheniscus magellanicus*, que apresentou um expressivo número de encalhes nesse ano, especialmente na porção centro-norte da ilha. Nessa região também foram identificados pontos de densidade muito alta para as duas espécies de *Thalassarche*. As demais espécies apresentaram densidade muito alta para a região central da ilha (*Fregata magnificens*, *Sula leucogaster*, *Puffinus puffinus* e *Procellaria aequinoctialis*) e também para o sul (*Puffinus puffinus*, *Procellaria aequinoctialis*, *Thalassarche chlororhynchos*). Assim como em 2018, o alto número de encalhes de *Spheniscus magellanicus* também influenciou na definição do mapa geral de 2019, com os encalhes concentrados em um trecho na porção centro-sul e um na porção centro-norte da ilha. No entanto, as regiões com maiores densidades de encalhes de todas as espécies coincidiram, pelo menos parcialmente, com o observado para *Spheniscus magellanicus*, reforçando o padrão de distribuição espacial.

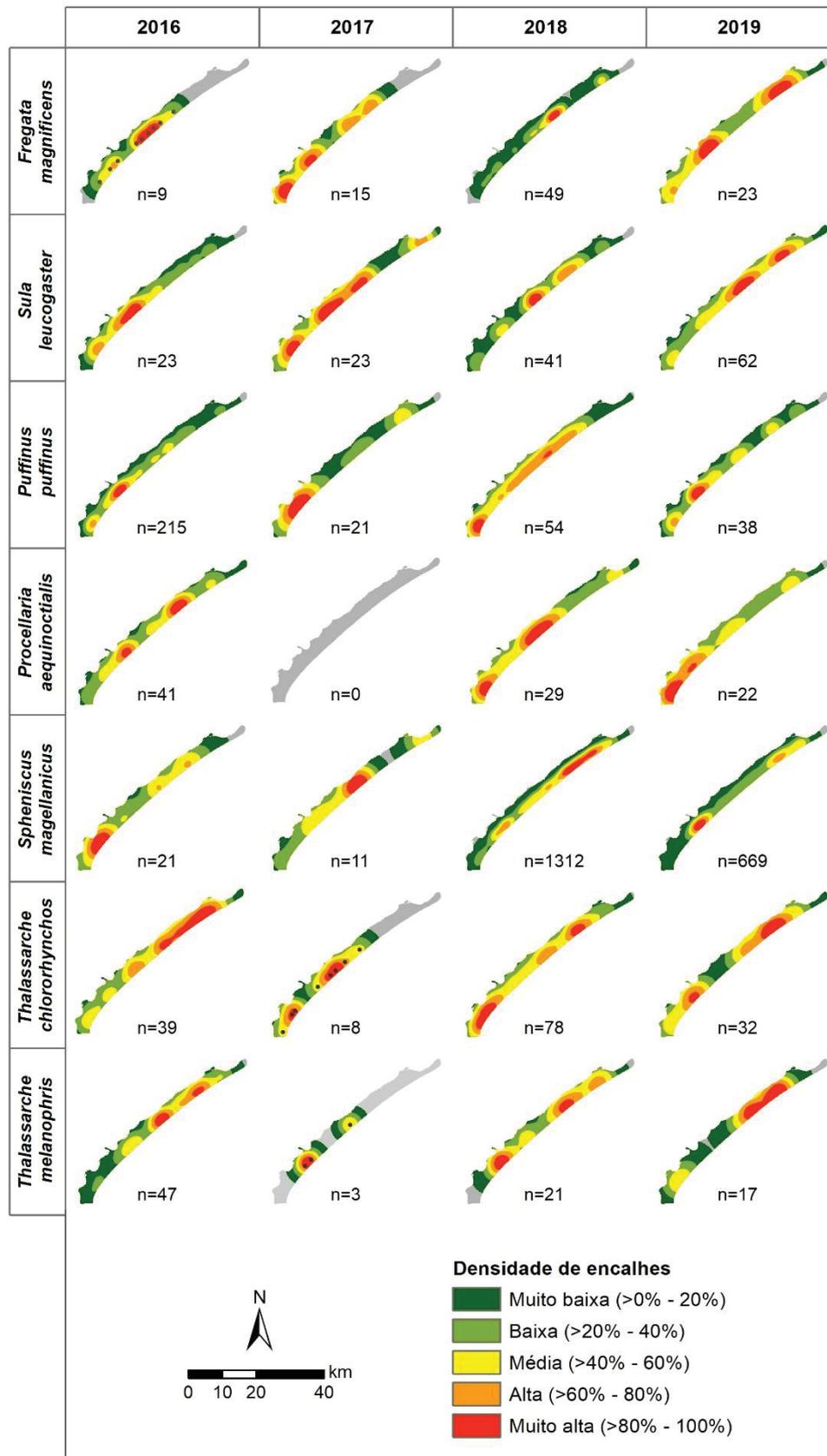


FIGURA 11 – Distribuição espacial das ocorrências de encalhes de cada espécie na Ilha Comprida (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Os pontos exatos de encalhes são apresentados nos mapas com número amostral inferior a dez. Fonte: A autora (2021).

3.3.2 Ilha Do Cardoso

Para a Ilha do Cardoso a distribuição espacial dos encalhes também foi heterogênea, havendo regiões com maiores densidades de encalhes. No entanto, diferente da Ilha Comprida, a localização dessas regiões foi semelhante entre os anos, com a porção centro-sul apresentando as maiores densidades. Já a extremidade norte da ilha apresentou poucos encalhes em todos os anos (FIGURA 12).

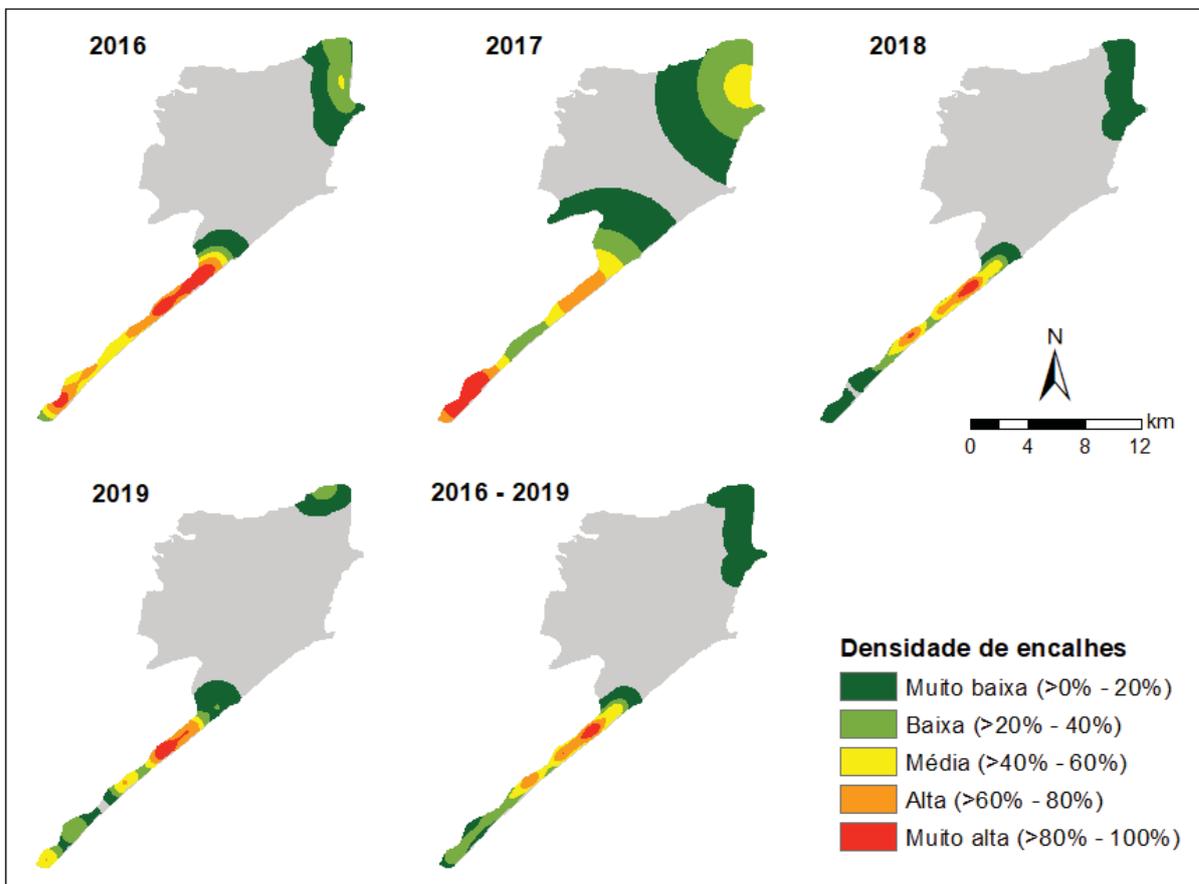


FIGURA 12 – Distribuição espacial das ocorrências de encalhes na Ilha do Cardoso (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Amostra: 125 (2016), 14 (2017), 205 (2018), 22 (2019) e 366 (2016 – 2019).

Fonte: A autora (2021).

3.4 Interações com atividades pesqueiras

3.4.1 Amostra total

Foram avaliadas 2275 aves, das quais 894 (39,3%) apresentaram algum indício de interação com atividades pesqueiras, 479 (21,1%) não apresentaram indícios e para 902 (39,6%) não foi possível determinar se houve ou não a interação. Entre os anos avaliados, foram identificadas diferenças significativas nas proporções de presença e ausência de interação ($\chi^2 = 273,36$, g.l. = 3, $p < 0,0001$). Nos anos de 2016 ($n = 342$; $p < 0,0001$) e 2017 ($n = 72$; $p = 0,0021$) a maioria dos indivíduos não apresentou indícios de interação com a pesca. Enquanto o oposto foi observado para os anos de 2018 ($n = 1285$) e 2019 ($n = 576$) ($p < 0,0001$) (FIGURA 13).

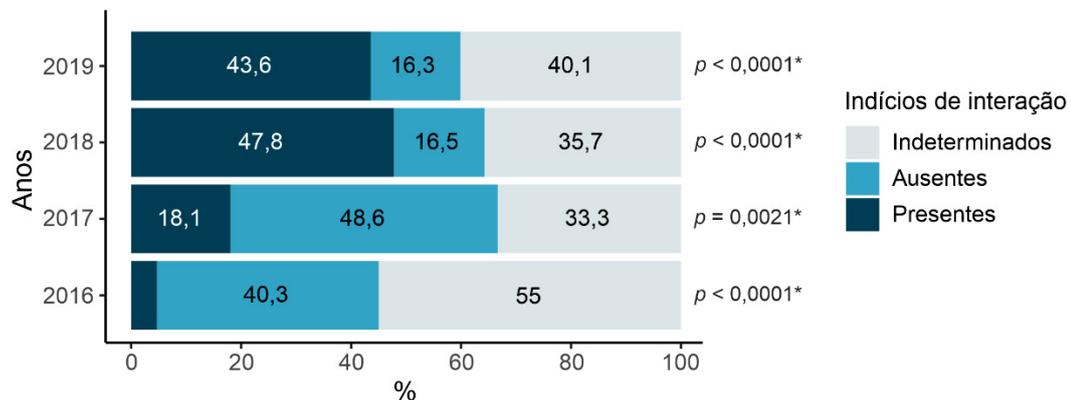


FIGURA 13 – Indícios de interação com atividades pesqueiras em aves encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) nos anos de 2016 a 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 3). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

Entre as espécies, apenas para *Thalassarche chlororhynchos* ($n = 73$) não foram identificados indivíduos com indícios de interação. Entre as demais, a presença foi maior entre os espécimes de *Spheniscus magellanicus* (52,2%; $n = 1631$), *Fregata magnificens* (24,2%; $n = 66$) e *Sula leucogaster* (17,1%; $n = 123$). Apenas para *Spheniscus magellanicus* os indivíduos com indícios de interação predominaram ($p < 0,0001$) (FIGURA 14), sendo que 99% deles apresentaram marcas decorrentes de prováveis emaranhamentos em redes de pesca. Já para *Fregata magnificens*, lesões resultantes de possíveis agressões estiveram presentes em 68,75% dos indivíduos

com indícios de interação. Lesões semelhantes foram observadas em 42,86% dos indivíduos de *Sula leucogaster*, que também apresentaram petrechos de pesca presos a 28,6% das aves.

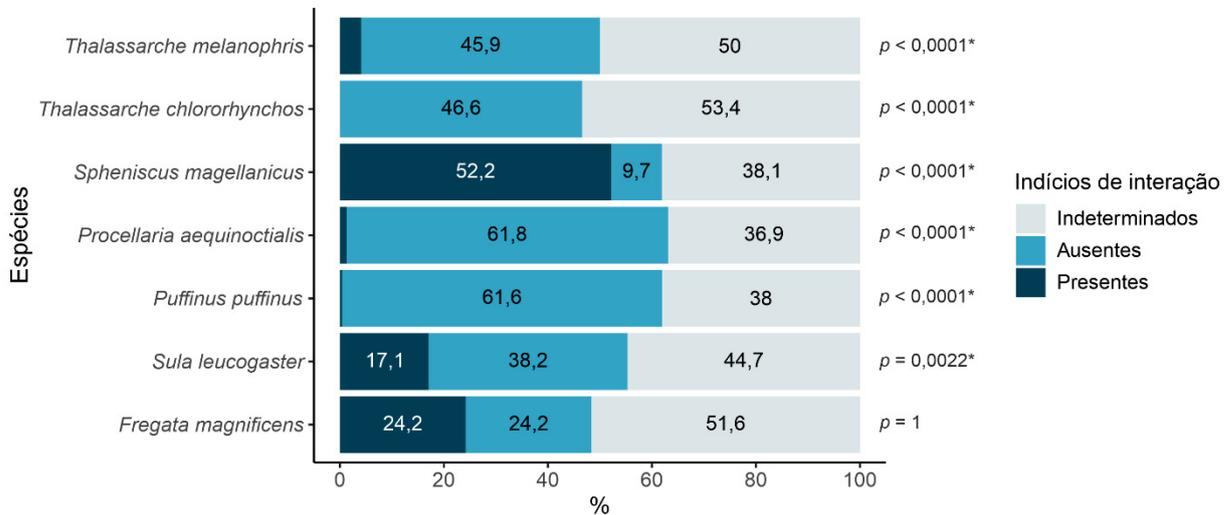


FIGURA 14 – Índices de interação com atividades pesqueiras em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 4). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

3.4.2 Ilha Comprida

Para a Ilha Comprida foram avaliadas 1969 aves, das quais 835 (42,4%) apresentaram algum indício de interação com atividades pesqueiras, 407 (20,7%) não apresentaram indícios e para 727 (36,9%) não foi possível determinar se houve ou não a interação. Entre os anos avaliados, foram identificadas diferenças significativas nas proporções de presença e ausência de interação ($\chi^2 = 222,64$, g.l. = 3, $p < 0,0001$). Nos anos de 2016 ($n = 237$; $p < 0,0001$) e 2017 ($n = 60$; $p = 0,0275$) a maioria dos indivíduos não apresentou indícios de interação com a pesca. Ao passo que o oposto foi observado para os anos de 2018 ($n = 1111$) e 2019 ($n = 561$) ($p < 0,0001$) (FIGURA 15).

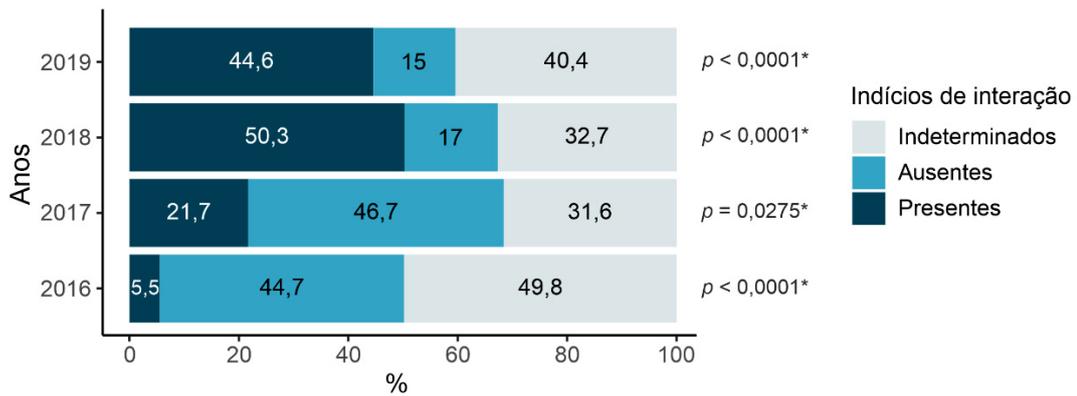


FIGURA 15 – Índicios de interação com atividades pesqueiras em aves encalhadas na Ilha Comprida (SP) nos anos de 2016 a 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 3). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

Entre as espécies, *Thalassarche chlororhynchos* ($n = 61$) foi a única em que não foram identificados índices de interação. Entre as demais, a presença foi maior entre os indivíduos de *Spheniscus magellanicus* (55,2%; $n = 1444$), *Fregata magnificens* (26,3%; $n = 57$) e *Sula leucogaster* (18,4%; $n = 98$). Apenas para *S. magellanicus* os espécimes com índices de interação predominaram ($p < 0,0001$) (FIGURA 16).

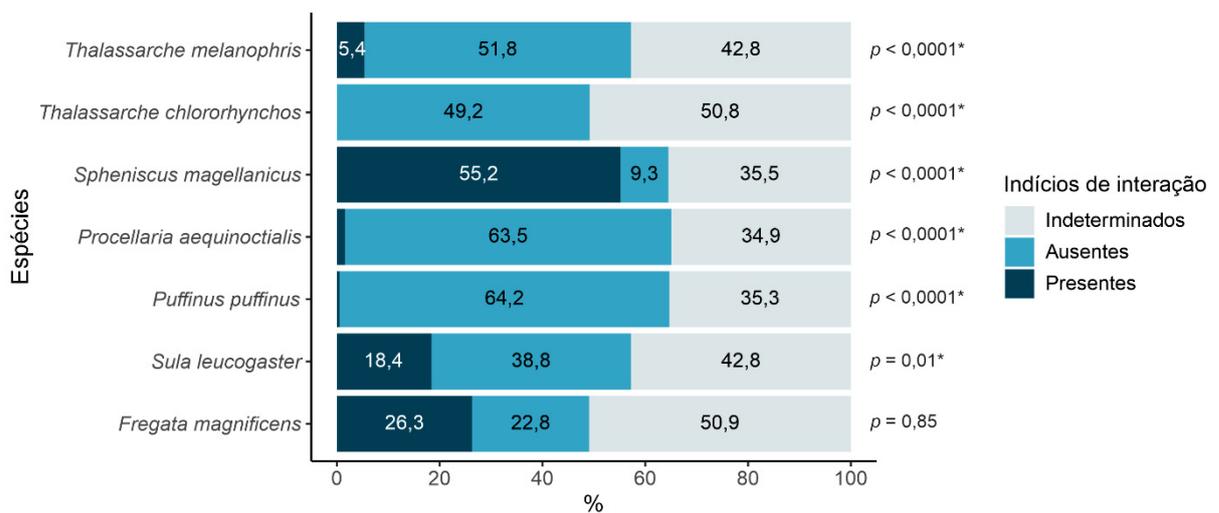


FIGURA 16 – Índicios de interação com atividades pesqueiras em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encalhadas na Ilha Comprida (SP) entre 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 4). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

A distribuição espacial dos indivíduos dessa subamostra (interação com a pesca) indicou a presença de dois trechos com densidade alta ou muito alta de encalhes. O primeiro trecho, localizado na região centro-sul da ilha, foi identificado nos anos de 2016, 2017 e 2019. Enquanto o segundo, localizado na região centro-norte da ilha, foi identificado nos anos de 2016, 2018 e 2019. A análise unindo os dados dos quatro anos revelou como padrão geral a maior concentração de encalhes nessas duas regiões (centro-sul e centro-norte) (FIGURA 17).

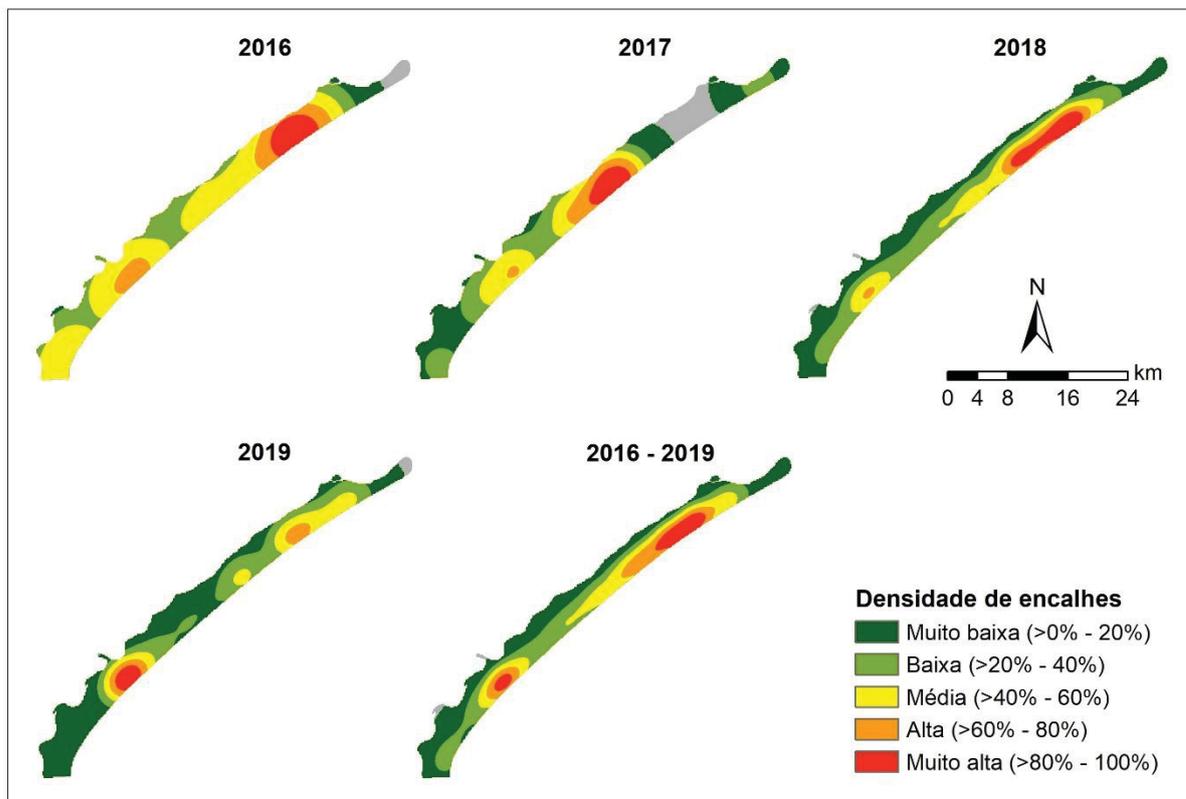


FIGURA 17 – Distribuição espacial dos indivíduos que apresentaram indícios de interação com atividades pesqueiras na Ilha Comprida (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Amostra: 13 (2016), 13 (2017), 559 (2018), 250 (2019) e 835 (2016 – 2019). Fonte: A autora (2021).

A distribuição espacial dos indivíduos que apresentaram indícios de interação, para as espécies *Fregata magnificens*, *Sula leucogaster* e *Spheniscus magellanicus*, indicou que a distribuição dos encalhes foi diferente para cada espécie. Para *Fregata magnificens*, os encalhes ficaram concentrados em um único trecho mais ao sul da ilha. Já para *Sula leucogaster* foram identificados dois trechos com densidade muito alta, um próximo ao extremo sul da ilha e outro na região centro-sul. Para *Spheniscus*

magellanicus os encalhes ficaram concentrados em um trecho menor no centro-sul da ilha e em outro maior no centro-norte (FIGURA 18).

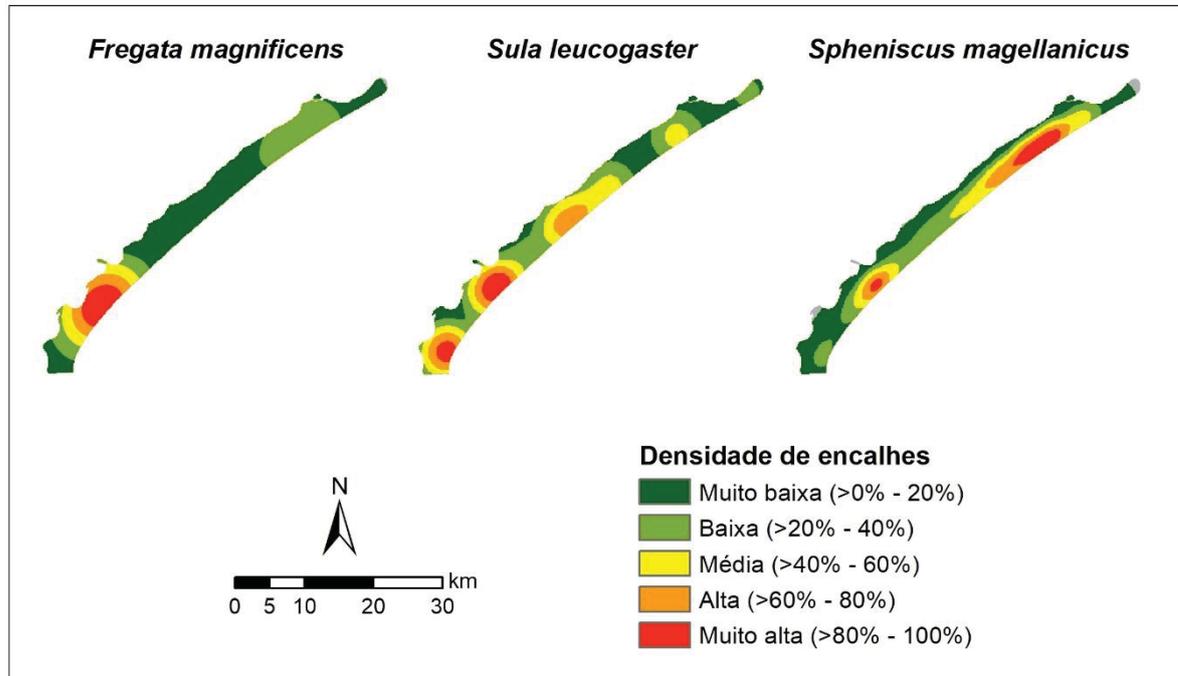


FIGURA 18 – Distribuição espacial dos indivíduos de *Fregata magnificens* (n = 15), *Sula leucogaster* (n = 18) e *Spheniscus magellanicus* (n = 797) que apresentaram indícios de interação com atividades pesqueiras na Ilha Comprida entre os anos de 2016 e 2019. Fonte: A autora (2021).

3.4.3 Ilha do Cardoso

Na Ilha do Cardoso foram avaliadas 306 aves, das quais 59 (19,3%) apresentaram algum indício de interação com atividades pesqueiras e 72 (23,5%) não apresentaram indícios. Esses valores indicam a menor presença de interações na região se comparada à Ilha Comprida ($\chi^2 = 25,691$, g.l. = 1, $p < 0,0001$). Para 175 aves (57,2%) não foi possível determinar a presença ou ausência de indícios de interação.

Entre os anos avaliados, foram identificadas diferenças significativas nas proporções de presença e ausência ($\chi^2 = 50,73$, g.l. = 3, $p < 0,0001$). Apenas no ano de 2018 (n = 174) a maioria dos indivíduos apresentou indícios de interação com a pesca ($p = 0,0004$), o que não foi observado para os anos de 2016 (n = 105; $p < 0,0001$), 2017 (n = 12; $p = 0,0156$) e 2019 (n = 15; $p = 0,0117$) (FIGURA 19).

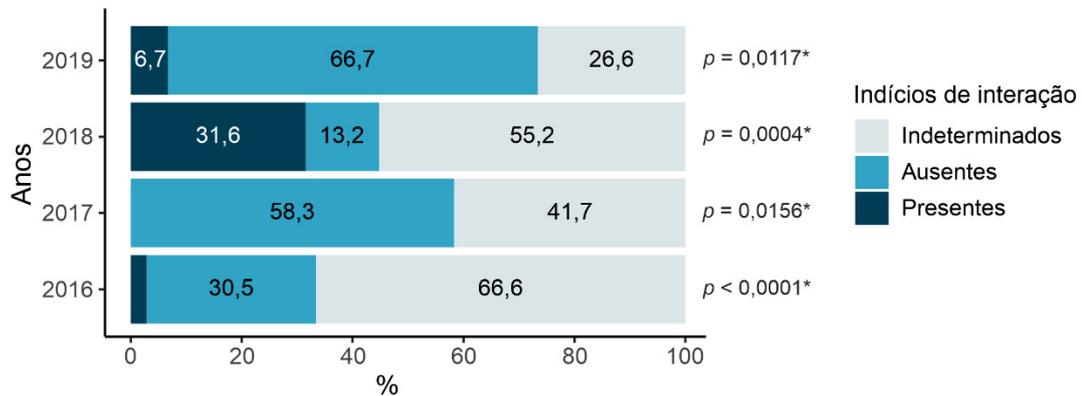


FIGURA 19 – Índícios de interação com atividades pesqueiras em aves encalhadas na Ilha do Cardoso (SP) nos anos de 2016 a 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas das categorias “Presentes” e “Ausentes” (Anexo 3). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$.

Fonte: A autora (2021).

Entre as espécies, os índices estiveram presentes apenas em indivíduos de *Fregata magnificens* (11,1%; $n = 9$), *Sula leucogaster* (12%; $n = 25$) e *Spheniscus magellanicus* (29,4%; $n = 187$). Novamente, apenas para *S. magellanicus* os indivíduos com índices de interação predominaram ($p = 0,0004$) (FIGURA 20).

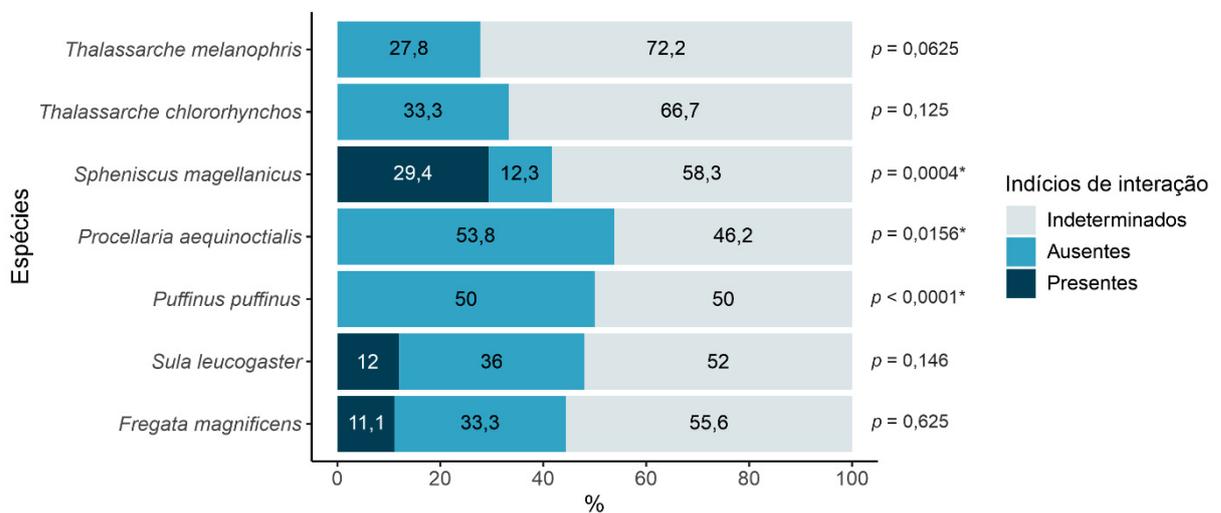


FIGURA 20 – Índícios de interação com atividades pesqueiras em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encalhados na Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 4). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

A distribuição espacial dos espécimes dessa subamostra indicou a presença de dois trechos com densidade alta ou muito alta de encalhes, ambos no centro-sul da ilha (FIGURA 21).

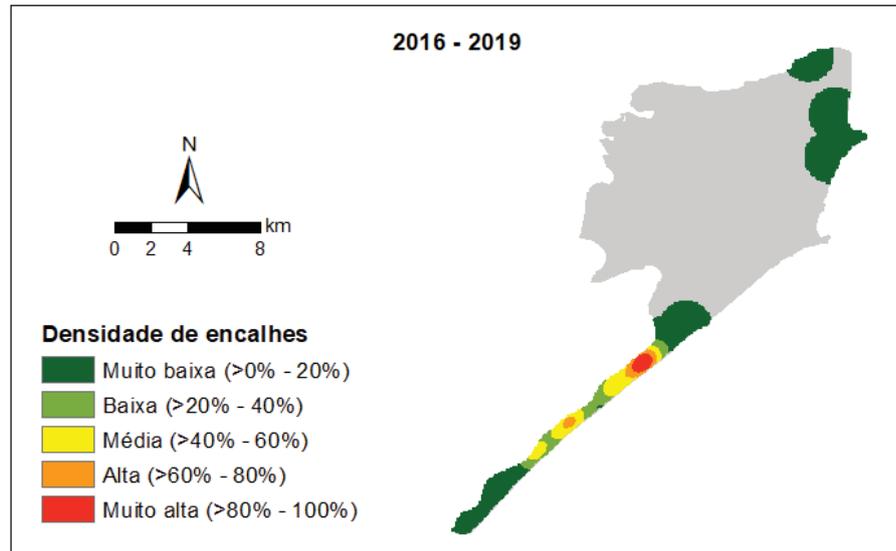


FIGURA 21 – Distribuição espacial dos indivíduos (n = 59) que apresentaram indícios de interação com atividades pesqueiras na Ilha do Cardoso (SP) entre os anos de 2016 e 2019. Fonte: A autora (2021).

3.5 Condições ambientais e a ocorrência de encalhes

Foram registradas ocorrências de encalhes, em pelo menos uma das ilhas, em 418 dos 1461 dias avaliados entre os anos de 2016 e 2019. Das quatro variáveis ambientais analisadas (precipitação, vento, ressaca e maré), apenas as variáveis vento e ressaca e a interação entre elas influenciaram significativamente na ocorrência de encalhes, conforme observado após a simplificação do modelo completo. A chance dos encalhes ocorrerem foi 3,16 vezes maior após a passagem de ventos do quadrante Sul ($p < 0,0001$), 1,74 vezes maior após a ocorrência de ressacas ($p = 0,0253$) e 4,62 vezes maior após a passagem de ventos do quadrante Oeste combinado com evento de ressaca ($p = 0,0173$). Já a passagem de ventos do quadrante Oeste, na ausência de ressacas, diminuiu a chance de ocorrência dos encalhes em 26% ($p = 0,0115$); enquanto a passagem de ventos do quadrante Norte combinado com eventos de ressaca diminuiu em 23% a chance de ocorrência de encalhes ($p = 0,0120$) (TABELA 3).

TABELA 3. RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS VENTO E RESSACA NA OCORRÊNCIA DE ENCALHES DE AVES MARINHAS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE OS ANOS DE 2016 E 2019.

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	exp (Estimativa)	p
(Intercepto)	- 1,19443	0,08531	0,3028765	< 0,0001 *
Vento Leste ¹	0,01244	0,25316	1,0125140	0,9608
Vento Norte ¹	0,39950	0,33311	1,4910795	0,2304
Vento Oeste¹	- 1,33130	0,52657	0,2641341	0,0115 *
Vento Sul¹	1,15063	0,19102	3,1601756	< 0,0001 *
Ressaca²	0,55634	0,24872	1,7442816	0,0253 *
Vento Leste:Ressaca ^{1:2}	- 0,16281	0,43749	0,8497558	0,7098
Vento Norte:Ressaca^{1:2}	- 1,45309	0,57855	0,2338468	0,0120 *
Vento Oeste:Ressaca^{1:2}	1,53113	0,64352	4,6234025	0,0173 *
Vento Sul:Ressaca ^{1:2}	- 0,58153	0,35439	0,5590407	0,1008

¹Com relação à ausência de ventos acima de 50 km/h. ²Com relação à ausência de ressacas. exp = exponencial. * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

4 DISCUSSÃO

Os anos de 2016, 2018 e 2019 foram os que apresentaram os maiores números de encalhes. Isso ocorreu principalmente devido à grande incidência de determinadas espécies em cada ano, como no caso de *Puffinus puffinus* em 2016 e *Spheniscus magellanicus* em 2018 e 2019. Para essas duas espécies migratórias foi registrado um maior encalhe de indivíduos juvenis, fenômeno também observado por estudos realizados em outras regiões do litoral sul e sudeste do Brasil (OLMOS, 2002; GARCÍA-BORBOROGLU et al., 2010; MÄDER et al., 2010). Para *Spheniscus magellanicus*, a migração em direção ao norte é motivada pela busca por áreas com maior disponibilidade de alimento (PÜTZ et al., 2000; PÜTZ et al., 2007) e também devido ao deslocamento de sua principal presa, o peixe *Engraulis anchoita* (STOKES; BOERSMA, 1998; MARQUES et al., 2018), que chega à costa sul do Brasil no inverno (STOKES; BOERSMA, 1998). No entanto, durante a migração, a maioria dos adultos de *Spheniscus magellanicus* costumam se concentrar no norte da Argentina e no Uruguai (GARCÍA-BORBOROGLU et al., 2006), diferente dos juvenis, que continuam o deslocando para a costa brasileira (GARCÍA-BORBOROGLU et al., 2006; STOKES

et al., 2014). Já para *Puffinus puffinus*, a migração ocorre durante o inverno setentrional, período em que há menor disponibilidade de presas e condição climática extrema em suas áreas de reprodução no Hemisfério Norte (FORT et al., 2009; NEWTON et al., 2009). Um estudo com espécimes de *P. puffinus* marcados no Reino Unido e Irlanda e recuperados no Brasil indicou que 53,3% das aves tinham menos de um ano e 12,7% tinham entre um e dois anos (OLMOS, 2002), valores que se aproximam ao obtido em nossa amostra, de 70,3% de juvenis. Grandes variações na taxa de sucesso reprodutivo já foram registradas em colônias de ambas as espécies (BOERSMA et al., 1990; FRERE et al., 1998; PÜTZ et al., 2001; BOOTH JONES; WOLSEY, 2019), em decorrência de alterações na disponibilidade de alimento próximo às colônias (BOERSMA et al., 1990) e condições meteorológicas adversas (FRERE et al., 1998; BOOTH JONES; WOLSEY, 2019). Para as colônias de *P. puffinus* no Reino Unido, o sucesso reprodutivo da espécie apresentou sutis, mas progressivos aumentos desde 2013, voltando a cair em 2018 (JNCC, 2021). A estimativa de casais reprodutores na Ilha de Skomer, no País Gales, também apresentou um aumento de 2015 para 2016, mas registrou queda no ano seguinte e aumento em 2018 (WILKIE et al., 2019). Logo, a maior ou menor incidência dessas espécies em determinados anos pode ser resultante das variações no número de adultos reprodutores e no sucesso reprodutivo nas colônias, levando a consequente oscilação anual no número de juvenis migrando em direção à costa brasileira.

Outra espécie que apresentou um maior encalhe de indivíduos juvenis, principalmente em seu primeiro ano de vida, foi *Thalassarche melanophris*. O maior registro dessa faixa etária também foi observado por Colabuono e Vooren (2006) no Estado do Rio Grande do Sul e por Mestre et al. (2010), ao avaliarem dados de indivíduos anilhados nas Ilhas Malvinas e Geórgia do Sul e recuperados principalmente no sul e sudeste do Brasil. Esse fato provavelmente está relacionado à segregação espacial que ocorre durante o período migratório, quando as aves mais jovens se deslocam mais para o norte das colônias reprodutivas (Ilhas Malvinas) do que os adultos e os imaturos mais velhos (RODRIGUES, 2017). Diferente de *T. melanophris*, *T. chlororhynchos* apresentou um maior encalhe de indivíduos adultos e a maioria dos juvenis encontrados tinham mais de um ano de idade. O maior registro de indivíduos adultos e imaturos para essa espécie também foi identificado em estudos realizados no sul e sudeste do Brasil (COLABUONO; VOOREN, 2006; BUGONI; FURNESS, 2009b), o que indica que ela não segue o mesmo padrão de

segregação observado para *T. melanophris*. Além disso, segundo relatado por Bugoni e Furness (2009b), adultos reprodutores também forrageiam em águas brasileiras durante o período reprodutivo, o que foi constatado pela presença de indivíduos apresentando placa de incubação. Para essa espécie a postura dos ovos costuma ocorrer principalmente em setembro (OLMOS et al., 2006), mês em que observamos quase 50% dos encalhes de *T. chlororhynchos*. Essas observações indicam que muitos adultos devem se deslocar em direção ao Brasil logo após o início do período reprodutivo e da postura dos ovos.

Com relação à razão sexual, para *Spheniscus magellanicus* foi registrado um maior encalhe de fêmeas. Essa condição tem sido uma tendência para a costa brasileira (REIS et al., 2011; VANSTREELS et al., 2013; FOGLIARINI et al., 2019). Além disso, algumas colônias reprodutivas na região da Argentina têm registrado uma diminuição no número de fêmeas adultas (BOERSMA, 2008; GOWNARIS et al., 2020). Para esse fato, não foram encontradas evidências de que essa diferença esteja ocorrendo devido a vieses nas razões sexuais de nascimentos na colônia ou na sobrevivência dos filhotes (GOWNARIS; BOERSMA, 2019). Diferenças na estratégia de forrageamento entre machos e fêmeas são a causa mais provável para essa desigualdade nas proporções sexuais (YAMAMOTO et al., 2019). Enquanto as fêmeas costumam se deslocar por distâncias maiores, em direção ao norte, buscando alimento em profundidades menores, os machos se deslocam mais verticalmente, realizando mergulhos profundos (VANSTREELS et al., 2013; YAMAMOTO et al., 2019). Essas diferenças podem levar a uma maior exposição das fêmeas a ameaças naturais ou antrópicas, resultando na maior mortalidade e nos encalhes (YAMAMOTO et al., 2019). Como consequência, a menor sobrevivência de um dos sexos pode resultar em declínios populacionais nas colônias (GOWNARIS; BOERSMA, 2019), tanto pela menor disponibilidade de fêmeas para a reprodução, quanto pela maior disputa entre machos e até morte de filhotes (GOWNARIS et al., 2020). Esse problema reforça a necessidade de minimizar os impactos decorrentes de atividades antrópicas, visto que eles acabam impondo uma pressão adicional sobre os indivíduos migrantes.

Outra espécie que apresentou viés na proporção sexual foi *Fregata magnificens*, com encalhe de machos 2,7 vezes maior que o de fêmeas. Devido à falta de estudos, não é possível determinar se essa tendência é resultante de um maior nascimento ou sobrevivência de machos em colônias reprodutivas próximas. Caso isso não esteja ocorrendo, duas hipóteses podem ser levantadas: i) há uma maior

mortalidade de machos, devido a possíveis diferenças na estratégia de forrageamento entre os sexos e à maior exposição dos machos a ameaças (p.ex., maior interação com atividades pesqueiras); e ii) há maior presença de machos na região. Estudos realizados durante o período reprodutivo, com populações da América Central, verificaram que as fêmeas de *Fregata magnificens* são mais propensas a cleptoparasitar outras aves do que os machos, devido ao seu maior tamanho (OSORNO et al., 1992; AUSTIN et al., 2019). Logo, outras estratégias podem ser utilizadas pelos machos, inclusive o forrageamento em regiões mais distantes da colônia (AUSTIN et al., 2019). O acompanhamento das razões sexuais de indivíduos adultos avistados na Ilha Comprida e na Ilha do Cardoso, inclusive em diferentes períodos do ano, pode ajudar a identificar se há uma maior presença de machos na região.

A distribuição mensal dos encalhes das sete espécies estudadas coincidiram com os períodos de ocorrência esperados para essas aves na costa brasileira. *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster* apresentaram registros de encalhes ao longo de todo o ano, em conformidade com o fato de ambas residirem na região e se reproduzirem em ilhas próximas (SICK, 2001; CAMPOS et al., 2004; BARBIERI, 2010). Contudo, houve um maior registro de encalhes de *Fregata magnificens* entre os meses de agosto e outubro e de *Sula leucogaster* em agosto e setembro. Nas colônias próximas à área de estudo, ambas as espécies, apesar de se manterem reprodutivamente ativas durante o ano todo (CAMPOS et al., 2004; KRUL, 2004), apresentam picos reprodutivos entre os meses de maio a outubro (CAMPOS et al., 2004). No Arquipélago de Currais, no Estado do Paraná, o pico reprodutivo de *F. magnificens* foi registrado nos meses de agosto e setembro (KRUL, 2004). Associado a isso, está a maior disponibilidade de descartes pesqueiros provenientes da pesca de arrasto de camarão, após o término do período de defeso no final do mês de maio (BARBIERI, 2010). Esses recursos alimentares costumam ser bastante explorados pelas duas espécies (BRANCO, 2001; CARNIEL; KRUL, 2012) e podem ser um atrativo para os indivíduos que se reproduzem durante o inverno, aumentando a presença das aves na região nesse período.

A única espécie proveniente do Hemisfério Norte aqui avaliada, *Puffinus puffinus*, apresentou encalhes concentrados entre os meses de setembro a dezembro, com um pico no mês de outubro (54,4%), mesma distribuição temporal observada por Mestre et al. (2010), por meio da recuperação de indivíduos anilhados. Esse resultado

coincidiu com o período de deslocamento dos indivíduos em direção ao seu destino de invernada na Argentina (VOOREN; BRUSQUE, 1999). Já os migrantes meridionais estiveram presentes no litoral sul do Estado de São Paulo durante o período do outono, inverno e primavera, principalmente de maio a dezembro. Os encalhes de *Spheniscus magellanicus* e *Thalassarche melanophris* coincidiram com o período registrado na literatura, com maior presença das espécies entre maio e outubro (OLMOS, 1997; SICK, 2001; OLMOS, 2002). Para *Procellaria aequinoctialis* e *Thalassarche chlororhynchos* o período de encalhes aqui descrito (maio a outubro e maio a dezembro, respectivamente) teve início e término mais tardio do que o relatado por estudos anteriores (abril a agosto; SICK, 2001; OLMOS; BUGONI, 2006). Com relação a distribuição dos encalhes ao longo dos meses, apenas *Procellaria aequinoctialis* e *Thalassarche melanophris* apresentaram uma distribuição mais regular, o que pode indicar um período mais longo de saída para a migração. Já as demais espécies apresentaram picos de encalhes, como em outubro para *Puffinus puffinus* (54,4%), agosto para *Spheniscus magellanicus* (46,5%) e setembro para *Thalassarche chlororhynchos* (48,7%), o que sugere que a saída das colônias seja mais pontual e sincronizada nessas espécies.

Com relação a distribuição espacial dos encalhes na Ilha Comprida, todas as regiões onde o monitoramento é realizado diariamente demonstraram ser propensas a ocorrência de encalhes em densidade alta ou muito alta. No entanto, com base nos dados dos quatro anos avaliados, os encalhes ficaram mais concentrados nas regiões centro-sul e centro-norte da ilha. A característica da região costeira da Ilha Comprida, formada por uma extensa faixa de areia contínua, permite com que haja maior exposição das praias à ação das ondas (HENRIQUE; MENDES, 1999), o que favorece a ocorrência de encalhes (OLSON et al., 2020). A distribuição espacial dos encalhes também indicou não haver padrão anual ou por espécie na ilha. Logo, as diferentes distribuições observadas entre espécies e anos podem estar relacionadas a vários fatores como, por exemplo, a atuação das correntes em determinadas regiões e períodos ou atividades antrópicas pontuais.

Na Ilha do Cardoso, a região centro-sul também se destacou por apresentar as maiores densidades de encalhes, enquanto o norte da ilha apresentou poucos encalhes em todos os anos. Assim como ocorre na Ilha Comprida, as regiões centro-sul e sul da Ilha do Cardoso caracterizam-se por apresentar praias mais exposta à ação das ondas (WEBER, 1998), o que não ocorre com parte das praias da região

norte, que são orientadas para o interior da Barra de Cananéia. Além disso, as praias de toda a região norte da ilha são influenciadas pela dinâmica de correntes da Barra de Cananéia. Nas águas mais superficiais da entrada da Barra, a corrente vazante predomina sobre a corrente enchente, ao apresentar velocidade média e duração maiores (MIYAO, 1977; AMBRÓSIO, 2016). Devido a essa dinâmica, há a formação de bancos de areia no extremo sul da Ilha Comprida e na face norte da Ilha do Cardoso (SUGUIO; TESSLER, 1983; TESSLER et al., 1990). Essas formações sedimentares são capazes de dissipar a energia das ondas na região (AMBRÓSIO, 2016). Além disso, outro fator que diminui a energia das ondas é a presença da Ilha do Bom Abrigo, a cerca de 4 km da Ilha do Cardoso, gerando uma barreira para as ondas vindas do sul e sudeste (AMBRÓSIO, 2016). A combinação desses fatores provavelmente diminui a probabilidade de ocorrência de encalhes na região norte da Ilha do Cardoso.

As interações com as atividades pesqueiras foram registradas com maior frequência para os anos de 2018 e 2019, em decorrência do grande número de encalhes de *Spheniscus magellanicus*, espécie que mais interagiu negativamente com a pesca nas duas ilhas. Para essa espécie predominaram as marcas indicativas de emaranhamentos em redes de emalhe, artefato pesqueiro mais utilizado em nossa área de estudo (MENDONÇA, 2015). A exposição a esse artefato pesqueiro ocorre, pois, durante a migração, as aves costumam ocupar as águas costeiras da plataforma continental (a menos de 50 km da costa) (PÜTZ et al., 2007), área também ocupada pelas embarcações que realizam esse tipo de pesca (ALVES et al., 2009). Conseqüentemente, são frequentes os registros de interação de *Spheniscus magellanicus* com redes de emalhe no Sul do Brasil (CARDOSO et al., 2011; CRAWFORD et al., 2017; EWBank et al., 2020) principalmente nas redes de deriva, que ficam próximas a superfície (CARDOSO et al., 2011). Em Passo de Torres (SC), foram registrados 68 pinguins mortos em 17 conjuntos de redes de emalhe, de uma única embarcação, ao longo de oito dias de pesca, o que resultou em uma taxa de captura média de $2,65 \pm 1,47$ indivíduos/km de rede por dia (CARDOSO et al., 2011). Logo, o número de pinguins capturados incidentalmente todos os anos pode chegar as centenas ou milhares de indivíduos na costa brasileira (ŽYDELIS et al., 2013). Diferente de outras artes de pesca, a pesca com redes de emalhe carece de soluções técnicas efetivas que visem a mitigar a captura incidental de aves marinhas, principalmente medidas que funcionem para diferentes espécies de aves e que não reduzam a taxa de captura das espécies-alvo (HANAMSETH et al., 2016). Dentre

algumas medidas já propostas estão: o uso de dispositivos sonoros; a disposição das redes a profundidades maiores; a substituição por outra arte de pesca; e modificações nas redes que melhorem a sua visibilidade (ŽYDELIS et al., 2013). Redes com monofilamentos coloridos já foram testadas em cativeiro com pinguins *Eudyptula minor* e indicaram taxas de colisão mais baixas em redes de cor laranja (5,5%) do que em redes com monofilamentos claros ou verdes (35,9% e 30,8%, respectivamente) (HANAMSETH et al., 2016). Estudos em campo ainda são necessários para verificar a efetividade dessa medida em ambiente marinho e possíveis influências na taxa de captura das espécies-alvo (HANAMSETH et al., 2016). Contudo, a utilização de pistas visuais parece ser a medida mais adequada para espécies que se deslocam exclusivamente por natação e são medidas que poderiam ser testadas na costa brasileira.

As outras duas espécies que mais interagiram negativamente com a pesca foram *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*. No entanto, para ambas, os indícios mais frequentes foram as lesões sugestivas de agressão. Esse tipo de interação está relacionado ao hábito que essas espécies têm de acompanhar as embarcações em busca dos descartes da pesca de arrasto de camarão (BRANCO, 2001; PELANDA, 2007; CARNIEL; KRUL, 2012). No litoral do Estado do Paraná, a presença de ferimentos, principalmente fraturas em membros, foi bastante frequente nas espécies costeiras, com maior destaque para *Sula leucogaster* (PELANDA, 2007). Segundo essa autora, alguns pescadores têm o hábito de agredir as aves enquanto elas esperam pelos descartes sobre o barco. Entre as motivações para essa ação estaria o fato das aves sinalizarem a pesca ilegal durante o período de defeso ou por perturbarem os pescadores durante a seleção dos peixes (PELANDA, 2007). Apesar da interação com a pesca oferecer uma grande oferta de recursos alimentares para essas espécies (BRANCO, 2001; KRUL, 2004; CARNIEL; KRUL, 2012), é importante considerar que ela também oferece riscos ao expor as aves a possíveis agressões, acidentes ou mesmo emaranhamentos em artefatos pesqueiros, como foi observado em alguns indivíduos de *Sula leucogaster*. Ações de conscientização com os pescadores da região podem auxiliar a minimizar essas interações, principalmente os casos de agressão.

A distribuição espacial dos encalhes das aves que interagiram com a pesca na Ilha Comprida se concentraram, de modo geral, no centro-sul e centro-norte da ilha. Esse resultado coincidiu com o observado no mapa que reuniu todos os encalhes

de 2016 a 2019. A distribuição dos indivíduos de *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster* que interagiram com a pesca se concentraram na região sul e centro-sul da ilha, regiões onde há forte presença da pesca de arrasto (BARBIERI, 2010; MENDONÇA, 2015). Já para *Spheniscus magellanicus*, os encalhes se concentraram principalmente em um pequeno trecho na região centro-sul e no centro-norte da ilha. Assim, é possível que nessas duas regiões a pesca com redes de emalhe seja mais intensa, o que faz com que elas sejam regiões prioritárias para ações mitigatórias.

Entre as duas ilhas, a Ilha do Cardoso foi a que apresentou o menor número de aves interagindo negativamente com as atividades pesqueiras, muito provavelmente devido à menor presença humana na ilha. Os encalhes das aves que interagiram com a pesca, em sua grande maioria indivíduos de *Spheniscus magellanicus*, se concentraram na região centro-sul da ilha, repetindo o padrão observado no mapa que reuniu todos os encalhes de 2016 a 2019. A região centro-sul abriga a maior comunidade da Ilha do Cardoso, com 56 famílias, que vivem das atividades turísticas e também da pesca artesanal (SILVA; OLIVEIRA, 2017), realizada tanto no mar quanto no estuário (KLIMKE et al., 2007). Além disso, pescadores que residem na comunidade de Ararapira, litoral norte do Estado do Paraná, também pescam na região (MENDONÇA, 2015). Dessa forma, os prováveis fatores relacionados ao menor número de encalhes observados na Ilha do Cardoso, em comparação à Ilha Comprida, são decorrentes da menor interação com as atividades pesqueiras, juntamente à baixa densidade de encalhes na região norte da ilha.

Com relação às condições ambientais, apenas a ocorrência de ressaca e a direção dos ventos acima de 50 km/h tiveram influência na ocorrência de encalhes. A passagem de frentes frias e ciclones extratropicais e subtropicais são as condições meteorológicas responsáveis pela formação de ventos fortes e pela agitação e elevação do nível do mar, gerando os eventos de ressaca (BITENCOURT et al., 2002; MACHADO et al., 2019). Na região Sul e Sudeste do Brasil, esses fenômenos meteorológicos, bem como os eventos de ressaca, tendem a acontecer com maior frequência durante o outono e inverno (GAN; RAO, 1991; CAVALCANTI; KOUSKY, 2009; CAMPOS et al., 2010; MACHADO et al., 2019), período em que as aves migratórias do Hemisfério Sul se encontram em maior número na costa brasileira (SICK, 2001). A agitação do mar e os ventos fortes são condições que podem gerar um maior desgaste físico ou até mesmo traumas nas aves, principalmente para

aquelas que se deslocam pelo ar (WOLFAARDT et al., 2012). Essas aves podem ter também maior dificuldade para forragear sob essas condições (CAMPHUYSEN et al., 1999; FORT et al., 2009), o que contribui para a mortalidade ou para o encalhe dos indivíduos debilitados. Para os indivíduos que morreram em alto mar por diferentes causas, a altura das ondas e a direção do vento também apresentam uma importante influência no deslocamento das carcaças, favorecendo a ocorrência dos encalhes (FLINT; FOWLER, 1998; SEYS et al., 2001; WIESE; JONES, 2001; TAVARES et al.; 2016; TAVARES et al.; 2020). Possivelmente para espécies que se deslocam em ambiente aquático, como *Spheniscus magellanicus*, as condições do vento tenham maior influência no deslocamento de carcaças à deriva do que afetando os indivíduos vivos.

Em nossa área de estudo, três condições ambientais aumentaram a chance de ocorrência de encalhes: ventos do quadrante Sul, eventos de ressaca e a interação entre ventos do quadrante Oeste e ressacas; enquanto duas condições diminuíram a chance dos encalhes ocorrerem: ventos do quadrante Oeste e interação entre ventos do quadrante Norte e ressaca. Devido à orientação da região costeira de ambas as ilhas (sudoeste-nordeste), são os ventos do quadrante Sul que atingem a face litorânea, favorecendo o deslocamento das carcaças em direção às praias (FLINT; FOWLER, 1998; SEYS et al., 2001). Já os eventos de ressaca são condições que tendem a elevar a altura das ondas, fator esse que esteve relacionado à maior ocorrência de encalhes em alguns estudos (TAVARES et al.; 2016; TAVARES et al.; 2020). A influência positiva da interação entre ventos do quadrante Oeste e ressacas, apesar de parecer contraditória, provavelmente está relacionada a atuação de uma direção específica desse quadrante. No Hemisfério Sul, devido ao efeito de rotação da Terra, ventos paralelos à costa resultam no deslocamento da água à sua esquerda (Transporte de Ekman), ou seja, de leste para oeste quando o vento tem origem no quadrante Sul ou de oeste para leste quando o vento tem origem no quadrante Norte (STEWART, 2000). Dessa forma, ventos de Sudoeste, que passam paralelamente à área de estudo, acabam resultando no maior empilhamento da água na costa, intensificando os eventos de ressaca (CAMPOS et al., 2010; MACHADO et al., 2019). Assim, a interação provavelmente ocorreu devido à oscilação dos ventos do quadrante Oeste para a direção Sudoeste na presença de ressaca. A ocorrência simultânea desses dois eventos foi pouco frequente ao longo dos quatro anos, mas 63,3% dos dias na semana subsequente a sua ocorrência apresentaram encalhes (observação

peçoal). Já na ausência de ressacas, os ventos do quadrante Oeste reduziram em 26% a chance de ocorrência de encalhes, possivelmente ao afastar as carcaças da costa. A interação entre ventos do quadrante Norte e eventos de ressaca também levaram a uma pequena redução (23%) na chance de ocorrência de encalhes. Nesse caso, a direção do vento pode ter contribuído para afastar possíveis carcaças presentes na região, anulando o efeito da ressaca. Considerando que apenas uma parcela das aves que morrem em alto mar chega até à costa (BIBBY, 1981; FLINT; FOWLER, 1998; SEYS et al., 2001), a maior ou menor ocorrência de determinadas condições ambientais entre os anos (p.ex., ocorrência de ressacas e ventos Sul) é mais um fator que pode influenciar no número de encalhes, além dos fatores populacionais e da interação com atividades antrópicas.

5 CONCLUSÃO

A primeira hipótese proposta, de que a distribuição espacial dos encalhes é heterogênea e influenciada pela presença de atividades antrópicas ou pelas características geográficas da região costeira, foi confirmada. A distribuição espacial dos encalhes foi heterogênea em ambas as ilhas. A característica da região costeira da Ilha Comprida favoreceu a ocorrência de encalhes em toda a extensão litorânea que é monitorada diariamente. No entanto, as maiores densidades de encalhes foram observadas em trechos da região centro-sul e centro-norte da ilha, as mesmas regiões onde se concentraram os encalhes dos indivíduos que interagiram negativamente com a pesca. Na Ilha do Cardoso, as maiores densidades de encalhes foram observadas no centro-sul da ilha, onde também foi identificada a maior concentração de aves que interagiram negativamente com a pesca. Já a região norte da ilha apresentou as menores densidades de encalhes, provavelmente devido a menor exposição das praias à ação das ondas e à dinâmica gerada pela presença da Barra de Cananéia.

A segunda hipótese, de que a ocorrência de encalhes está diretamente relacionada às condições ambientais, também foi confirmada. A direção do vento e a ocorrência de ressaca foram as únicas variáveis ambientais que tiveram influência na ocorrência de encalhes. Ventos do quadrante Sul, eventos de ressaca e interação entre ventos do quadrante Oeste e ressaca foram condições que aumentaram a chance de ocorrência de encalhes. Por outro lado, ventos do quadrante Oeste (na

ausência de ressacas) e a interação entre ventos do quadrante Norte e ressaca reduziram a chance de ocorrência de encalhes.

REFERÊNCIAS

- AGRESTI, A. **An Introduction to Categorical Data Analysis**. New York: John Wiley & Sons, 3 ed., 2019.
- ALVES, P. M. F.; ARFELLI, C. A.; TOMÁS, A. R. G. Caracterização da pesca de emalhe do litoral do estado de São Paulo, Brasil. **B. Inst. Pesca**, v. 35, n. 1, p. 17–27, 2009.
- AMBROSIO, B. G. **Dinâmica da desembocadura lagunar de Cananéia, litoral sul do estado de São Paulo**. 2017. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Geológica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21136/tde-20022017-152001/>>. Acesso em: 03/08/2021.
- ANDERSON, O.; SMALL, C.; CROXALL, J.; et al. Global seabird bycatch in longline fisheries. **Endangered Species Research**, v. 14, n. 2, p. 91–106, 2011.
- AUSTIN, R.; DE PASCALIS, F.; ARNOULD, J.; et al. A sex-influenced flexible foraging strategy in a tropical seabird, the magnificent frigatebird. **Marine Ecology Progress Series**, v. 611, p. 203–214, 2019.
- BARBIERI, E. Abundância temporal de *Fregata magnificens* (Pelecaniformes: Fregatidae) na Ilha Comprida (São Paulo, Brasil) em 2006 e sua relação com barcos de pesca. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 18, n. 3, p. 164-168, 2010.
- BARBIERI, E.; OLIVEIRA, M. DE. **Aves: Ilha Comprida**. São Paulo: KPMO, 1. ed., 2015.
- BIBBY, C. J. An Experiment on the Recovery of Dead Birds from the North Sea. **Ornis Scandinavica**, v. 12, n. 3, p. 261-265, 1981.
- BITENCOURT, D. P.; QUADRO, M. F. L.; CALBETE, N. O. Análise de dois casos de ressaca no litoral da região sul no verão de 2002. In: XII congresso brasileiro de meteorologia, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002. p. 3910-3917.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistics Notes: The odds ratio. **BMJ**, v. 320, n. 7247, p. 1468–1468, 2000.
- BOERSMA, P. D. Penguins as Marine Sentinels. **BioScience**, v. 58, n. 7, p. 597–607, 2008.
- BOERSMA, P. D.; GARCÍA-BORBOROGLU, P.; GOWNARIS, N. J.; et al. Applying science to pressing conservation needs for penguins. **Conservation Biology**, v. 34, n. 1, p. 103–112, 2020.
- BOERSMA, P. D.; STOKES, D. L.; YORIO, P. M. Reproductive variability and historical change of Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) at Punta Tombo, Argentina. In: DAVIS, L. S.; DARBY, J.T. (Ed.). **Penguin Biology**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 15-43.

BOOTH JONES, K. A.; WOLSEY, S. **The Northern Ireland Seabird Report 2018**. British Trust for Ornithology, Thetford, 2019.

BRANCO, J. O. Descartes da pesca do camarão sete-barbas como fonte de alimento para aves marinhas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 293–300, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 2011. 76 p. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivos/areas_protegidas/snuc/Livro%20SNUC%20PNAP.pdf > Acesso em: 20/07/2021.

BRUSIUS, B. K.; DE SOUZA, R. B.; BARBIERI, E. Stranding of Marine Animals: Effects of Environmental Variables. In: LEAL FILHO, W.; AZUL, A. M.; BRANDLI, L.; LANGE SALVIA, A.; WALL, T. (Orgs.). **Life Below Water**. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals, 2020. p.1–10.

BUGONI, L.; FURNESS, R. W. Ageing immature Atlantic Yellow-nosed *Thalassarche chlororhynchos* and Black-browed *T. melanophris* albatrosses in wintering grounds using bill colour and moult. **Marine Ornithology**, v. 37, p. 249–252, 2009a.

BUGONI, L.; FURNESS, R. W. Age composition and sexual size dimorphism of albatrosses and petrels off Brazil. **Marine Ornithology**, v. 37, p. 253–260, 2009b.

CAMPHUYSEN, C. J.; WRIGH, P. J.; LEOPOLD, M.; HÜPPOP, O.; REID, J. B. A review of the causes, and consequences at the population level, of mass mortalities of seabirds. In: FURNESS, R. W.; TASKER, M. L. (Ed.). **Diets of seabirds and consequences of changes in food suppl.** ICES Cooperative Research Report, n. 232, 1999. p. 51–66.

CAMPOS, R.M.; CAMARGO, R.; HARARI, J. Caracterização de eventos extremos do nível do mar em Santos e sua correspondência com as reanálises do modelo do NCEP no sudoeste do Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 175-184. 2010.

CAMPOS, F. P.; PALUDO, D.; FARIA, P. J.; MARTUSCELLI, P. Aves insulares marinhas, residentes e migratórias, do litoral do Estado de São Paulo. In: Joaquim Olinto Branco (Org.). **Aves marinhas insulares brasileiras: bioecologia e conservação**. Itajaí: Editora da UNIVALI, 2004. p. 57-82.

CARDOSO, L. G.; BUGONI, L.; MANCINI, P. L.; HAIMOVICI, M. Gillnet fisheries as a major mortality factor of Magellanic penguins in wintering areas. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 4, p. 840–844, 2011.

CARNIEL, V. L.; KRUL, R. Utilisation of discards from small-scale fisheries by seabirds in coastal waters of Paraná State, Brazil. **Seabirds**, v. 25, p. 29-38, 2012.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; DIAS, M. A. F.; JUSTI M. G. A. (Orgs.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 135-147.

CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QChuvaPeriodo.asp>>. Acesso em: 20/07/2021.

CLAY, T. A.; SMALL, C.; TUCK, G. N.; et al. A comprehensive large-scale assessment of fisheries bycatch risk to threatened seabird populations. **Journal of Applied Ecology**, v. 56, n. 8, p. 1882–1893, 2019.

COLABUONO, F. I.; VOOREN, C. M. Hábitos alimentares de alguns albatrozes e petréis na região sul do Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 83-102.

COSTA, R. A.; SÁ, S.; PEREIRA, A. T.; et al. Prevalence of entanglements of seabirds in marine debris in the central Portuguese coast. **Marine Pollution Bulletin**, v. 161, p. 111746, 2020.

CRAWFORD, R.; ELLENBERG, U.; FRERE, E.; et al. Tangled and drowned: a global review of penguin bycatch in fisheries. **Endangered Species Research**, v. 34, p. 373–396, 2017.

DAU, B. K.; GILARDI, K. V. K.; GULLAND, F. M.; et al. Fishing gear–related injury in california marine wildlife. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 45, n. 2, p. 355–362, 2009.

DIAMOND, A. W. Sexual dimorphism in breeding cycles and unequal sex ratio in magnificent frigate-birds. **Ibis**, v. 114, n. 3, p. 395–398, 2008.

DOBSON, A. J. **An Introduction to Generalized Linear Models**. London: Chapman and Hall, 1990.

ESRI. ArcGIS Desktop 10.6.1. Environmental Systems Research Institute (ESRI), Redlands, CA, 2017.

EWBANK, A. C.; SACRISTÁN, C.; COSTA-SILVA, S.; et al. Postmortem findings in Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) caught in a drift gillnet. **BMC Veterinary Research**, v. 16, p. 1-10, 2020.

FARIA, F. A.; BURGUEÑO, L. E. T.; WEBER, F. DOS S.; SOUZA, F. J. DE; BUGONI, L. Unusual Mass Stranding of Atlantic Yellow-Nosed Albatross (*Thalassarche chlororhynchos*), Petrels and Shearwaters in Southern Brazil. **Waterbirds**, v. 37, n. 4, p. 446–450, 2014.

FLINT, P. L.; FOWLER, A. C. A drift experiment to assess the influence of wind on recovery of oiled seabirds on St Paul Island, Alaska. **Marine Pollution Bulletin**, v. 36, n. 2, p. 165–166, 1998.

FOGLIARINI, C. DE O.; BUGONI, L.; HAIMOVICI, M.; SECCHI, E. R.; CARDOSO, L. G. High mortality of adult female Magellanic penguins by gillnet fisheries in southern Brazil. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 29, n. 10, p. 1657–1664, 2019.

FORT, J.; PORTER, W. P.; GRÉMILLET, D. Thermodynamic modelling predicts energetic bottleneck for seabirds wintering in the northwest Atlantic. **Journal of Experimental Biology**, v. 212, n. 15, p. 2483–2490, 2009.

FRERE, E.; GANDINI, P.; BOERSMA, D. The Breeding Ecology of Magellanic Penguins at Cabo Virgenes, Argentina: What Factors Determine Reproductive Success? **Colonial Waterbirds**, v. 21, n. 2, p. 205-210, 1998.

GAN, M.A.; RAO, V.B. Surface cyclogenesis over South America. **Monthly Weather Review**, v. 119, n. 5, p. 1293-1302, 1991.

GARCÍA-BORBOROGLU, P.; BOERSMA, P. D.; RUOPPOLO, V.; et al. Chronic oil pollution harms Magellanic penguins in the Southwest Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, n. 2, p. 193–198, 2006.

GARCÍA-BORBOROGLU, P.; BOERSMA, P. D.; RUOPPOLO, V.; et al. Magellanic penguin mortality in 2008 along the SW Atlantic coast. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 10, p. 1652–1657, 2010.

GETIS, A.; ORD, J. K. The analysis of spatial association by use of distance statistics. **Geographical analysis**, v. 24, n. 3, p. 189–206, 1992.

GOWNARIS, N. J.; BOERSMA, P. D. Sex-biased survival contributes to population decline in a long-lived seabird, the Magellanic Penguin. **Ecological Applications**, v. 29, n. 1, 2019.

GOWNARIS, N. J.; GARCÍA-BORBOROGLU, P.; BOERSMA, P. D. Sex ratio is variable and increasingly male biased at two colonies of Magellanic Penguins. **Ecology**, v. 101, n. 3, 2020.

HAMAN, K. H.; NORTON, T. M.; RONCONI, R. A.; et al. Great shearwater (*Puffinus gravis*) mortality events along the eastern coast of The United States. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 49, n. 2, p. 235–245, 2013.

HANAMSETH, R.; BARRY BAKER, G.; SHERWEN, S.; HINDELL, M.; LEA, M.-A. Assessing the importance of net colour as a seabird bycatch mitigation measure in gillnet fishing. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 28, n. 1, p. 175–181, 2018.

HARTIG, F. DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. R package version 0.4.3. <https://CRAN.R-project.org/package=DHARMA>. 2021

HENRIQUE, W.; MENDES, I. A. Areias em movimento - um estudo sobre a morfodinâmica da Ilha Comprida - SP. **Geografia**, Rio Claro, v. 24, n. 3, p. 69-92, 1999.

HLADY, D. A.; BURGER, A. E. Drift-block experiments to analyse the mortality of oiled seabirds off Vancouver Island, British Columbia. **Marine Pollution Bulletin**, v. 26, n. 9, p. 495–501, 1993.

HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A.; CHICKEN, E. The Dichotomous Data Problem. In: **Nonparametric Statistical Methods**. Nova York: John Wiley & Sons, Inc., 3 ed., 2014. p. 11–38.

ICMBIO. **Plano de manejo: Área de proteção ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe, SP**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Iguape, 2016. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_plano_de_manejo_Apa_Cananea_Iguape_Peruibe_03032016.pdf>. Acesso em: 20/07/2021.

JESSUP, D. A.; MILLER, M. A.; RYAN, J. P.; et al. Mass Stranding of Marine Birds Caused by a Surfactant-Producing Red Tide. **PLoS ONE**, v. 4, n. 2, p. e4550, 2009.

JNCC. Joint Nature Conservation Committee, 2021. Disponível em: <<https://jncc.gov.uk/our-work/manx-shearwater-puffinus-puffinus/#annual-abundance-and-productivity-by-geographical-area-united-kingdom>>. Acesso em: 30/11/2021.

KLIMKE A., GRUBE A. F., GONÇALVES W. C., BARBOSA S. D., PONTE J. R., DAS NEVES A., DAS NEVES S. In: CHIQUINHO, C. R. (Org.). **Saberes Caiçaras: a cultura caiçara na história de Cananéia**. São Paulo: Páginas&Letras, 2007. p. 127–142.

KRUL, R. Aves marinhas costeiras do Paraná. In: BRANCO, J. O. (Org.), **Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação**. Itajaí: Editora da UNIVALI, 2004. p. 37-56.

MACHADO, J. P.; MIRANDA, G. S. B.; GOZZO, L. F.; CUSTÓDIO, M. DE S. Condições Atmosféricas Associadas a Eventos de Ressaca no Litoral Sul e do Sudeste do Brasil durante o El Niño 2015/2016. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 4, p. 529–544, 2019.

MÄDER, A.; SANDER, M.; CASA JR, G. Ciclo sazonal de mortalidade do pinguim-de-magalhães, *Spheniscus magellanicus* influenciado por fatores antrópicos e climáticos na costa do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 18, n. 3, p. 228–233, 2010.

MARIANI, D. B.; ALMEIDA, B. J. M.; FEBRÔNIO, A. D. M.; et al. Causes of mortality of seabirds stranded at the Northeastern coast of Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 523–529, 2019.

MARINHA DO BRASIL. **Escala Beaufort**. 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/u2035/escala_beaufort.pdf>. Acesso em: 19/07/2021.

MATSUURA, Y. A study of surface currents in the spawning area of Brazilian sardine. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 24, p. 31–44, 1975.

MCCULLAGH P. AND NELDER, J. A. **Generalized Linear Models**. London: Chapman and Hall, 1989.

MENDONÇA, J. T. Caracterização da pesca artesanal no litoral sul de São Paulo – Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 479-492, 2015.

MIYAO, S. Y. **Contribuição ao estudo da oceanografia física da região de Cananéia (lat. 25°S long. 48°W)**. 1977. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

NEVES, T.; MANCINI, P. L.; NASCIMENTO, L.; MIGUÉIS, A. M. B.; BUGONI, L. Overview of seabird bycatch by Brazilian fisheries in the South Atlantic Ocean. **Col. Vol. Sci. Pap.**, v. 60, n. 6, p. 2085–2093, 2007.

NEVES, T.; VOOREN, C. M.; BUGONI, L.; OLMOS, F.; NASCIMENTO, L. Distribuição e abundância de aves marinhas na região sudeste sul do Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul, São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 11-35.

NEWTON, K.; CROLL, D.; NEVINS, H.; et al. At-sea mortality of seabirds based on beachcast and offshore surveys. **Marine Ecology Progress Series**, v. 392, p. 295–305, 2009.

OLMOS, F. Seabirds attending bottom long-line fishing off southeastern Brazil. **Ibis**, v. 139, n. 4, p. 685–691, 1997.

OLMOS, F. Non-breeding seabirds in Brazil: a review of band recoveries. **Ararajuba**, v. 10, n. 3, p. 31-42, 2002.

OLMOS, F.; BUGONI, L.; NEVES, T.; PEPPE, F. Caracterização das aves oceânicas que interagem com a pesca de espinhel no Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul, São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 37-67.

OLSON, J. K.; ASCHOFF, J.; GOBLE, A.; LARSON, S.; GAYDOS, J. K. Maximizing surveillance through spatial characterization of marine mammal stranding hot spots. **Marine Mammal Science**, v. 36, n. 4, p. 1083–1096, 2020.

OSORNO, J. L.; TORRES, R.; GARCIA, C. M. Kleptoparasitic Behavior of the Magnificent Frigatebird: Sex Bias and Success. **The Condor**, v. 94, n. 3, p. 692–698, 1992.

PELANDA, A. A. **Impactos humanos sobre aves associadas a ecossistemas marinhos na costa paranaense**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Oceanografia), Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2007.

PETROBRAS. **Projeto Executivo do PMP-BS Fase 1**. Vol. único, revisão 02, 2017.

PETROBRAS. **Projeto Executivo Integrado do PMP-BS**. Vol. único, revisão 00, 2019.

PÜTZ, K.; INGHAM, R. J.; SMITH, J. G. Satellite tracking of the winter migration of Magellanic Penguins *Spheniscus magellanicus* breeding in the Falkland Islands. **Ibis**, v. 142, n. 4, p. 614–622, 2000.

PÜTZ, K.; INGHAM, R.; SMITH, J.; CROXALL, J. Population trends, breeding success and diet composition of gentoo *Pygoscelis papua*, magellanic *Spheniscus magellanicus* and rockhopper *Eudyptes chrysocome* penguins in the Falkland Islands. A review. **Polar Biology**, v. 24, n. 11, p. 793–807, 2001.

PÜTZ, K.; SCHIAVINI, A.; REY, A. R.; LÜTHI, B. H. Winter migration of magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) from the southernmost distributional range. **Marine Biology**, v. 152, n. 6, p. 1227–1235, 2007.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2019.

REIS, E. C.; AIRES, R. M.; MOURA, J. F.; et al. Molecular sexing of unusually large numbers of *Spheniscus magellanicus* (Spheniscidae) washed ashore along the Brazilian coast in 2008. **Genetics and Molecular Research**, v. 10, n. 4, p. 3731–3737, 2011.

RODRIGUES, I. L. **Contribuição para o estudo da distribuição de albatrozes-de-sobrancelha-negra *Thalassarche melanophris* das Ilhas Falklands durante o inverno**. 2017. Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha e Conservação) – Instituto Universitário de Ciências Psicológicas, Sociais e da Vida (ISPA), Lisboa, 2017.

SANTOS, H. F.; FLORES, F. Imunidade. In: SANTOS, H. F.; LOVATO, M. (Org.). **Doenças das aves**. Lexington: Kindle Direct Publishing, 2018. p. 19–30.

SEYS, J.; OFFRINGA, H.; WAEYENBERGE, J. V.; MEIRE, P.; KUIJKEN, E. Numbers of beached bird corpses and mortality of seabirds, how do they relate: a North Sea study in a wider context. In: SEYS, J. (Autor). **Sea and coastal bird data as tools in the policy and management of Belgian marine waters**, Doutorado em Ciências, Universiteit Gent, p 78–96, 2001.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2001.

SILVA, J. DE L.; OLIVEIRA, R. C. DE. Parque Estadual Ilha do Cardoso: considerações sobre ordenamento territorial e estratégias de manejo. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – UNICAMP, 2017.

p.1046–1058. Disponível em: <<http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2018>>. Acesso em: 20/7/2021.

SILVA FILHO, R. P.; RUOPPOLO, V. Sphenisciformes (Pinguim). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2 ed., 2014.

SILVERMAN, B. W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. New York: Chapman and Hall, 1986.

STEWART, R. H. Response of the upper ocean to winds. In: STEWART, R. H. (Ed.). **Introduction to physical oceanography**. Texas A&M University, 2000.

STOKES, D. L.; BOERSMA, P. D.; DAVIS, L. S. Satellite Tracking of Magellanic Penguin Migration. **The Condor**, v. 100, n. 2, p. 376–381, 1998.

STOKES, D. L.; BOERSMA, P. D.; LOPEZ DE CASENAVE, J.; GARCÍA-BORBOROGLU, P. Conservation of migratory Magellanic penguins requires marine zoning. **Biological Conservation**, v. 170, p. 151–161, 2014.

SUGUIO, K. & TESSLER, M. G. Intense coastal sedimentation and erosion in the Cananéia outlet, southern State of São Paulo, Brazil. **Bolm Inst. oceanogr.**, São Paulo, v. 32, n. 1, p.71-75,1983.

TAVARES, D. C.; FULGENCIO DE MOURA, J.; SICILIANO, S. Environmental Predictors of Seabird Wrecks in a Tropical Coastal Area. **PLOS ONE**, v. 11, n. 12, 2016.

TAVARES, D. C.; MOURA, J. F.; MERICO, A.; SICILIANO, S. Mortality of seabirds migrating across the tropical Atlantic in relation to oceanographic processes. **Animal Conservation**, v. 23, n. 3, p. 307–319, 2020.

TESSLER, M. G.; SUGUIO, K.; MAHIQUES, M. M. DE; FURTADO, V. V. Evolução temporal e espacial da desembocadura lagunar de Cananéia (SP). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 38, n. 1, p. 23–29, 1990.

VANSTREELS, R. E. T.; ADORNES, A. C.; CANABARRO, P. L.; et al. Female-biased mortality of Magellanic Penguins (*Spheniscus magellanicus*) on the wintering grounds. **Emu - Austral Ornithology**, v. 113, n. 2, p. 128–134, 2013.

VOOREN, C. M.; BRUSQUE, L. F. **As aves do ambiente costeiro do Brasil: biodiversidade e conservação**. Rio Grande do Sul, 1999.

WEBER, W. **Geologia e Geocronologia da Ilha do Cardoso, sudeste do Estado de São Paulo**. 1998. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotectônica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-14102015-155051/>>. Acesso em: 8/7/2021.

WIESE, F. K. Sinking rates of dead birds: improving estimates of seabird mortality due to oiling. **Marine Ornithology**, v. 31: p. 65-70, 2003.

WIESE, F. K.; JONES, I. L. Experimental Support for a New Drift Block Design to Assess Seabird Mortality from Oil Pollution. **Auk**, v. 118, p. 1062–1068, 2001.

WILKIE, N.G., ZBIJEWSKA, S.M., PIGGOTT, A.R., HASTIE, V. & WOOD, M.J. Seabird monitoring on Skomer Island in 2019. **JNCC Report**, 2019.

WOLFAARDT, A. C.; CROFTS, S.; BAYLIS, A. M. M. Effects of a storm on colonies of seabirds breeding at the Falkland Islands. *Marine Ornithology* v. 40, p. 129–133, 2012.

YAMAMOTO, T.; YODA, K.; BLANCO, G. S.; QUINTANA, F. Female-biased stranding in Magellanic penguins. **Current Biology**, v. 29, 2019.

ŽYDELIS, R.; SMALL, C.; FRENCH, G. The incidental catch of seabirds in gillnet fisheries: A global review. **Biological Conservation**, v. 162, p. 76–88, 2013.

ANEXO 1. ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO DOS ESPÉCIMES ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019.

Ano	<i>Fregata magnificens</i>			<i>Sula leucogaster</i>			<i>Puffinus puffinus</i>			<i>Procellaria aequinoctialis</i>			<i>Spheniscus magellanicus</i>			<i>Thalassarche chlororhynchos</i>			<i>Thalassarche melanophris</i>		
	J	A	p	J	A	p	J	A	p	J	A	p	J	A	p	J	A	p	J	A	p
2016	2	7	0,178	5	20	0,004*	24	13	0,099	5	3	0,727	34	0	<0,001*	12	32	0,003*	60	3	<0,001*
2017	5	8	0,581	10	11	1	5	5	1	0	0	-	10	1	0,012*	6	4	0,754	3	0	0,250
2018	13	26	0,053	13	18	0,473	25	6	<0,001*	1	6	0,125	1206	18	<0,001*	31	45	0,135	18	3	0,001*
2019	3	18	0,001*	21	33	0,134	10	3	0,092	9	1	0,021*	559	44	<0,001*	14	16	0,856	16	3	0,004*
Total	23	59	<0,001*	49	82	0,005*	64	27	<0,001*	15	10	0,424	1809	63	<0,001*	63	97	0,009*	97	9	<0,001*
(%)	28	72		37,4	62,6		70,3	29,7		60	40		97	3		39,4	60,6		91,5	8,5	

J – Juvenil; A – Adulto. * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora.

ANEXO 2. PROPORÇÕES SEXUAIS DOS ESPÉCIMES ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019.

Ano	<i>Fregata magnificens</i>			<i>Sula leucogaster</i>			<i>Puffinus puffinus</i>			<i>Procellaria aequinoctialis</i>			<i>Spheniscus magellanicus</i>			<i>Thalassarche chlororhynchos</i>			<i>Thalassarche melanophris</i>		
	F	M	p	F	M	p	F	M	p	F	M	p	F	M	p	F	M	p	F	M	p
2016	1	2	1	10	6	0,455	27	22	0,568	8	1	0,039*	1	1	1	1	1	1	4	2	0,687
2017	4	5	1	6	5	1	4	3	1	0	0	-	6	2	0,289	1	0	1	1	0	1
2018	6	22	0,004*	9	7	0,804	23	12	0,089	5	1	0,219	54	34	0,042*	4	6	0,754	1	3	0,625
2019	5	14	0,064	15	13	0,851	4	10	0,180	4	5	1	25	9	0,009*	1	0	1	1	1	1
Total	16	43	<0,001*	40	31	0,343	58	47	0,329	17	7	0,064	86	46	<0,001*	7	7	1	7	6	1
(%)	27,1	72,9		56,3	43,7		55,2	44,8		70,8	29,2		65,2	34,8		50	50		54	46	

F – Fêmea; M – Macho. * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora.

ANEXO 3. INDÍCIOS DE INTERAÇÃO COM ATIVIDADES PESQUEIRAS EM AVES ENCALHADAS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) NOS ANOS DE 2016 A 2019.

Ano	Amostra total (n = 2275)			Ilha Comprida (n = 1969)			Ilha do Cardoso (n = 306)		
	Indícios de interação			Indícios de interação			Indícios de interação		
	Presentes	Ausentes	Indeterm	Presentes	Ausentes	Indeterm	Presentes	Ausentes	Indeterm
2016	16	138	188	13	106	118	3	32	70
2017	13	35	24	13	28	19	0	7	5
2018	614	212	459	559	189	363	55	23	96
2019	251	94	231	250	84	227	1	10	4
Total	894	479	902	835	407	727	59	72	175

Indeterm = indeterminados. Fonte: A autora (2021).

ANEXO 4. INDÍCIOS DE INTERAÇÃO COM ATIVIDADES PESQUEIRAS EM INDIVÍDUOS DE SETE ESPÉCIES DE AVES MARINHAS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019.

Espécie	Amostra total (n = 2275)			Ilha Comprida (n = 1969)			Ilha do Cardoso (n = 306)		
	Indícios de interação			Indícios de interação			Indícios de interação		
	Presentes	Ausentes	Indeterm	Presentes	Ausentes	Indeterm	Presentes	Ausentes	Indeterm
<i>Fregata magnificens</i>	16	16	34	15	13	29	1	3	5
<i>Sula leucogaster</i>	21	47	55	18	38	42	3	9	13
<i>Puffinus puffinus</i>	1	143	88	1	122	67	0	21	21
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	1	47	28	1	40	22	0	7	6
<i>Spheniscus magellanicus</i>	852	158	621	797	135	512	55	23	109
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	0	34	39	0	30	31	0	4	8
<i>Thalassarche melanophris</i>	3	34	37	3	29	24	0	5	13
Total	894	479	902	835	407	727	59	72	175

Indeterm = indeterminados. Fonte: A autora (2021).

ANEXO 5. QUARTIS DA PRECIPITAÇÃO SEMANAL ACUMULADA NA ILHA COMPRIDA (SP) ENTRE OS ANOS DE 2016 E 2019.

Valor	Mês											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Mínimo	0	0,2	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1º quartil	11,04	14,53	15,21	6,18	4,88	2,91	0	2,37	1,14	9,19	4,94	2,37
2º quartil	40,55	40,25	30,5	14,15	16,54	11,9	0,2	10,39	2,97	16,78	16,78	10,46
3º quartil	95,73	60,6	49,98	27,22	34,55	37,92	4,74	17,54	12,97	30,96	31,28	62,56
Máximo	236,36	109,96	169,53	98,13	85,44	91,88	44,99	33,76	45,77	73,89	73,3	122,04

Valores em milímetros. Fonte: A autora (2021), baseado em dados do CEMADEN e CIIAGRO.

CAPÍTULO II

Dieta e escore corporal de aves marinhas encalhadas no litoral sul do Estado de São Paulo

RESUMO

O estudo da dieta de aves marinhas tem grande relevância para a compreensão de aspectos ecológicos e também para a obtenção de informações relacionadas à saúde ou mesmo a sobrevivência desses organismos. Diante disso, este estudo teve como objetivos (1) avaliar as frequências de presença/ausência de conteúdo alimentar para espécies residentes e migratórias, (2) avaliar o escore corporal dos indivíduos, (3) descrever a presença de resíduos sólidos nos conteúdos gastrintestinais, (4) descrever a dieta das diferentes espécies e (5) avaliar as amplitudes de nicho trófico e a similaridade das dietas. Foram estudadas duas espécies de aves marinhas residentes (*Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*) e cinco espécies migratórias (*Puffinus puffinus*, *Procellaria aequinoctialis*, *Spheniscus magellanicus*, *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*), cujos indivíduos foram encontrados encalhados entre os anos de 2016 e 2019 nas praias da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, no litoral sul do Estado de São Paulo. A presença de conteúdo alimentar, o escore corporal e a presença de resíduos sólidos foram registrados durante o procedimento de necropsia. Para esses dados, as frequências obtidas foram comparadas entre todas as espécies, entre as residentes e entre as migratórias por meio de testes de Qui-quadrado de Pearson. Teste binomiais foram realizados para cada uma das espécies, a fim de comparar as frequências de presença e ausência de conteúdo alimentar e também os escores corporais. Os conteúdos alimentares, coletados durante as necropsias, foram identificados e contabilizados quanto ao número de presas consumidas. Com base nisso, foram determinadas a Frequência de ocorrência (FO%) e a Frequência numérica (FN%) dos itens alimentares. As amplitudes de nicho trófico foram calculadas para os taxa Classe, Ordem e Espécie dos itens alimentares a partir das FN%. A similaridade das dietas foi determinada por meio de análises de agrupamento hierárquico com base na presença/ausência dos itens alimentares e na FN%. O conteúdo alimentar esteve presente em apenas 153 (41,5%) das 369 aves analisadas e sua ausência predominou na maioria das espécies migratórias. O escore corporal também foi pior para as espécies migratórias, inclusive entre os indivíduos que apresentavam conteúdo alimentar. Os resíduos sólidos, principalmente fragmentos plásticos, foram detectados em 17,6% dos espécimes amostrados e estiveram ausentes apenas em *Thalassarche chlororhynchos*. Entre as demais espécies, os resíduos foram menos frequentes entre as aves residentes. Peixes e cefalópodes foram os itens mais consumidos pelas aves analisadas. Os peixes, principalmente de hábitos demersais, foram mais frequentes na dieta das aves residentes e os cefalópodes foram mais frequentes nos conteúdos das aves migratórias. De modo geral, as espécies apresentaram dietas especialistas. Essas especializações refletiram no agrupamento das espécies, sendo identificados dois grupos com dietas mais similares: o primeiro formado pelas aves residentes, cujas dietas compartilharam diversos peixes demersais e o segundo formado pelas aves migratórias, que compartilharam o consumo de algumas espécies de peixes e, principalmente, de lulas.

Palavras-chave: Aves marinhas residentes. Aves marinhas migratórias. Peixes. Cefalópodes. Resíduos sólidos.

ABSTRACT

Diet study of seabirds has great relevance for understanding of ecological aspects and also for obtaining information related to health or even survival of these organisms. Therefore, this chapter aimed to (1) assess the frequencies of presence/absence of food content for resident and migratory species, (2) assess individuals' body score, (3) describe the presence of marine debris in the gastrointestinal contents, (4) describe diets of species and (5) evaluate the trophic niche breadths and similarity of diets. We studied two species of resident seabirds (*Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*) and five migratory species (*Puffinus puffinus*, *Procellaria aequinoctialis*, *Spheniscus magellanicus*, *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*), whose individuals were found stranded between 2016 and 2019 on the beaches of Ilha Comprida and Ilha do Cardoso, on the southern coast of São Paulo State. Presence of food content, body score and presence of marine debris were recorded during the necropsy procedures. For these data, the frequencies obtained were compared among all species, between the residents and among the migratory ones using Pearson's Chi-square tests. Binomial tests were performed for each species, in order to compare the frequencies of presence and absence of food content and also the body scores. Food contents, collected during necropsies, were identified and counted in terms of the number of preys consumed. Based on this, the Frequency of occurrence (FO%) and the Numeric frequency (FN%) of food items were determined. The trophic niche breadths were calculated for the Class, Order and Species taxa of food items based on the FN%. Diet similarity was determined through Hierarchical Clustering Analysis based on the presence/absence of food items and FN%. Food content was present in only 153 (41.5%) of the 369 seabirds analyzed and its absence predominated in most migratory species. Body score was also worse for migratory species, including among the individuals with food content. Marine debris, mainly plastic fragments, were detected in 17.6% of the sampled specimens and were absent only in *Thalassarche chlororhynchos*. Among the others species, debris were less frequent between resident seabirds. Fishes and cephalopods were the most consumed items by the seabirds analyzed. Fishes, mainly of demersal habits, were more frequent in the diet of resident seabirds and cephalopods were more frequent in the contents of migratory seabirds. In general, the species presented specialist diets. These specializations reflected in the species clustering, with two groups with more similar diets being identified: the first formed by the resident seabirds, whose diets shared several demersal fishes and the second formed by the migratory seabirds, which shared the consumption of some fish species and, mainly, squids.

Keywords: Resident seabirds. Migratory seabirds. Fishes. Cephalopods. Solid debris.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da dieta de aves marinhas tem grande relevância não apenas para a compreensão de aspectos ecológicos, mas também para a obtenção de informações relacionadas à saúde ou mesmo a sobrevivência desses organismos. Entretanto, conseguir estudar a dieta de diversas espécies, principalmente oceânicas e fora do período reprodutivo, é um desafio (BARRETT et al., 2007). Nesse sentido, a utilização de carcaças encontradas nas praias se apresenta como uma boa alternativa (PETRY et al., 2008) ao permitir a obtenção de amostras biológicas, conteúdos alimentares e informações sobre o escore corporal de aves que estejam em melhor estado de conservação.

A maioria das aves marinhas apresentam hábito alimentar oportunista, consumindo o que está disponível (SERRANO; AZEVEDO-JÚNIOR, 2005; BARRETT et al., 2007), muitas vezes em decorrência de variações na disponibilidade de recursos (SERRANO; AZEVEDO-JÚNIOR, 2005). No caso das espécies migratórias, muitas aves podem ter dificuldades para conseguir alimentos devido à exaustão ou inexperiência dos juvenis (BRANDÃO et al., 2011; DI BENEDITTO et al., 2015). Tal situação foi observada em 2008 com espécimes de pinguins-de-magalhães, que se deslocaram mais para o norte do Brasil do que o usual, muito provavelmente em busca de alimento (GARCÍA-BORBOROGLU et al., 2010). Além disso, condições meteorológicas adversas podem afetar o comportamento e sucesso de forrageio, desgastando ainda mais indivíduos já debilitados (CAMPHUYSEN et al., 1999). Consequentemente, muitas aves chegam à costa magras e em más condições físicas (COLABUONO et al., 2012; TAVARES et al., 2020).

Algumas das principais ameaças à saúde e sobrevivência de aves marinhas estão relacionadas à interação entre seus hábitos alimentares e as atividades antrópicas. Entre os problemas mais frequentes está o consumo de resíduos de origem antrópica, principalmente o plástico, relatado para inúmeras espécies (COLABUONO et al., 2010; RAPP et al., 2017). A ingestão desses resíduos pode ocorrer tanto ativamente, ao serem confundidos com itens alimentares na superfície do mar (RYAN, 1987), ou passivamente, por terem sido ingeridos pelas presas ou ao serem regurgitados de pais para os filhotes (RODRÍGUEZ et al., 2012; YORIO et al., 2020). Como consequências, os resíduos podem gerar lesões internas e obstrução intestinal (PIERCE et al., 2004; BARBIERI, 2009), redução do estímulo alimentar

(RYAN, 1988) e contaminação por substâncias tóxicas presentes em sua composição ou adsorvidas em sua superfície (COLABUONO et al., 2010).

A interação com as atividades pesqueiras é outra ameaça relacionada à alimentação. Muitas espécies, principalmente de Procellariiformes, costumam consumir descartes de pescas e iscas (VOOREN; BRUSQUE, 1999; SICK, 2001; OLMOS et al., 2006), hábito que pode levar as aves a ficarem presas aos artefatos pesqueiros (VOOREN; BRUSQUE, 1999). A partir do estudo da dieta é possível identificar a ocorrência dessas interações devido ao consumo de itens que, por limitações na capacidade de mergulho, não costumam ser predados pelas aves avaliadas (BRANCO, 2001) ou que são tradicionalmente utilizados como iscas ou descartados (COLABUONO; VOOREN, 2006). Além disso, muitas presas consumidas pelas aves marinhas são também espécies alvos da pesca (DI BENEDETTO et al., 2015).

Com base no exposto, levantamos as hipóteses de que (I) indivíduos de espécies migratórias apresentam menor incidência de conteúdo alimentar no trato gastrointestinal e piores escores corporais se comparados a espécies residentes e que, (II) há similaridade na dieta das espécies e consumo de itens alimentares relacionados às atividades pesqueiras. Assim, o presente capítulo tem como objetivos: 1) descrever e avaliar as frequências de presença e ausência de conteúdo alimentar de sete espécies de aves marinhas; 2) avaliar o escore corporal dos indivíduos; 3) descrever a presença de resíduos sólidos nos conteúdos gastrintestinais; 4) descrever a dieta de cada espécie; e 5) avaliar as amplitudes de nicho trófico e a similaridade das dietas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado nas praias do Município de Ilha Comprida (de 24°40'27"S, 47°25'40"W a 25°03'05"S, 47°54'45"W) e do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (de 25°03'53"S, 47°54'25"W a 25°18'15"S, 48°05'41"W), ambos no litoral sul do Estado de São Paulo (FIGURA 1). A costa de ambas as ilhas abriga diversas espécies de aves marinhas que residem na região (BARBIERI; OLIVEIRA, 2015). Além disso, várias espécies migratórias passam pela área durante seus períodos de invernada e a utilizam em busca de recursos alimentares (SICK, 2001; BARBIERI;

OLIVEIRA, 2015). Para mais informações sobre a área de estudo, ver Introdução Geral.

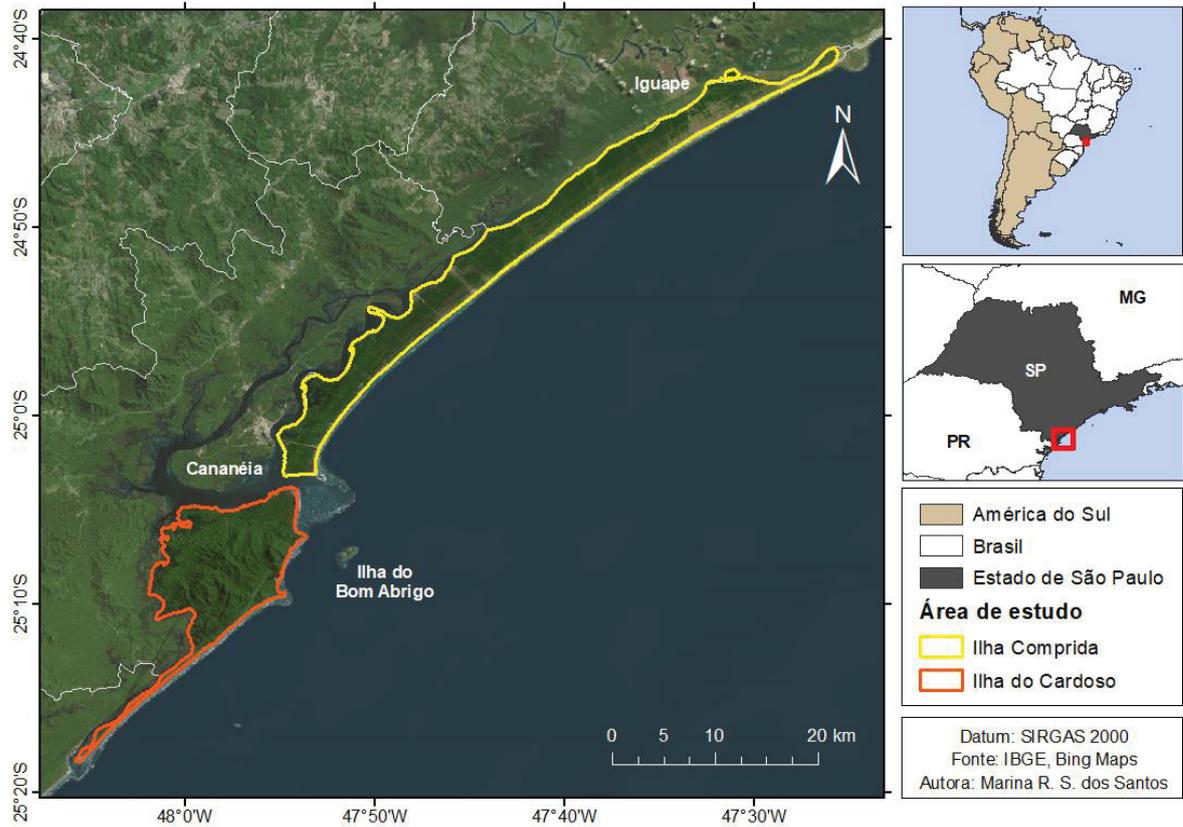


FIGURA 1 – Localização das áreas de estudo, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, no litoral sul do Estado de São Paulo. Fonte: A autora (2021).

2.2 Espécies estudadas

Foram estudadas sete espécies de aves marinhas:

- Fragata ou tesourão, *Fregata magnificens* Mathews, 1914, espécie residente no Brasil e amplamente distribuída ao longo da costa da América do Sul e Central (SICK, 2001);
- Atobá-marrom, *Sula leucogaster* (Boddaert, 1783), também residente no Brasil e amplamente distribuída em mares tropicais e subtropicais (SICK, 2001);
- Pardela-preta, *Procellaria aequinoctialis* (Linnaeus, 1758), espécie migratória que parte da Região Antártica e Subantártica em direção ao Brasil onde permanece durante o outono e inverno (NEVES et al., 2006);

- Bobo-pequeno, *Puffinus puffinus* (Brünnich, 1764), espécie migratória que se desloca das Ilhas Britânicas e Irlanda em direção à Argentina, realizando longas travessias pelo Oceano Atlântico e permanecendo no Hemisfério Sul durante o outono e inverno setentrional (SICK, 2001; OLMOS, 2002);
- Pinguim-de-magalhães, *Spheniscus magellanicus* (Forster, 1781), espécie migratória que se desloca das Ilhas Malvinhas e Argentina em direção ao Brasil, onde permanece de maio a outubro (SICK, 2001);
- Albatroz-de-nariz-amarelo, *Thalassarche chlororhynchos* (Gmelin, 1789), espécie migratória que parte de ilhas no centro-sul do Oceano Atlântico para o Brasil, onde permanece durante o outono e inverno (SICK, 2001; NEVES et al., 2006);
- Albatroz-de-sobrancelha, *Thalassarche melanophris* (Temminck, 1828), espécie migratória que se desloca das Ilhas Malvinas em direção ao Brasil, onde permanece de maio a outubro (OLMOS, 1997; OLMOS, 2002).

Para mais informações sobre as espécies, ver Introdução Geral.

2.3 Obtenção de dados

Os dados e as amostras analisadas neste capítulo foram coletados entre os anos de 2016 e 2019 pela equipe do Instituto de Pesquisas Cananéia (IPeC), que atua no Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS), ainda em andamento. O PMP-BS é uma atividade desenvolvida para atender à condicionante de licenciamento ambiental das atividades da Petrobras de exploração e produção de petróleo e gás natural na região da Bacia de Santos. O objetivo do Projeto é avaliar possíveis impactos dessas atividades sobre aves, tartarugas e mamíferos marinhos. Para isso, é realizado o monitoramento das praias e atendimento veterinário aos animais vivos e necropsia dos animais mortos (PETROBRAS, 2019). Os procedimentos de captura, coleta e transporte de material biológico estão autorizados pela licença ABIO Nº 1169/2019.

A equipe de necropsia, composta por médicos veterinários e biólogos, realiza a avaliação externa e interna das aves e faz a coleta de diferentes amostras. Apenas carcaças em boas condições de conservação (TABELA 1) ou decomposição moderada são submetidas à necropsia. Excepcionalmente, carcaças em

decomposição avançada, de espécies migratórias com menores frequências de encalhes (p. ex. albatrozes e petréis), também são necropsiadas.

TABELA 1. CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE CARÇAÇAS DE AVES MARINHAS.

Estado	Características
Animal vivo	Não se aplica.
Carcaça em boas condições	EXAME EXTERNO: Aparência normal, pouca ação de animais necrófagos, penas e bicos firmes, com coloração normal para a espécie. EXAME INTERNO: musculatura e gordura firmes, órgãos íntegros, sem alteração de arquitetura e consistência.
Decomposição moderada	EXAME EXTERNO: Aparência normal, protusão leve de cloaca, pele da região abdominal com embebição biliar, olhos ressecados, desprendimento da pele das patas. EXAME INTERNO: órgãos tingidos pela embebição hemolítica e biliar, manutenção da arquitetura e consistência dos órgãos e vísceras, intestinos dilatados por gás.
Decomposição avançada	EXAME EXTERNO: Desprendimento das penas, descolamento da pele do subcutâneo, sinais evidentes de predação de carcaça por animais necrófagos, odor forte. EXAME INTERNO: gordura macia ou liquefeita, perda da arquitetura e consistência normal dos órgãos (liquefeitos ou com bolhas de gás)
Carcaça mumificada ou restos de esqueleto	Não se aplica.

Fonte: Adaptado de Petrobras (2019).

Com base no banco de dados do PMP-BS, disponível em <<https://simba.petrobras.com.br>>, foram selecionados para o presente estudo os dados de presença de conteúdo alimentar, escore corporal dos indivíduos e de presença de resíduos sólidos de origem antrópica. Além disso, foram analisados os conteúdos alimentares coletados durante as necropsias.

2.3.1 Conteúdo alimentar

O conteúdo alimentar das espécies de aves estudadas foi avaliado com o objetivo de detectar potenciais diferenças entre as espécies residentes e migratórias. Foi considerado conteúdo alimentar todo material de origem orgânica presente no trato gastrointestinal das aves. Para cada ave submetida à necropsia, foi realizado o

registro da presença ou ausência de conteúdo alimentar. Quando presente, o conteúdo foi coletado pela equipe de necropsia para posterior identificação. Organismos parcialmente digeridos ou inteiros foram conservados em álcool a 70%, otólitos foram armazenados a seco e bicos de cefalópodes foram conservados em álcool a 70% + glicerol. Para algumas aves não foi realizada a identificação do conteúdo alimentar devido à ausência de coleta.

2.3.2 Escore corporal

O escore corporal é uma classificação da condição física da ave (SANCHES, 2008; PETROBRAS, 2019) e foi determinado pela equipe de necropsia com base nos critérios apresentados na Tabela 2. A avaliação dos escores corporais foi realizada com o objetivo de testar se há diferenças entre as espécies residentes e migratórias e se a condição física dos indivíduos está associada à presença ou ausência de alimento.

TABELA 2. CLASSIFICAÇÃO DO ESCORE CORPORAL DAS AVES SUBMETIDAS À NECROPSIA.

Categoria	Características
Caquético	Atrofia severa de musculatura peitoral, quilha esternal proeminente e ausência de acúmulo de tecido adiposo.
Magro	Atrofia de musculatura peitoral, quilha esternal proeminente e ausência de acúmulo de tecido adiposo.
Bom	Musculatura peitoral desenvolvida e presença de acúmulo de tecido adiposo em cavidade celomática e tecido subcutâneo.
Ótimo	Musculatura peitoral bem desenvolvida e acúmulo excessivo de tecido adiposo em cavidade celomática e tecido subcutâneo.
Indeterminado	Estágio de decomposição avançado, impossibilitando a determinação do escore corporal.

Fonte: Adaptado de Petrobras (2019).

2.3.3 Resíduos sólidos

A presença de resíduos sólidos no trato gastrointestinal das aves foi avaliada a fim de identificar sua incidência nas espécies estudadas, possíveis diferenças entre espécies e possíveis associações com o escore corporal. Foram considerados resíduos sólidos todos os materiais de origem antrópica como, por exemplo,

fragmentos de plástico, fios de nylon, borracha e isopor. Todas as aves submetidas à necropsia foram avaliadas quanto à presença dos resíduos.

2.3.4 Identificação dos itens alimentares

A descrição da dieta das espécies foi realizada a partir da identificação dos itens alimentares. Essa identificação foi feita sob estereomicroscópio e com o auxílio de guias de identificação especializados, a fim de alcançar o nível taxonômico mais preciso possível. Apenas o processo de identificação dos peixes contou com o auxílio constante de uma especialista. Todas as amostras analisadas encontram-se depositadas na coleção científica do Centro de Reabilitação e Despetrolização de Animais Marinhos do IPeC.

A identificação dos peixes consumidos pelas aves foi realizada pela análise de seus otólitos. Os otólitos são concreções de carbonato de cálcio presentes no ouvido interno dos peixes (MEUNIER; PANFILI, 2002) e podem ser utilizados para a identificação das espécies (ROSSI-WONGTSCHOWSKI et al., 2014). Os otólitos, encontrados isolados ou removidos dos peixes presentes nos conteúdos gastrintestinais, foram identificados com base nos estudos de Carvalho et al. (2014), Rossi-Wongtschowski et al. (2014), Brenha-Nunes et al. (2016), Siliprandi et al. (2016), Conversani et al. (2017), Giaretta et al. (2017), Santificetur et al. (2017a) e Santificetur et al. (2017b).

A identificação dos cefalópodes foi realizada pela análise das mandíbulas, também chamadas de bicos. Essas estruturas, constituídas de quitina, são encontradas no aparelho bucal dos cefalópodes e podem ser utilizados para a identificação das espécies (VASKE JÚNIOR, 2006). Para auxiliar na identificação dos bicos de cefalópodes, foram consultados os guias de identificação de Vaske Júnior (2006) e de Xavier e Cherel (2009) e o livro de Vaske Júnior e Costa (2011).

Alguns otólitos e bicos apresentaram alto grau de desgaste ou fragmentação, impedindo a identificação das espécies. Os demais itens alimentares de origem animal foram identificados no nível de ordem ou classe e fragmentos de algas não foram identificados taxonomicamente. Assim, apenas itens que permitiram a identificação até nível de espécie foram considerados na riqueza de espécies consumidas.

Concomitantemente à identificação, foi determinado o número de presas consumidas por cada ave pela contagem das presas inteiras ou de estruturas não

digeridas. Os otólitos foram identificados como direito ou esquerdo. Aqueles que apresentavam tamanho e grau de desgaste semelhante foram agrupados em pares e considerados como pertencentes a uma única presa e os otólitos não pareados foram considerados como pertencentes a presas distintas. Procedimento semelhante foi realizado para a estimativa do número de cefalópodes ingeridos, com a separação das mandíbulas em superiores e inferiores, agrupamento dos pares de tamanho semelhante e contagem.

2.4 Análise de dados

Os dados da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso foram analisados conjuntamente para todas as análises descritas a seguir. As frequências absolutas de presença e ausência de conteúdo alimentar foram comparadas entre todas as espécies, entre as aves residentes e entre as migratórias. Para isso, foram realizados testes de Qui-quadrado de Pearson (AGRESTI, 2019) com nível de significância de 5%. Também foram realizados teste binomiais (HOLLANDER; WOLFE; CHICKEN, 2014) para cada uma das espécies, a fim de testar as proporções de presença e ausência de conteúdo alimentar ($p < 0,05$).

As frequências absolutas dos escores corporais também foram comparadas entre todas as espécies, entre as aves residentes e entre as migratórias. Novamente, foram realizados teste de Qui-quadrado de Pearson e testes binomiais para a comparação entre as espécies ($p < 0,05$). Os escores corporais ainda foram avaliados da mesma forma para as subamostras de indivíduos em que o conteúdo alimentar esteve ausente e presente. A fim de verificar uma possível associação entre o escore corporal e a presença/ausência de conteúdo alimentar, foram realizados testes de Qui-quadrado para cada uma das espécies. Para todas as análises foi desconsiderada a categoria “Indeterminado” e foram agrupados os valores dos escores caquético e magro e dos escores bom e ótimo.

As frequências absolutas da presença de resíduos sólidos nos tratos gastrintestinais (TGIs) foram comparadas entre todas as espécies, entre as aves residentes e entre as migratórias. Para isso, foram realizados testes de Qui-quadrado de Pearson com nível de significância de 5%. A fim de verificar uma possível associação entre a presença/ausência de resíduos sólidos e o escore corporal, foram realizados testes de Qui-quadrado para cada uma das espécies. Para essa análise,

foram agrupados os valores dos escores caquético e magro e dos escores bom e ótimo e foi desconsiderada a categoria “Indeterminado”.

As análises estatísticas descritas a seguir não foram realizadas para *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*, devido ao baixo número de conteúdos alimentares obtidos. Para as demais espécies, a dieta foi analisada por meio da determinação da Frequência de Ocorrência (FO%) e Frequência Numérica (FN%) dos itens alimentares consumidos. O objetivo dessas análises foi avaliar, respectivamente, se a presença de determinados itens foi comum na dieta das diferentes espécies e se os itens foram consumidos de forma frequente ou esporádica. Altos valores de FO% indicam que o item alimentar esteve presente na maioria dos TGIs analisados e altos valores de FN% indicam que o item alimentar esteve presente em grandes quantidades.

A FO% foi calculada a partir da equação:

$$FO\%_{ij} = \frac{S_{ij}}{S_j} \cdot 100$$

Onde: S_{ij} = número de TGIs da espécie j que continham o item alimentar i ; e S_j = número de TGIs com alimento avaliados nessa espécie.

Já a FN% foi calculada a partir da equação:

$$FN\%_{ij} = \frac{1}{S_j} \cdot \sum_{j=1}^s \left(\frac{N_{ie}}{\sum_{e=1}^i N_{ie}} \right) \cdot 100$$

Onde: N_{ie} = número total de presas de determinado item alimentar (i) no espécime e ; e $\sum_{e=1}^i N_{ie}$ = somatório de todas as presas consumidas pelo espécime e . O somatório das razões de todos os espécimes da amostra é então ponderado pelo número de TGIs com alimento avaliados (S_j) (SILVEIRA et al., 2020).

As espécies identificadas na dieta também foram classificadas em relação ao uso do habitat. Elas foram classificadas em demersais (organismos que vivem próximos ao fundo), pelágicas (organismos que vivem na coluna d'água em deslocamento ativo) ou demerso-pelágicas (exploram os dois ambientes) (FISCHER, 2011).

A amplitude de nicho trófico foi determinada a fim de identificar se as espécies apresentaram dieta especialista ou generalista. Para isso, foi utilizado o Índice padronizado de Levins (B_A), cujos valores variam de 0 a 1. Valores próximos a zero

indicam nicho trófico mais estreito (especialista), devido ao consumo desproporcional de apenas poucos itens alimentares e valores próximos a um indicam nicho trófico mais amplo (generalista), devido ao consumo proporcional dos diferentes itens (KREBS, 2014). O Índice padronizado de Levins é calculado a partir da equação:

$$B_A = \frac{B-1}{n-1} \quad \text{sendo que} \quad B = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

Onde: B_A = Índice padronizado de Levins; B = Índice de Levins; n = número de itens alimentares utilizados; e p_i = fração do item da categoria i na dieta.

A amplitude de nicho trófico foi calculada a partir da FN%. O cálculo foi realizado para três níveis taxonômicos: classes, ordens e espécies (ou táxon mais preciso alcançado para determinado item alimentar). Esse procedimento permitiu que as dietas pudessem ser comparadas inclusive nos casos em que os itens alimentares estavam muito deteriorados, impedindo a identificação a níveis mais precisos que ordem. As análises foram realizadas no *software Ecological Methodology 7.4* (KREBS, 2019).

O agrupamento das espécies conforme a similaridade de suas dietas foi realizado por meio de análises de agrupamento hierárquico (KREBS, 2014). Para isso, foram utilizados dados de presença e ausência dos itens alimentares e da FN%, essa transformada em $\log(x+1)$. Foi aplicada a distância de Bray-Curtis e o método de ligação média entre grupos (UPGMA). Para verificar o ajuste entre os dendrogramas obtidos e as matrizes de distância, foi calculado o coeficiente de correlação cofenética. As análises foram realizadas utilizando o pacote *vegan* (OKSANEN et al., 2019) no *software R* (R Core Team, 2019).

3 RESULTADOS

3.1 Presença e ausência de conteúdo alimentar

Foram analisados um total de 369 aves e seus tratos gastrintestinais (TGIs), sendo que a presença de conteúdo alimentar foi detectada em apenas 153 (41,5%) TGIs ($p < 0,001$). A proporção de indivíduos com presença ou ausência de conteúdo alimentar variou entre as espécies estudadas ($\chi^2 = 56,807$, g.l. = 6, $p < 0,0001$; FIGURA 2). Para as aves residentes *Fregata magnificens* ($n=36$) e *Sula leucogaster* ($n=30$), metade dos indivíduos possuíam conteúdo alimentar e não foram encontradas

diferenças nas proporções entre as duas espécies ($\chi^2 = 0,051$, g.l. = 1, $p = 0,822$). Já para as aves migratórias foram observadas diferenças significativas entre as espécies ($\chi^2 = 54,354$, g.l. = 4, $p < 0,0001$). Para *Puffinus puffinus* (n=105), *Thalassarche chlororhynchos* (n=21) e *T. melanophris* (n=17) predominou a ausência de conteúdo alimentar ($p < 0,0001$, $p = 0,007$ e $p = 0,049$, respectivamente), que foi observada em mais de 75% dos indivíduos. Para as outras duas espécies, *Procellaria aequinoctialis* (n=30) e *Spheniscus magellanicus* (n=130), o conteúdo alimentar esteve presente na maioria dos indivíduos amostrados. Contudo, as frequências encontradas diferiram estatisticamente apenas para *P. aequinoctialis* ($p = 0,016$).

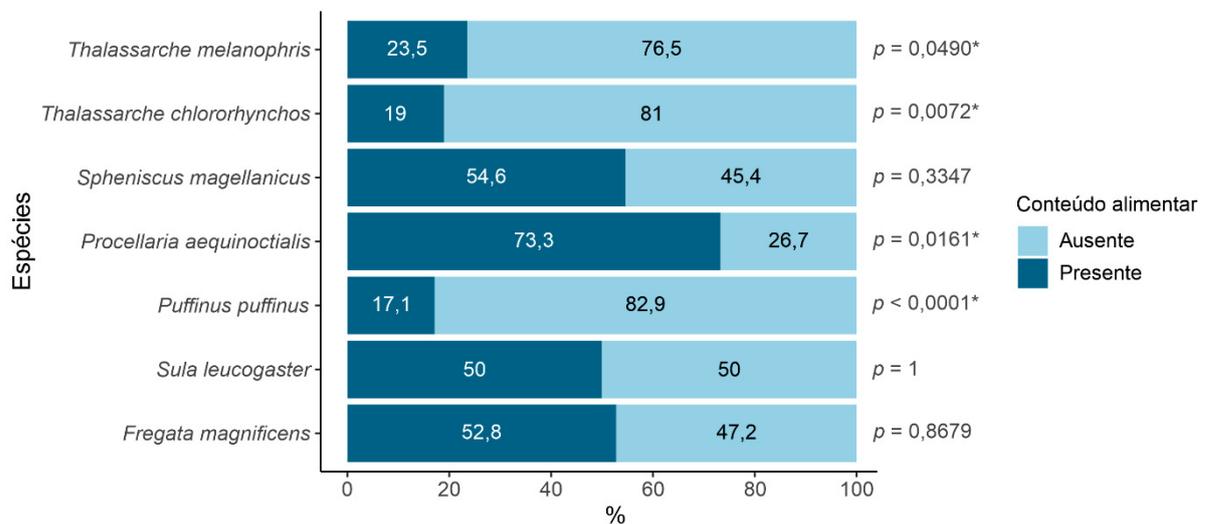


FIGURA 2 – Presença e ausência de conteúdo alimentar em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encontrados encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019.

Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 1). * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

3.2 Avaliação do escore corporal

A avaliação do escore corporal indicou que das 369 aves analisadas 30,3% estavam caquéticas e 38,5% estavam magras, enquanto 14,4% estavam com escore bom e 4,9% estavam ótimas ($p < 0,0001$). Não foi possível determinar o escore corporal de 11,9% da amostra. Entre as espécies, foram observadas diferenças significativas no escore corporal ($\chi^2 = 139,95$, g.l. = 6, $p < 0,0001$). Essa variação também foi identificada entre as espécies migratórias ($\chi^2 = 72,544$, g.l. = 4, $p < 0,0001$),

mas não foi observada entre as duas espécies residentes ($\chi^2 = 0,639$, g.l. = 1, $p = 0,424$).

Para as aves residentes *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*, a maioria dos indivíduos (66,6% e 63,4%, respectivamente) apresentou escore bom ou ótimo, apesar da diferença ser significativa apenas para *Fregata magnificens* ($p = 0,013$). Entre as migratórias, apenas *Thalassarche chlororhynchos* apresentou escore bom ou ótimo para mais da metade dos indivíduos (52,4%), no entanto essa diferença não foi significativa ($p = 0,118$). Em relação às demais espécies, a grande maioria das aves estavam magras ou caquéticas (*Puffinus puffinus* – 81,9%, $p < 0,0001$; *Procellaria aequinoctialis* – 63,3%, $p = 0,007$; *Spheniscus magellanicus* – 90,8%, $p < 0,0001$; *T. melanophris* – 41,2%, $p = 0,07$) e nenhuma apresentou escore ótimo. Para *T. melanophris* não foi possível determinar o escore corporal de 52,9% dos espécimes (FIGURA 3A).

Ao avaliar o escore corporal da subamostra de 216 aves sem conteúdo alimentar, foi possível identificar que 31,9% das aves estavam caquéticas e 39,4% estavam magras, enquanto 12,5% estavam com escore bom e 2,3% estavam ótimas ($p < 0,0001$). Não foi possível determinar o escore corporal de 13,9% das aves. Novamente, o escore variou entre todas as espécies ($\chi^2 = 64,199$, g.l. = 6, $p < 0,0001$) e entre as espécies migratórias ($\chi^2 = 58,471$, g.l. = 4, $p < 0,0001$), o que não foi observado para as aves residentes ($\chi^2 = 0,0005$, g.l. = 1, $p = 0,98$). Entre os indivíduos de *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*, pouco mais da metade estavam magros ou caquéticos, enquanto os demais estavam com escore bom ou ótimo ($p = 1$). Para *Thalassarche chlororhynchos*, 58,8% dos indivíduos estavam com escore bom ou ótimo ($p = 0,1796$). Para as demais aves migratórias predominaram os escores magro e caquético (*Puffinus puffinus* – 78,2%, $p < 0,0001$; *Procellaria aequinoctialis* – 75%, $p = 0,125$; *Spheniscus magellanicus* – 91,5%, $p < 0,0001$; *T. melanophris* – 38,5%, $p = 0,062$). Para essa subamostra, não foi possível determinar o escore corporal de 61,5% dos espécimes de *T. melanophris* (FIGURA 3B).

Para as 153 aves cujo conteúdo alimentar estava presente, 28,1% dos indivíduos estavam caquéticos e 37,3% estavam magros, enquanto 17% estavam bons e 8,5% estavam ótimos ($p < 0,0001$). Não foi possível determinar o escore corporal de 9,1% das aves. Assim como nas amostras anteriores, o escore variou entre todas as espécies ($\chi^2 = 85,678$, g.l. = 6, $p < 0,0001$) e entre as migratórias ($\chi^2 =$

16,577, g.l. = 4, $p = 0,002$), mas não entre as aves residentes ($\chi^2 = 3,543$, g.l. = 1, $p = 0,0598$). Nessa subamostragem, todos os indivíduos de *Fregata magnificens* em que foi possível avaliar o escore corporal (84,2%) estavam bons ou ótimos ($p < 0,0001$). Para *Sula leucogaster*, 80% dos espécimes apresentaram escore bom ou ótimo ($p = 0,035$). Já entre as espécies migratórias, a maioria dos indivíduos continuou apresentando escore magro ou caquético (*Puffinus puffinus* – 100%, $p < 0,0001$; *Procellaria aequinoctialis* – 59,1%, $p = 0,049$; *Spheniscus magellanicus* – 90,1%, $p < 0,0001$). Para *Thalassarche chlororhynchos*, não foi possível avaliar o escore corporal de 75% dos espécimes, enquanto para *T. melanophris* não foram identificadas diferenças significativas entre os escores ($p = 1$) (FIGURA 3C).

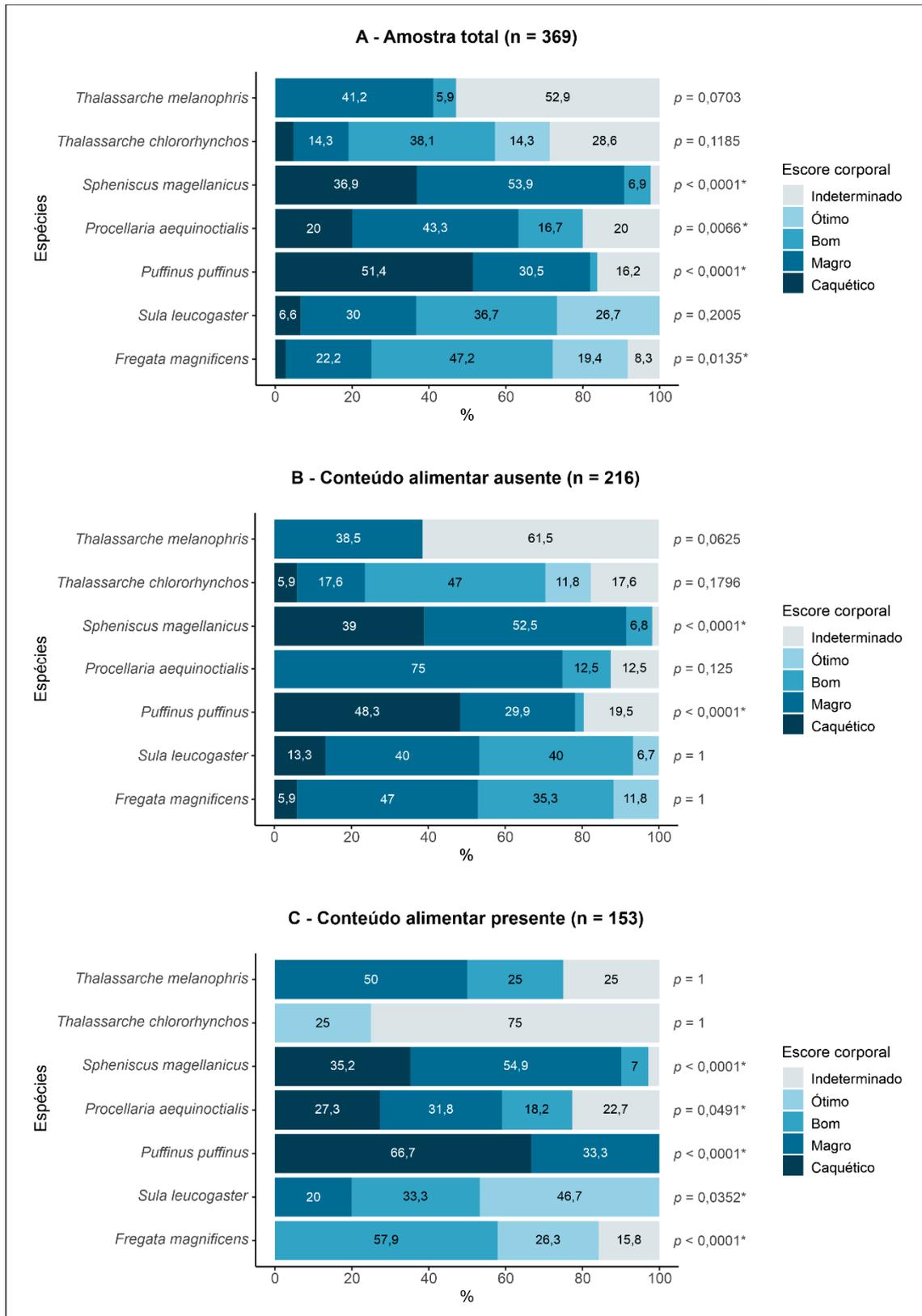


FIGURA 3 – Escore corporal dos indivíduos de sete espécies de aves marinhas encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019 (A) e para as subamostras em que o conteúdo alimentar esteve ausente (B) e presente (C). Valores de p calculados com base nas frequências absolutas (Anexo 2) dos escores agrupados. * Valores considerados significativos: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

Não foi observada associação entre o escore corporal e a presença ou ausência de conteúdo alimentar para a maioria das espécies. Apenas *Fregata magnificens* apresentou melhores escores na presença de conteúdo alimentar ($p = 0,0006$) (TABELA 3).

TABELA 3. ASSOCIAÇÃO ENTRE O ESCORE CORPORAL E A PRESENÇA/AUSÊNCIA DE CONTEÚDO ALIMENTAR EM INDIVÍDUOS DE SETE ESPÉCIES DE AVES MARINHAS ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019.

Espécie	χ^2	g.l.	p
<i>Fregata magnificens</i>	11,647	1	0,0006*
<i>Sula leucogaster</i>	3,588	1	0,0582
<i>Puffinus puffinus</i>	0,5262	1	0,4682
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	0,2569	1	0,6123
<i>Spheniscus magellanicus</i>	0,0058	1	0,939
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	0,3896	1	0,5325
<i>Thalassarche melanophris</i>	1,905	1	0,1675

* Valor considerado significativo: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

3.3 Presença e ausência de resíduos sólidos

Os resíduos sólidos de origem antrópica foram detectados em 65 (17,6%) indivíduos da amostra total, não estando presentes apenas nos TGIs de *Thalassarche chlororhynchos*. A proporção de indivíduos com resíduos variou entre todas as espécies ($\chi^2 = 24,663$, g.l. = 6, $p = 0,0003$) e entre as migratórias ($\chi^2 = 15,573$, g.l. = 4, $p = 0,0036$). Contudo, essa proporção não variou entre as residentes *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster* ($\chi^2 < 0,0355$, g.l. = 1, $p = 0,8506$), nas quais a incidência de resíduos foi menor (FIGURA 4). Entre as aves migratórias, as maiores incidências de resíduos foram observadas nas amostras de *T. melanophris* (41,2%) e *Procellaria aequinoctialis* (36,7%).

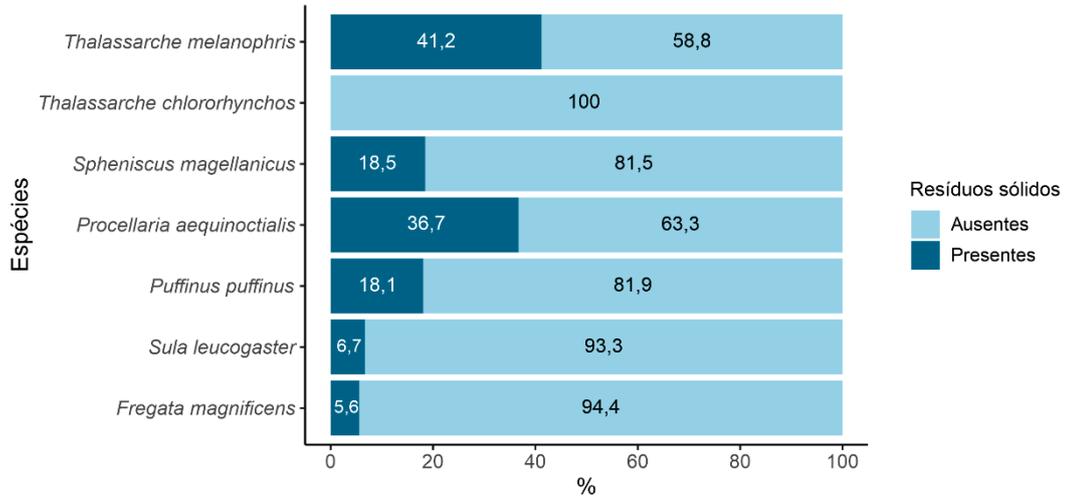


FIGURA 4 – Presença e ausência de resíduos sólidos de origem antrópica em indivíduos de sete espécies de aves marinhas encontrados encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. Fonte: A autora (2021).

Os resíduos eram compostos principalmente por material plástico e foram constatados em pequenas quantidades na maioria dos indivíduos (FIGURA 5). Fragmentos de plástico duro, com tamanho máximo de 1 cm e fios de nylon foram mais frequentes nas amostras de *Puffinus puffinus* e *Procellaria aequinoctialis*, ao passo que fragmentos de plástico mole, não superiores a 4 cm, foram mais frequentes em *Spheniscus magellanicus* e *Thalassarche melanophris*. Fios de nylon também foram detectados em várias amostras de *Spheniscus magellanicus*.



FIGURA 5 – Resíduos sólidos encontrados em aves marinhas encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. A) Fragmentos de plástico duro; B) Fragmento de plástico mole; C) Fios de nylon; D) Fio de nylon e fragmentos de plástico mole. Fotos: IPeC.

Não foi observada associação entre a presença ou ausência de resíduos sólidos e o escore corporal para a maioria das espécies. Apenas *Procellaria aequinoctialis* apresentou piores escores na presença de resíduos sólidos ($p = 0,0208$) (TABELA 4).

TABELA 4. ASSOCIAÇÃO ENTRE A PRESENÇA/AUSÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E O ESCORE CORPORAL EM INDIVÍDUOS DE SETE ESPÉCIES DE AVES MARINHAS ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019.

Espécie	χ^2	g.l.	p
<i>Fregata magnificens</i>	0,5544	1	0,4565
<i>Sula leucogaster</i>	0,1641	1	0,6855
<i>Puffinus puffinus</i>	0,5262	1	0,4682
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	5,3441	1	0,0208*
<i>Spheniscus magellanicus</i>	0,3832	1	0,5359
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	NA	1	NA
<i>Thalassarche melanophris</i>	1,1429	1	0,285

* Valor considerado significativo: $p < 0,05$. Fonte: A autora (2021).

3.4 Descrição das dietas

Foram obtidos e analisados os conteúdos de 137 aves das 153 que apresentavam conteúdo alimentar. Neles foram encontrados peixes inteiros e semi-digeridos, otólitos (FIGURA 6), bicos de cefalópodes (FIGURA 7), crustáceos semi-digeridos, partes de artrópodes não identificados, penas e algas. Peixes e cefalópodes foram os itens mais consumidos. Os peixes foram mais frequentes na dieta das aves residentes (*Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*) e os cefalópodes na dieta das aves migratórias. Foram identificadas 27 espécies de peixes, pertencentes a nove famílias e seis ordens. Para os cefalópodes, cujas estruturas diagnósticas estavam mais danificadas, foi possível identificar apenas cinco espécies pertencentes a cinco famílias e três ordens.

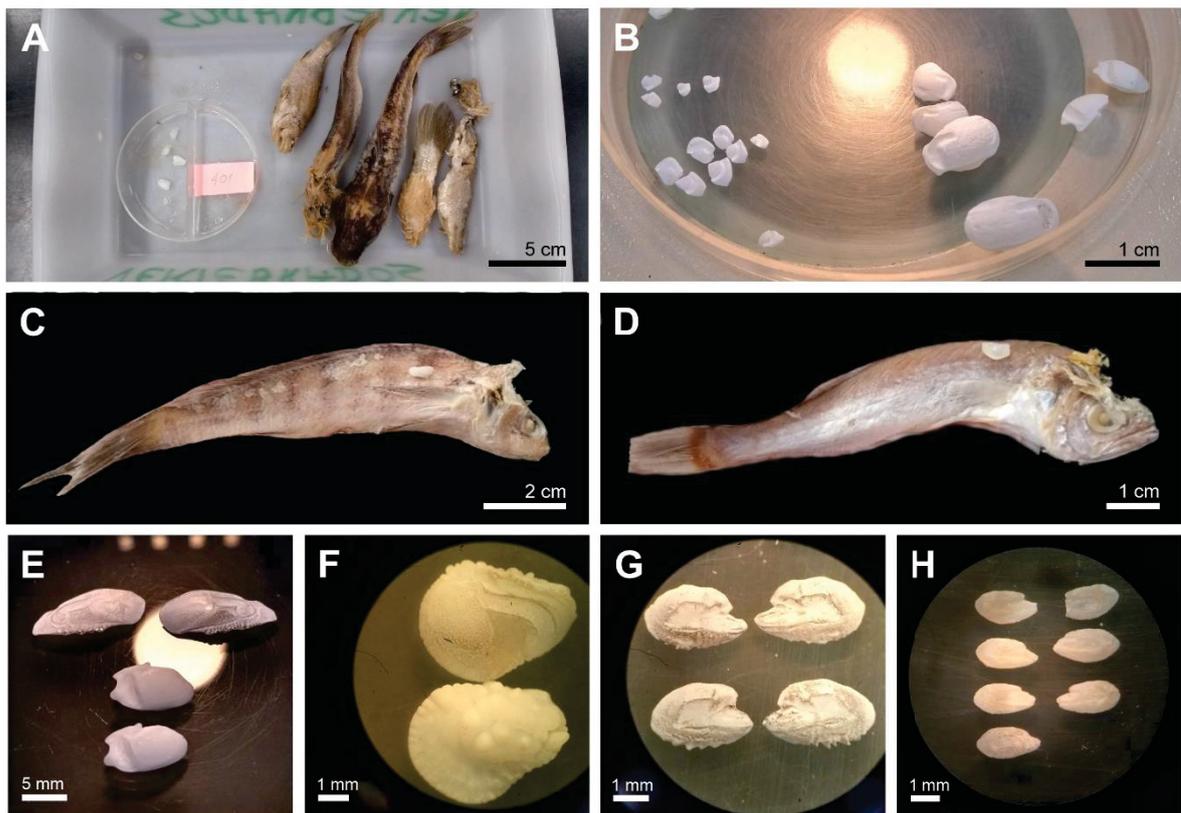


FIGURA 6 – Peixes e otólitos encontrados nos tratos gastrintestinais de aves marinhas encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. A) Peixes encontrados em um espécime de *Fregata magnificens*; B) Otólitos de *Stellifer* spp., *Stellifer rastrifer*, *Stellifer brasiliensis*, *Larimus breviceps* e *Nebris microps* (da esquerda para a direita); C) Exemplar de *Paralichthys brasiliensis*; D) Exemplar de *Isopisthus parvipinnis*; Otólitos: E) *Macrodon atricauda* e *Nebris microps*; F) *Micropogonias furnieri*; G) *Cetengraulis edentulus*; H) *Engraulis anchoita*. Fonte: A autora (2021).

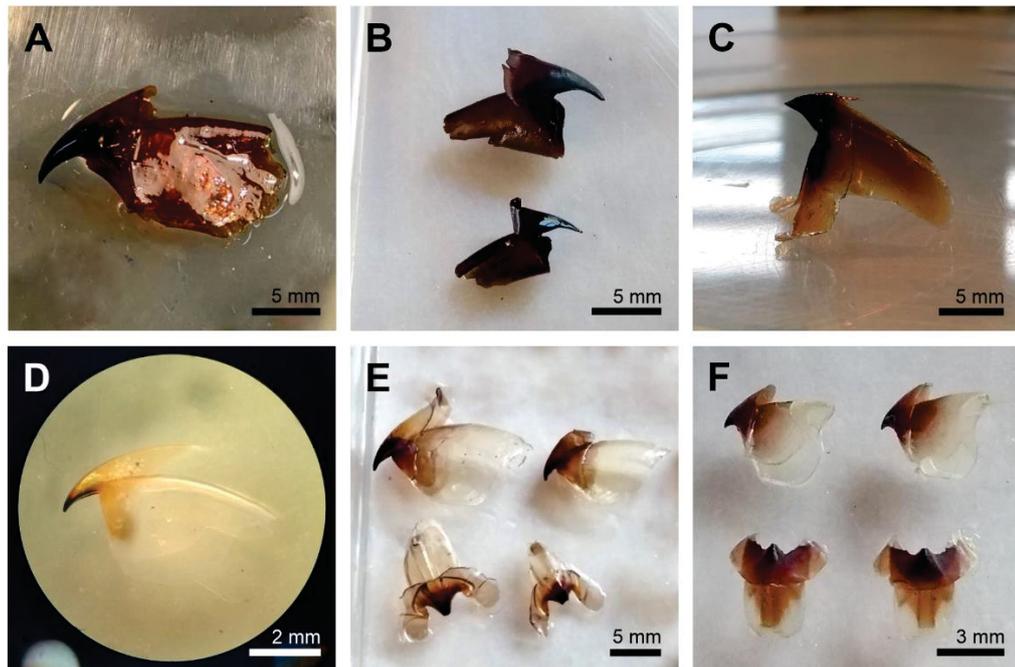


FIGURA 7 – Bicos de cefalópodes encontrados nos tratos gastrintestinais de aves marinhas encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. A) *Histiotteuthis* sp.; B) *Illex argentinus*; C) *Chiroteuthis* sp.; D) *Lolliguncula brevis*; E) *Doryteuthis* sp.; F) *Argonauta nodosa*.
Fonte: A autora (2021).

A dieta de *Fregata magnificens* (n = 17) foi composta exclusivamente por peixes de hábito demersal. Foram identificadas 16 espécies pertencentes a cinco famílias, sendo a família Sciaenidae a mais consumida (11 spp.), seguida pela família Ariidae (2 spp.) (TABELA 5).

TABELA 5. ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Fregata magnificens* (n = 17) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: D – DEMERSAL; DP – DEMERSOPELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.

(continua)

Itens alimentares	TGIs	FO%	N	FN%	Habitat
TELEÓSTEOS	17	100	141	100	
Perciformes	15	88,24	88	58,21	
Sciaenidae	14	82,35	82	54,13	
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i> (Metzelaar, 1919)	4	23,53	8	6,58	D
<i>Cynoscion guatucupa</i> (Cuvier, 1830)	1	5,88	1	0,21	D

Itens alimentares	TGIs	FO%	N	FN%	Habitat
<i>Cynoscion</i> sp.	1	5,88	1	0,98	
<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	3	17,65	4	3,17	D
<i>Larimus breviceps</i> Cuvier, 1830	6	35,29	21	8,81	D
<i>Macrodon atricauda</i> (Günther, 1880)	2	11,76	2	0,58	D
<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	1	5,88	1	0,98	D
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	2	11,76	3	2,38	D
<i>Nebris micros</i> (Cuvier, 1830)	3	17,65	3	6,78	D
<i>Paralonchurus brasiliensis</i> (Steindachner, 1875)	5	29,41	12	6,22	D
<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	5	29,41	7	8,83	D
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	4	23,53	9	4,55	D
<i>Stellifer</i> spp.	5	29,41	10	4,06	
Gerreidae	1	5,88	2	1,47	
<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	1	5,88	2	1,47	D
Haemulidae	3	17,65	3	2,08	
<i>Conodon</i> sp.	1	5,88	1	0,98	
<i>Pomadasys corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	2	11,76	2	1,10	D
Trichiuridae	1	5,88	1	0,53	
<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	1	5,88	1	0,53	DP
Siluriformes					
Ariidae	12	70,59	40	32,32	
<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	11	64,71	28	24,05	D
<i>Genidens genidens</i> (Valenciennes, 1848)	1	5,88	1	0,53	D
<i>Genidens</i> spp.	5	29,41	11	7,74	
Teleósteos NI	8	47,06	13	9,46	
Total			141		

Fonte: A autora (2021).

Sula leucogaster (n = 14) foi a espécie que consumiu a maior riqueza de itens, em sua maioria peixes, mas também alguns moluscos, principalmente cefalópodes da família Loliginidae e crustáceos. Dentre os peixes consumidos, foram identificadas 20 espécies pertencentes a sete famílias. Novamente Sciaenidae foi a mais frequente (12 spp.), seguida por Engraulidae (2 spp.), única família pelágica consumida (TABELA 6).

TABELA 6. ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Sula leucogaster* (n = 14) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: D – DEMERSAL; P – PELÁGICO; DP – DEMERSOPELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.

(continua)

Itens alimentares	TGIs	FO%	N	FN%	Habitat
TELEÓSTEOS	13	92,86	270	91,15	
Perciformes	13	92,86	207	66,47	
Sciaenidae	12	85,71	196	63,2	
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i> (Metzelaar, 1919)	2	14,29	3	0,79	D
<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	1	7,14	1	0,19	D
<i>Cynoscion</i> spp.	3	21,43	4	0,85	
<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	6	42,86	13	4,36	D
<i>Larimus breviceps</i> Cuvier, 1830	5	35,71	27	6,17	D
<i>Macrodon atricauda</i> (Günther, 1880)	2	14,29	2	1,6	D
<i>Macrodon ancylodon</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	7,14	1	0,34	D
<i>Macrodon</i> sp.	1	7,14	1	0,19	
<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	1	7,14	2	0,34	D
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	2	14,29	3	1,4	D
<i>Nebris micros</i> (Cuvier, 1830)	5	35,71	10	5,2	D
<i>Paralonchurus brasiliensis</i> (Steindachner, 1875)	10	71,43	42	13,09	D
<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	11	78,57	52	15,70	D
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	8	57,14	21	6,07	D
<i>Stellifer</i> spp.	5	35,71	10	2,63	
Sciaenidae NI	3	21,43	4	4,3	
Haemulidae	3	21,43	7	1,91	
<i>Conodon nobilis</i> (Cuvier, 1829)	1	7,14	2	0,89	D
<i>Conodon</i> spp.	1	7,14	3	0,56	
<i>Pomadasys corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	1	7,14	1	0,29	D
Haemulidae NI	1	7,14	1	0,17	
Gerreidae	2	14,29	3	0,85	
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	1	7,14	1	0,51	D
Gerreidae NI	1	7,14	2	0,34	
Trichiuridae	1	7,14	1	0,51	

Itens alimentares	TGIs	FO%	N	FN%	Habitat
<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	1	7,14	1	0,51	DP
Clupeiformes					
Engraulidae	4	28,57	16	10,23	
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	1	7,14	3	5,36	P
<i>Anchoa tricolor</i> (Agassiz, 1829)	1	7,14	1	0,26	P
Engraulidae NI	4	28,57	12	4,62	
Pleuronectiformes					
Achiridae	3	21,43	3	0,78	
<i>Achirus</i> spp.	3	21,43	3	0,78	
Siluriformes					
Ariidae	2	14,29	5	2,16	
<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	2	14,29	3	1,21	D
<i>Genidens</i> spp.	1	7,14	2	0,95	
Gadiformes					
Phycidae	2	14,29	4	1,42	
<i>Urophycis brasiliensis</i> (Kaup, 1858)	2	14,29	4	1,42	D
Teleósteos NI	6	42,86	35	10,09	
CEFALÓPODES					
Myopsida					
Loliginidae	4	28,57	4	8,22	
<i>Lolliguncula brevis</i> (Blainville, 1823)	1	7,14	1	0,34	P
Loliginidae NI	3	21,43	3	7,88	
BIVALVES	1	7,14	1	0,19	
CRUSTÁCEOS	2	14,29	2	0,44	
Decapoda	1	7,14	1	0,26	
Isopoda	1	7,14	1	0,19	
Total			141		

Fonte: A autora (2021).

De todas as espécies analisadas, *Puffinus puffinus* (n = 16) foi a que apresentou os conteúdos alimentares mais fragmentados, impedindo a identificação em níveis taxonômicos mais precisos que família. Sua dieta foi constituída principalmente por cefalópodes, em sua maioria lulas da ordem Oegopsida, mas também por peixes da família Engraulidae e crustáceos decápodes (TABELA 7).

TABELA 7. ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Puffinus puffinus* (n = 16) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: P – PELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.

Itens alimentares	TGIs	FO%	N	FN%	Habitat
TELEÓSTEOS	2	12,5	8	9,13	
Clupeiformes	2	12,5	7	8,65	
Engraulidae NI	2	12,5	7	8,65	P
Teleósteos NI	1	6,25	1	0,48	
CEFALÓPODES	14	87,5	49	84,62	
Decapodiformes	11	68,75	32	59,63	
Myopsida	1	6,25	2	1,79	
Loliginidae NI	1	6,25	2	1,79	P
Oegopsida	8	50	25	48,44	
Oegopsida NI	8	50	25	48,44	
Decapodiformes NI	3	18,75	5	9,41	
Octopodiformes					
Octopoda	2	12,5	6	8,04	
Octopoda NI	2	12,5	6	8,04	
Cefalópodes NI	4	25	11	16,95	
CRUSTÁCEOS					
Decapoda	1	6,25	5	6,25	
ALGAS	3	18,75	-	-	
Total			62		

Fonte: A autora (2021).

Os conteúdos alimentares de *Procellaria aequinoctialis* (n = 20) também continham principalmente cefalópodes, em sua maioria lulas da ordem Oegopsida pertencentes a pelo menos quatro famílias. Também foram encontrados peixes demersais das famílias Sciaenidae, Gerreidae e Haemulidae e um grande número penas em um dos indivíduos, sugerindo a predação de uma ave de menor porte (TABELA 8).

TABELA 8. ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Procellaria aequinoctialis* (n = 20) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: D – DEMERSAL; P – PELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.

(continua)

Itens alimentares	TGIs	FO%	N	FN%	Habitat
TELEÓSTEOS	7	35	15	19,12	
Perciformes	7	35	13	16,05	
Sciaenidae	5	25	10	13,04	
<i>Ctenosciaena gracilicirrus</i> (Metzelaar, 1919)	2	10	4	6,05	D
<i>Cynoscion guatucupa</i> (Cuvier, 1830)	1	5	1	0,58	D
<i>Larimus breviceps</i> Cuvier, 1830	2	10	4	6,14	D
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	1	5	1	0,26	D
Gerreidae	2	10	2	1,69	
<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	2	10	2	1,69	D
Haemulidae	1	5	1	1,32	
<i>Pomadasys corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	1	5	1	1,32	D
Teleósteos NI	2	10	2	3,07	
CEFALÓPODES	16	80	304	80,65	
Decapodiformes	16	80	286	77,91	
Myopsida					
Loliginidae	3	15	9	1,95	
<i>Lolliguncula brevis</i> (Blainville, 1823)	1	5	1	0,66	P
Loliginidae NI	2	10	8	1,29	
Oegopsida	13	65	244	68,26	
Chiroteuthidae	1	5	1	0,16	
<i>Chiroteuthis</i> sp.	1	5	1	0,16	
Gonatidae	3	15	4	1,06	
<i>Gonatus antarcticus</i> Lönnberg, 1898	3	15	4	1,06	P
Histioteuthidae	2	10	5	2,34	
<i>Histioteuthis</i> spp.	2	10	5	2,34	
Ommastrephidae	2	10	15	5,26	
<i>Illex argentinus</i> (Castellanos, 1960)	2	10	15	5,26	P
Oegopsida NI	15	75	219	59,43	

Itens alimentares	TGIs	FO%	N	FN%	Habitat
Decapodiformes NI	2	10	33	7,71	
Octopodiformes					
Octopoda					
Octopodidae	1	5	1	0,19	
<i>Octopus vulgaris</i>	1	5	1	0,19	D
Cefalópodes NI	2	10	17	2,56	
INSETOS	1	5	1	0,23	
AVES (penas)	1	5	-	-	
Total			320		

Fonte: A autora (2021).

Nos conteúdos de *Spheniscus magellanicus* (n = 64) também predominaram os cefalópodes, em sua maioria lulas de uma única família (Loliginidae) pertencente a ordem Myopsida e polvos *Argonauta nodosa*. Também foram encontrados peixes, demersais e pelágicos, das famílias Sciaenidae, Haemulidae e Engraulidae, um único crustáceo isópode, artrópodes e algas (TABELA 9).

TABELA 9. ITENS ALIMENTARES CONSUMIDOS POR ESPÉCIMES DE *Spheniscus magellanicus* (n = 64) ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019. TGIs - NÚMERO DE TRATOS GASTRINTESTINAIS COM O ITEM ALIMENTAR; FO% - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA; N – NÚMERO DE PRESAS; FN% - FREQUÊNCIA NUMÉRICA. HÁBITAT: D – DEMERSAL; P – PELÁGICO. NI – NÃO IDENTIFICADO.

(continua)

Itens alimentares	TGIs	FO%	N	FN%	Habitat
TELEÓSTEOS	5	7,81	92	7,13	
Perciformes	2	3,13	5	1,11	
Sciaenidae	2	3,13	4	0,85	
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i> (Metzelaar, 1919)	1	1,56	1	0,07	D
<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1,56	1	0,26	D
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	1	1,56	1	0,26	D
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	1	1,56	1	0,26	D
Haemulidae	1	1,56	1	0,26	
<i>Conodon nobilis</i> (Cuvier, 1829)	1	1,56	1	0,26	D
Clupeiformes					

Itens alimentares	TGIs	FO%	N	FN%	Habitat
Engraulidae	4	6,25	75	5,71	
<i>Anchoa</i> spp.	1	1,56	16	0,42	
<i>Engraulis anchoita</i> Hubbs & Marine, 1936	1	1,56	24	0,64	P
Engraulidae NI	4	6,25	35	4,65	
Teleósteos NI	1	1,56	12	0,32	
CEFALÓPODES	61	95,31	1142	91,93	
Decapodiformes	59	92,19	319	63,11	
Myopsida					
Loliginidae	51	79,69	266	47,59	
<i>Lolliguncula brevis</i> (Blainville, 1823)	26	40,63	90	14,93	P
<i>Doryteuthis</i> spp.	30	46,88	106	18,16	P
Loliginidae NI	20	31,25	70	14,5	
Oegopsida	20	31,25	41	14,03	
Ommastrephidae	7	10,94	20	4,67	
<i>Illex argentinus</i> (Castellanos, 1960)	7	10,94	20	4,67	P
Oegopsida NI	12	18,75	21	9,36	
Decapodiformes NI	7	10,94	12	1,49	
Octopodiformes					
Octopoda	30	46,88	820	28,03	
Argonautidae	29	45,31	817	27,62	
<i>Argonauta nodosa</i> Lightfoot, 1786	29	45,31	817	27,62	P
Octopoda NI	2	3,13	3	0,41	
Cefalópodes NI	2	3,13	3	0,78	
CRUSTÁCEOS	1	1,56	1	0,22	
Isopoda	1	1,56	1	0,22	
Artrópodes NI	2	3,13	3	0,72	
ALGAS	11	17,19	-	-	
Total			1238		

Fonte: A autora (2021).

Para *Thalassarche chlororhynchos* foram analisados três conteúdos alimentares, que continham apenas peixes demersais. Foram identificados um espécime de *Cynoscion jamaicensis*, pertencente à família Sciaenidae e três

espécimes de *Porichthys porosissimus*, pertencente à família Batrachoididae, além de um teleósteo não identificado.

Para *T. melanophris* também foram analisados apenas três conteúdos alimentares, que apresentaram um total de cinco presas. Foram encontrados otólitos de dois peixes, pertencentes a um espécime de *Prionotus punctatus*, peixe demersal da família Triglidae, e a um teleósteo não identificado. As demais presas eram lulas *Histioteuthis* sp.

3.5 Amplitudes de nicho trófico e similaridade das dietas

As amplitudes de nicho trófico, calculadas para as cinco espécies que tiveram sua dieta analisada, indicaram dietas com tendências especialistas para todas as aves (FIGURA 8). Os valores de amplitude de nicho foram baixos ($<0,23$) para todas as espécies ao considerar apenas a Classe dos itens alimentares, visto que apenas uma Classe (teleósteos ou cefalópodes) foi consumida em maior frequência por cada espécie. Considerando o táxon Ordem dos itens consumidos, *Fregata magnificens* apresentou a maior amplitude de nicho (0,605) e *Sula leucogaster* apresentou o nicho mais estreito (0,125), em decorrência do alto consumo de peixes Perciformes. *Puffinus puffinus* e *Procellaria aequinoctialis* também apresentaram baixas amplitudes de nicho (0,349 e 0,143, respectivamente), devido ao maior consumo de lulas Oegopsida, assim como *Spheniscus magellanicus* (0,227), devido ao alto consumo de lulas Myopsida. Considerando o táxon Espécie dos itens alimentares, ou os níveis taxonômicos mais precisos alcançados, *Fregata magnificens* apresentou o nicho mais amplo (0,417), seguida por *Sula leucogaster* (0,333) e *Spheniscus magellanicus* (0,264). Já *Procellaria aequinoctialis* apresentou o nicho mais estreito (0,099). Contudo, para essa espécie, um grande número de lulas Oegopsida não puderam ser identificadas. A amplitude de nicho trófico considerando a espécie dos itens consumidos não foi calculada para *Puffinus puffinus*, visto que suas presas foram identificadas somente até nível de ordem ou família.

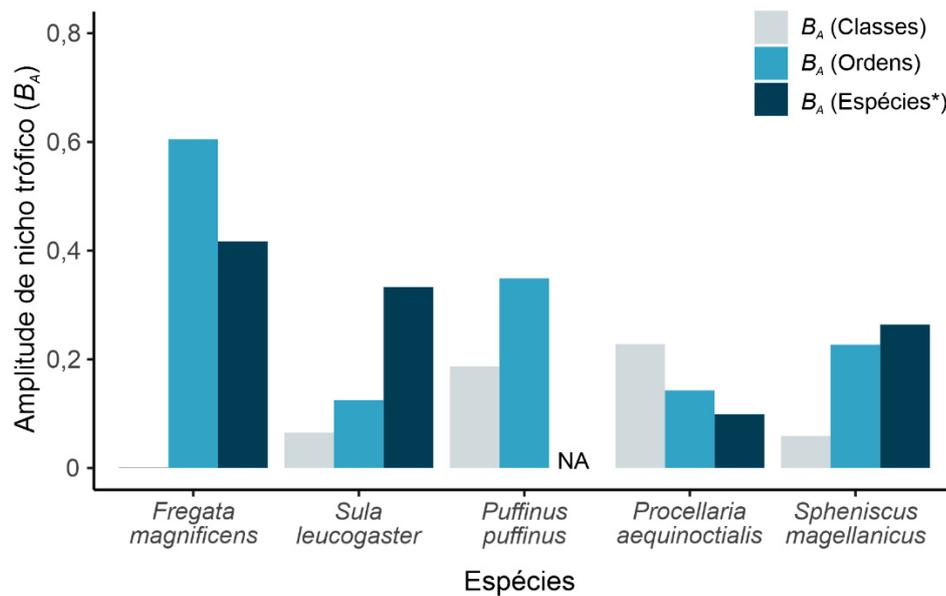


FIGURA 8 – Amplitudes de nicho trófico (B_A) para indivíduos de cinco espécies de aves marinhas encontrados encalhados na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019. * Foram consideradas as espécies ou níveis taxonômicos mais precisos alcançados. NA – não se aplica.

Fonte: A autora (2021).

A partir das análises de agrupamento hierárquico, realizadas com base na presença e ausência dos itens alimentares e na FN% dos itens, foram identificados dois grupos com dietas mais similares (FIGURA 9). No primeiro, foram agrupadas as duas espécies residentes, *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*, cujas dietas compartilharam diversas espécies de peixes demersais. No segundo, com distâncias de ligação maiores, foram agrupadas as três espécies migratórias, que compartilharam o consumo de algumas espécies de peixes e, principalmente, de lulas. Na análise baseada na presença e ausência dos itens alimentares, as dietas de *Puffinus puffinus* e *Spheniscus magellanicus* apresentaram maior similaridade, em decorrência da presença de peixes engraulídeos e cefalópodes na dieta de ambas. Já ao considerar a FN% dos itens alimentares, as dietas de *Puffinus puffinus* e *Procellaria aequinoctialis* foram mais semelhantes, em decorrência do alto consumo de lulas Oegopsida por ambas. Os dendrogramas gerados apresentaram alto coeficiente de correlação cofenética (presença e ausência = 0,86; FN% = 0,91), o que indica um bom ajuste com as matrizes de distância.

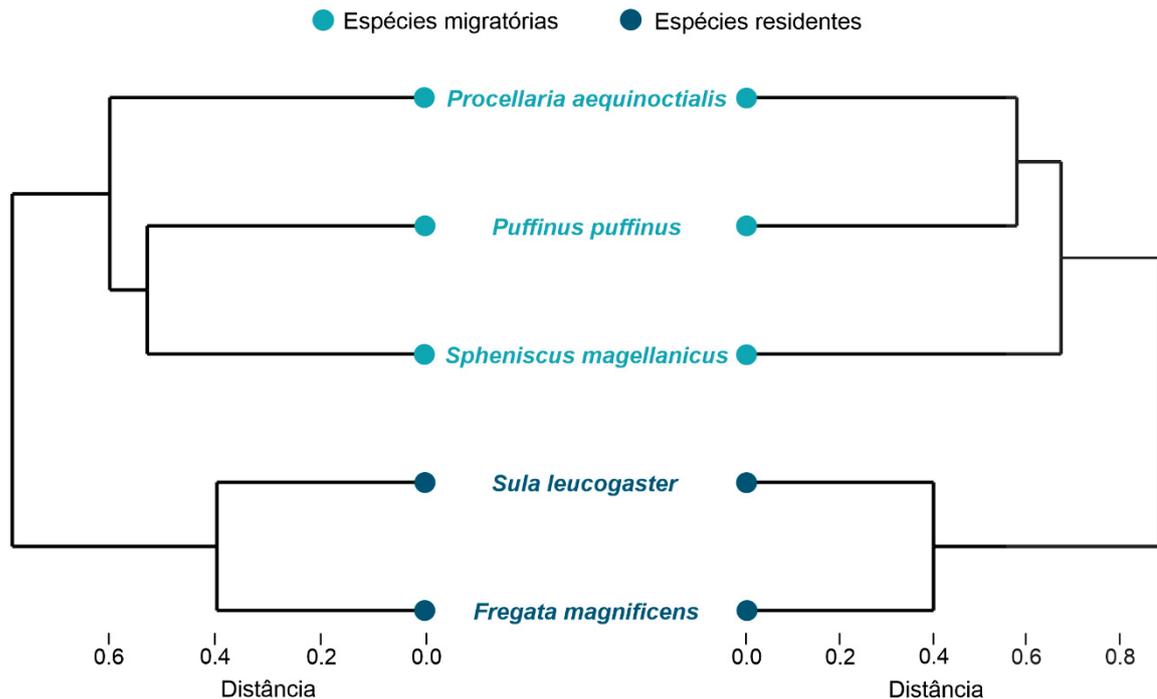


FIGURA 9 – Dendrogramas de similaridade da dieta entre cinco espécies de aves marinhas encontradas encalhadas na Ilha Comprida (SP) e Ilha do Cardoso (SP) entre 2016 e 2019, gerados com base na presença e ausência dos itens alimentares (à esquerda) e na FN% dos itens (à direita).

Fonte: A autora (2021).

4 DISCUSSÃO

A maioria dos indivíduos avaliados apresentou ausência de conteúdo alimentar e escore corporal ruim, o que foi observado principalmente entre as espécies migratórias. Essas condições são frequentes para as aves migratórias encalhadas na costa brasileira (GARCÍA-BORBOROGLU et al., 2010; MÄDER et al., 2010; COLABUONO et al., 2012; TAVARES et al., 2020). O alto custo energético da migração e a aparente dificuldade para obtenção de alimentos, seja em decorrência da exaustão, de condições meteorológicas desfavoráveis ou da menor disponibilidade de presas (CAMPHUYSEN et al., 1999; SERRANO; AZEVEDO-JÚNIOR, 2005; BRANDÃO et al., 2011; DI BENEDITTO et al., 2015; STIDWORTHY; DENK, 2018), acabam levando essas aves a um maior grau de debilidade. Além disso, a maioria dos indivíduos avaliados eram juvenis, muitos em seu primeiro ano de vida, conforme a avaliação de caracteres morfológicos (CAPÍTULO 1). A inexperiência desses indivíduos pode fazer com que eles tenham maior dificuldade para obter alimentos (WILLIAMS et al., 2006; BRANDÃO et al., 2011). Apesar de não avaliado neste

estudo, não podemos descartar também a possível ocorrência de infestação parasitária, condição já observada por estudos realizados em diferentes regiões da costa brasileira (PRADO et al., 2011; ALTRÃO et al., 2017; MARIANI et al., 2019). Essas infestações, muitas vezes decorrentes da baixa na imunidade pela má nutrição dos hospedeiros (BORGSTEEDE, 1996; MÄDER, 2011), podem resultar em diversas respostas fisiológicas do organismo (BORGSTEEDE, 1996; EWBANK et al., 2020), debilitando-o ainda mais.

Thalassarche chlororhynchos foi única espécie migratória que apresentou melhores escores corporais, apesar da ausência de conteúdo alimentar na grande maioria dos indivíduos. Diferente das demais espécies migratórias, a maioria dos indivíduos de *T. chlororhynchos* avaliados eram adultos ou juvenis em sua segunda ou terceira viagem migratória (CAPÍTULO 1), conseqüentemente mais experientes. É possível que esses indivíduos também realizem paradas para descanso e alimentação em ilhas oceânicas no decorrer da viagem migratória, como observado em outras espécies de aves marinhas (GUILFORD et al., 2009; DIAS et al., 2013; POLLET et al., 2019). Assim, a ausência de detecção de alimento no trato gastrintestinal dessas aves não significa que não tenham ocorrido etapas de alimentação. Para as demais espécies migratórias, destaca-se o fato da maioria dos indivíduos estarem magros ou caquéticos mesmo na presença de conteúdo alimentar. Os conteúdos encontrados nessas aves eram compostos quase que exclusivamente por estruturas resistentes à digestão, principalmente bicos de cefalópodes. Enquanto otólitos livres no estômago podem resistir por 24 horas até serem completamente digeridos (HEEZIK; SEDDON, 1989), os bicos de cefalópodes são mais resistentes ao processo digestivo (FURNESS et al., 1984; BALDASSIN et al., 2010) e podem ficar acumulados por semanas no estômago das aves (FURNESS et al., 1984). Isso ocorre principalmente nas aves que não conseguem ou tem maior dificuldade para regurgitá-los, como alguns Procellariiformes (FURNESS, 1985), ordem a qual pertencem as espécies *Puffinus puffinus* e *Procellaria aequinoctialis*. Espécies dessa ordem, exceto os albatrozes e petréis-gigantes, apresentam uma constrição entre o ventrículo e o pró-ventrículo, o que dificulta a ejeção de partículas sólidas (FURNESS, 1985; RYAN, 1987; SPEAR et al., 1995), favorecendo seu acúmulo. Para *Spheniscus magellanicus*, peixes semi-digeridos e otólitos, indicadores de que a predação ocorreu recentemente (HEEZIK; SEDDON, 1989), foram encontrados em apenas cinco dos 64 conteúdos avaliados. Assim, é possível que pelo menos parte dos bicos de cefalópodes

encontrados em nossas amostras sejam resultantes de presas que não foram consumidas recentemente, o que explicaria o escore corporal ruim observado.

Para as espécies residentes, *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*, foram observados bons escores corporais, mesmo para quase metade dos indivíduos em que o conteúdo alimentar esteve ausente. Isso indica que pelo menos parte dessas aves estavam se alimentando periodicamente e podem ter morrido durante a busca por alimento, seja em decorrências de acidentes ou pela interação com atividades pesqueiras (PELANDA, 2007; CAPÍTULO 1).

Quanto à presença dos resíduos sólidos, eles foram detectados em 17,6% dos indivíduos. Essa porcentagem foi semelhante a encontrada por Tavares et al. (2017; 16%), ao avaliarem 22 espécies de aves marinhas também na costa sudeste do Brasil entre 2010 e 2013. Uma década antes, Barbieri (2009) encontrou uma frequência de ocorrência ainda maior (64,54%), ao avaliar dez espécies de Procellariiformes na Ilha Comprida. Em nossa amostra, a incidência de resíduos para cada uma das aves residentes foi inferior a 7%, enquanto entre as aves migratórias a incidência ficou em torno de 18% tanto para *Puffinus puffinus* quanto para *Spheniscus magellanicus* e foi ainda maior para *Procellaria aequinoctialis* e *Thalassarche melanophris* (36,7% e 41,2%, respectivamente). A única espécie a não apresentar resíduos foi *Thalassarche chlororhynchos*. Esse resultado divergiu do encontrado por outros estudos, nos quais mais de 30% dos indivíduos de *T. chlororhynchos* apresentavam resíduos sólidos (BARBIERI, 2009; TAVARES et al., 2017). Os resíduos plásticos foram os mais frequentes em nossa amostra e continuam sendo o material de origem antrópica mais ingerido por diversas espécies (COLABUONO; VOOREN, 2007; JIMÉNEZ et al., 2015; TAVARES et al., 2017).

A grande variação na incidência de resíduos entre as espécies de aves marinhas é relatada em vários estudos (BARBIERI, 2009; COLABUONO et al., 2009; RAPP et al., 2017; TAVARES et al., 2017). Espécies de Procellariiformes são algumas das mais afetadas (KÜHN et al., 2015), inclusive os albatrozes, mesmo sendo capazes de regurgitar os resíduos (HUIN; CROXALL, 1996; PEROLD et al., 2020). Para *Spheniscus magellanicus*, a incidência de resíduos variou conforme o ano e a região da costa brasileira estudada, oscilando de 14,9% a 89,1% dos indivíduos (BRANDÃO et al., 2011; DI BENEDITTO et al., 2015; TAVARES et al., 2017; MARQUES et al., 2018). A ingestão desses resíduos pode ocorrer de forma primária, quando eles são confundidos com determinadas presas, tais como cefalópodes e crustáceos

(AZZARELLO; VAN VLEET, 1987), ou de forma secundária, quando os resíduos, principalmente partículas menores, foram consumidos pelas presas (RODRÍGUEZ et al., 2012). Além disso, os resíduos podem ser consumidos acidentalmente durante a predação (RYAN, 2016; YORIO et al, 2020). Possivelmente a ingestão de fios de nylon, observados sobretudo em *Puffinus puffinus*, *Procellaria aequinoctialis* e *Spheniscus magellanicus*, ocorreu de forma acidental, devido à presença de fragmentos de redes, cordas ou linhas de pesca próximos ou associados às presas. Outro fator que deve ser levado em consideração refere-se à distribuição de resíduos plásticos em mar aberto, que ocorre de forma irregular, havendo pontos de maior acumulação (CÓZAR et al., 2014). Assim, é possível que as espécies migratórias, por se deslocarem por longas distâncias, estejam mais suscetíveis a consumi-los ao passarem por regiões onde sua concentração é maior (SPEAR et al., 1995). Diferente das espécies migratórias, nenhum estudo realizado no litoral sul e sudeste do Brasil relatou a presença de resíduos em *Fregata magnificens* (KRUL, 2004; BRANCO et al., 2007; TAVARES et al., 2017). Para *Sula leucogaster*, os resíduos também não foram identificados no litoral do Estado do Paraná (KRUL, 2004; PELANDA, 2007), apenas no litoral dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (18%; TAVARES et al., 2017). Para essas duas espécies a ingestão primária deve ser menos frequente, visto que ambas consomem mais peixes do que itens que poderiam ser confundidos com os resíduos. Essa característica da dieta e o deslocamento mais restrito, levando à menor exposição a áreas com alta densidade de resíduos, podem ser alguns dos fatores responsáveis pela baixa incidência de resíduos observada.

Apesar da baixa quantidade de resíduos encontrada na maioria dos indivíduos, sem o potencial para obstrução do trato gastrintestinal, ainda assim os resíduos rígidos, como os encontrados em *Puffinus puffinus* e *Procellaria aequinoctialis*, podem gerar lesões, afetar a ingestão de alimentos e o processo digestório ou causar intoxicações, impactando a saúde e condição física dessas aves (PIERCE et al., 2004; COLABUONO et al., 2009; COLABUONO et al., 2010). Indivíduos famintos também podem estar mais suscetíveis a consumir resíduos antrópicos na tentativa de saciar a fome (BRANDÃO et al., 2011) e sofrer mais com seus efeitos (DI BENEDITTO et al., 2015). Portanto, os piores resultados observados para as aves migratórias, como a menor incidência de conteúdo alimentar, a predominância de escores corporais ruins e ainda a maior incidência de resíduos

sólidos, são sinais de alerta para essas espécies, visto que mortalidades excedentes podem vir a ocorrer devido aos impactos antrópicos.

Com relação à dieta, peixes foram os únicos itens consumidos por *Fregata magnificens* e os mais frequentes na dieta de *Sula leucogaster* (FO% e FN% > 91%), o que é característico para essas espécies (KRUL, 2004; BRANCO et al., 2005; SERRANO; AZEVEDO-JÚNIOR, 2005; BRANCO et al., 2007). Contudo, para ambas, a grande maioria dos peixes consumidos eram de espécies de hábito demersal. Peixes demersais não são capturadas com tanta frequência por essas aves, exceto quando disponibilizados pelos descartes da ictiofauna acompanhante da pesca de arrasto de camarão (BRANCO, 2001). *Fregata magnificens* obtém suas presas apenas na superfície da água ou ao cleptoparasitar outras aves (SICK, 2001). Assim, sua dieta, principalmente na ausência dos descartes pesqueiros, é composta por uma grande quantidade de peixes pelágicos, das famílias Clupeidae e Engraulidae (SERRANO; AZEVEDO-JÚNIOR, 2005), que não foram registrados em nossas amostras. Na dieta de *Sula leucogaster*, espécie que costuma mergulhar para capturar suas presas (SICK, 2001), foram encontrados peixes e lulas de hábito pelágico, mas em frequências bastante baixas. O alto consumo de espécies demersais por *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster*, principalmente de cianídeos, já foi descrita para populações no Estado de Santa Catarina (BRANCO, 2001; BRANCO et al., 2005; BRANCO et al., 2007) e no Estado do Paraná (KRUL, 2004).

Essa evidência no consumo de presas descartadas pela pesca é reforçada pelas observações de Barbieri (2010) que, na Ilha Comprida (SP), encontrou forte relação entre o número de fragatas avistadas nas praias e o número embarcações camaroeiras próximas à costa. Além disso, algumas espécies de peixes demersais (*Cynoscion leiarchus*, *Macrodon ancylodon*, *Micropogonias furnieri*, *Menticirrhus americanus* e *Isopisthus parvipinnis*), presentes na dieta de pelo menos uma das aves, são também exploradas pela pesca artesanal local (ZAMBUZI; ROCHA, 2014; BEZERRA et al., 2017). Logo, a grande maioria dos itens consumidos pelas duas espécies residentes são explorados direta ou indiretamente pelas atividades pesqueiras.

Cefalópodes, em sua maioria pelágicos, foram os itens mais frequentes (FO% e FN% > 80%) nos conteúdos alimentares das três espécies migratórias que tiveram a dieta analisada (*Spheniscus magellanicus*, *Procellaria aequinoctialis* e *Puffinus puffinus*). A grande presença de cefalópodes nas dietas dessas espécies é comum

em águas brasileiras (FONSECA et al., 2001; COLABUONO; VOOREN; 2006; PETRY et al., 2008; BALDASSIN et al., 2010; DI BENEDITTO et al., 2015). Nos conteúdos gastrintestinais de *S. magellanicus* houve maior presença de lulas da família Loliginidae (*Doryteuthis* spp. E *Lolliguncula brevis*) e do polvo *Argonauta nodosa*, coincidindo com os resultados obtidos por Fonseca et al. (2001) e Di Benedetto et al. (2015). Outra lula identificada na dieta de *S. magellanicus* foi *Illex argentinus*, pertencente à família Ommastrephidae. Enquanto lulas da família Loliginidae e o polvo *A. nodosa* habitam águas mais costeiras, *I. argentinus* é uma espécie mais oceânica (HAIMOVICI et al, 1998; BALDASSIN et al., 2010; VASKE JÚNIOR; COSTA, 2011), o que indica que ambos os ambientes são explorados durante a migração, como sugerido também por Baldassin et al. (2010). Além de servirem de alimento para *S. magellanicus*, as espécies de lulas citadas são também alvos diretos ou indiretos da pesca. *Doryteuthis plei*, *D. sanpaulensis* e *L. brevis* costumam ser capturadas como fauna acompanhante na pesca de arrasto de camarão (GASALLA et al., 2005a; GASALLA et al., 2005b). Contudo, apenas *D. plei* possui maior interesse comercial (PEREZ et al., 2005). Já *I. argentinus* costuma ser utilizada como isca na pesca com espinhel (OLMOS; BUGONI, 2006).

Nos conteúdos alimentares de *Procellaria aequinoctialis* e *Puffinus puffinus* predominou a presença de lulas da ordem Oegopsida, que não foram tão frequentes nos conteúdos de *Spheniscus magellanicus*. Lulas Oegopsida também foram encontradas nos poucos conteúdos de *Thalassarche melanophris* avaliados. O consumo de cefalópodes dessa ordem, principalmente das famílias Histioteuthidae e Ommastrephidae é frequente para essas aves na costa brasileira (COLABUONO; VOOREN; 2006; COLABUONO; VOOREN, 2007; PETRY et al., 2008). A boa capacidade de mergulho apresentada por *Procellaria aequinoctialis* e *Puffinus puffinus* (HUIN, 1994; SHOJI et al., 2016), ou mesmo a capacidade mais modesta das espécies de *Thalassarche* (PRINCE et al., 1994; BENTLEY et al., 2021), permite a essas aves a predação ativa de presas pelágicas como, por exemplo, *Illex argentinus*. Ainda assim, é possível que parte das presas consumidas sejam isca provenientes da pesca com espinhel ou descartes, considerando o histórico de interação dessas espécies com as atividades pesqueiras (VOOREN; BRUSQUE, 1999; OLMOS; BUGONI, 2006; OLMOS et al., 2006). Além disso, alguns peixes demersais também foram identificados nos conteúdos de *Procellaria aequinoctialis* e para as duas espécies de *Thalassarche*. Isso sugere que essas aves também estejam interagindo com a pesca

de arrasto da região, porém, aparentemente, de forma menos frequente do que as espécies residentes.

De modo geral, a amplitude de nicho trófico foi baixa para as cinco espécies avaliadas, devido ao maior registro de determinadas classes, ordens ou espécies de presas para cada uma delas. Essas especializações permitiram a identificação de dois grupos com maior similaridade nas dietas, um formado pelas aves residentes e outro pelas aves migratórias. A maior amplitude de nicho observada para *Fregata magnificens* pode ser vista como é um indicativo de que essa espécie não estava apenas cleptoparasitando indivíduos de *Sula leucogaster*, mas que também obtinha alimento de outras formas. Entre as aves marinhas é comum o hábito de investir em determinadas presas conforme a sua disponibilidade no ambiente (SERRANO; AZEVEDO-JÚNIOR, 2005). Devido a isso, a alta disponibilidade de recursos gerada pelos rejeitos pesqueiros faz com que esses passem a ser a principal fonte de alimento para indivíduos de *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster* (BRANCO et al., 2007), tornando a dieta dessas espécies mais similar. Já o agrupamento formado pelas espécies migratórias é resultante, principalmente, da alta presença de cefalópodes na dieta. As aves migratórias consumiram mais cefalópodes – tanto em número de espécies quanto de presas – do que as aves residentes, o que contribuiu para diferenciar a dieta desses dois grupos. Essa diversificação nos itens consumidos é esperada, já que as aves migratórias exploram diferentes regiões oceânicas durante o seu deslocamento. Contudo, a baixa amplitude de nicho trófico deve ser avaliada com cautela para as espécies migratórias, devido à maior resistência dos bicos de cefalópodes à digestão (FURNESS et al., 1984). Soma-se a isso o fato de os espécimes avaliados serem indivíduos debilitados, que não estavam se alimentando regularmente. Dessa forma, não é possível determinar se os cefalópodes são o item alimentar majoritariamente mais consumido por essas aves nas áreas de invernada ou se estão superestimados. Análises de isótopos estáveis em tecidos de *Spheniscus magellanicus* encontrados no Estado do Rio Grande do Sul indicaram uma grande contribuição de peixes, principalmente de *Engraulis anchoita*, na dieta de adultos e juvenis, apesar dos peixes terem sido pouco frequentes nos conteúdos estomacais dos indivíduos juvenis (MARQUES et al., 2018). Análises semelhantes com as demais espécies migratórias e em diferentes regiões da costa brasileira poderiam esclarecer a participação de peixes na dieta dessas aves durante o período de invernada, complementando as informações obtidas a partir da análise de conteúdos estomacais.

5 CONCLUSÃO

Nossa primeira hipótese, de que indivíduos de espécies migratórias apresentam menor incidência de conteúdo alimentar no trato gastrointestinal e piores escores corporais se comparados a espécies residentes, foi parcialmente confirmada. A incidência de conteúdo alimentar variou bastante entre as espécies migratórias, mas apenas em *Procellaria aequinoctialis* e *Spheniscus magellanicus* a presença de conteúdo superou as frequências registradas para as duas espécies residentes. Já o escore corporal foi pior em todas as espécies migratórias, que também apresentaram maior incidência de resíduos sólidos. Os conteúdos alimentares das aves migratórias eram compostos em sua grande maioria por estruturas resistentes à digestão, possivelmente resultantes de presas consumidas há mais tempo. Provavelmente devido a isso a presença de conteúdo alimentar não esteve associada a bons escores corporais nas espécies migratórias.

A segunda hipótese, de que há similaridade parcial na dieta das espécies e de que os itens alimentares identificados estão relacionados ao consumo humano, foi confirmada. Peixes e cefalópodes foram os principais itens identificados, sendo os peixes mais frequentes na dieta das aves residentes e os cefalópodes na dieta das aves migratórias. Peixes demersais, principalmente da família Sciaenidae, foram encontrados nos conteúdos alimentares da maioria das espécies. Tais recursos, normalmente não acessados pela maioria das aves estudadas, são disponibilizados na superfície por meio dos descartes realizados pela pesca de arrasto. Além disso, pelo menos cinco espécies de peixes demersais são exploradas pela pesca artesanal na região. Algumas das espécies de lulas identificadas também estão relacionadas com a pesca em diferentes regiões da costa brasileira, seja como fauna acompanhante no arrasto de camarão ou como isca na pesca com espinhel.

REFERÊNCIAS

- AGRESTI, A. **An Introduction to Categorical Data Analysis**. New York: John Wiley & Sons, 3 ed., 2019.
- ALTRÃO, C. S.; PAULA, A. A. DE; TAVARES, M.; OTT, P. H.; SILVA-SOUZA, Â. T. Population structure of the nematode *Contraecaecum pelagicum* Johnston & Mawson, 1942 during the winter migration of the magellanic penguin *Spheniscus magellanicus* (forster, 1781) in southern Brazil. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 01, p. 62–71, 2017.
- AZZARELLO, M. Y.; VAN VLEET, E. S. Marine birds and plastic pollution. **Marine ecology Progress Series**, v.37, p. 295-303, 1987.
- BALDASSIN, P.; SANTOS, R. A. Cephalopods in the diet of magellanic penguins *Spheniscus magellanicus* found on the coast of Brazil. **Marine Ornithology**, n. 38, p. 55-57, 2010.
- BARBIERI, E. Occurrence of plastic particles in Procellariiforms, south of São Paulo state (Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 2, p. 341–348, 2009.
- BARBIERI, E. Abundância temporal de *Fregata magnificens* (Pelecaniformes: Fregatidae) na Ilha Comprida (São Paulo, Brasil) em 2006 e sua relação com barcos de pesca. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 18, n. 3, p. 164–168, 2010.
- BARBIERI, E.; OLIVEIRA, M. DE. **Aves: Ilha Comprida**. São Paulo: KPMO, 1. ed., 2015.
- BARRETT, R. T.; CAMPHUYSEN, K. C. J.; ANKER-NILSSEN, T.; et al. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. **ICES Journal of Marine Science**, v. 64, n. 9, p. 1675–1691, 2007.
- BATTAM, H.; RICHARDSON, M.; WATSON, A. W. T.; BUTTEMER, W. A. Chemical composition and tissue energy density of the cuttlefish (*Sepia apama*) and its assimilation efficiency by *Diomedea albatrosses*. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 180, n. 8, p. 1247–1255, 2010.
- BENTLEY, L. K.; KATO, A.; ROPERT-COUDERT, Y.; MANICA, A.; PHILLIPS, R. A. Diving behaviour of albatrosses: implications for foraging ecology and bycatch susceptibility. **Marine Biology**, v. 168, n. 3, p. 1-10, 2021.
- BEZERRA, K. S.; MENDES, R. A. S.; SANTOS, G. A. DOS. Diagnóstico da riqueza e abundância de espécies de peixes e camarões capturados por pescadores artesanais do Complexo de Ilhas (Cananéia, Iguape e Ilha Comprida), Cananéia, SP/Brasil. **Diversitas Journal**, v. 2, n. 2, p. 219-231, 2017.
- BORGSTEEDE, F. H. M. The effect of parasites on wildlife. **Veterinary Quarterly**, v. 18, n. 3, p. 138–140, 1996.
- BRANCO, J. O. Descartes da pesca do camarão sete-barbas como fonte de alimento para aves marinhas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 293–300, 2001.

BRANCO, J. O.; FRACASSO, H. A. A.; MACHADO, I. F.; BOVENDORP, M. S.; VERANI, J. R. Dieta de *Sula leucogaster* Boddaert (Sulidae, Aves), nas Ilhas Moleques do Sul, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 1044–1049, 2005.

BRANCO, J. O.; FRACASSO, H. A. A.; MACHADO, I. F.; EVANGELISTA, C. L.; HILLESHEIM, J. C. Alimentação natural de *Fregata magnificens* (Fregatidae, Aves) nas Ilhas Moleques do Sul, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 1, p. 73-79, 2007.

BRANDÃO, M. L.; BRAGA, K. M.; LUQUE, J. L. Marine debris ingestion by Magellanic penguins, *Spheniscus magellanicus* (Aves: Sphenisciformes), from the Brazilian coastal zone. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 10, p. 2246–2249, 2011.

BRENHA-NUNES, M. R.; SANTIFICETUR, C.; CONVERSANI, V. R. M.; et al. Atlas of marine bony fish otoliths (sagittae) of Southeastern-Southern Brazil Part IV: Perciformes (Centropomidae, Acropomatidae, Serranidae, Priacanthidae, Malacanthidae, Pomatomidae, Carangidae, Lutjanidae, Gerreidae and Haemulidae). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 23–75, 2016.

CAMPHUYSEN, C. J.; WRIGH, P. J.; LEOPOLD, M.; HÜPPOP, O.; REID, J. B. A review of the causes, and consequences at the population level, of mass mortalities of seabirds. In: FURNESS, R. W.; TASKER, M. L. (Ed.). **Diets of seabirds and consequences of changes in food suppl.** ICES Cooperative Research Report, n. 232, 1999. p. 51–66.

CARVALHO, B. M. DE; CORRÊA, M. F. M.; VOLPEDO, A. Lapillus otoliths of the *Cathorops spixii* (Spix & Agassiz, 1829) and *Genidens genidens* (Cuvier, 1829) (Actinopterygii - Ariidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 36, n. 3, p. 343-347, 2014.

COLABUONO, F. I.; VOOREN, C. M. Hábitos alimentares de alguns albatrozes e petréis na região sul do Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil.** Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 83-102.

COLABUONO, F. I.; VOOREN, C. M. 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**, n. 35, p. 9-20, 2007.

COLABUONO, F. I.; BARQUETE, V.; DOMINGUES, B. S.; MONTONE, R. C. Plastic ingestion by Procellariiformes in Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 1, p. 93–96, 2009.

COLABUONO, F. I.; TANIGUCHI, S.; MONTONE, R. C. Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in plastics ingested by seabirds. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 4, p. 630–634, 2010.

COLABUONO, F. I.; TANIGUCHI, S.; MONTONE, R. C. Organochlorine contaminants in albatrosses and petrels during migration in South Atlantic Ocean. **Chemosphere**, v. 86, n. 7, p. 701–708, 2012.

CONVERSANI, V. R. M.; BRENHA-NUNES, M. R.; SANTIFICETUR, C.; et al. Atlas of marine bony fish otoliths (sagittae) of Southeastern-Southern Brazil Part VII: Atheriniformes, Beloniformes, Beryciformes, Zeiformes, Syngnathiformes, Scorpaeniformes and Tetraodontiformes. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 65, n. 3, p. 400–447, 2017.

CÓZAR, A.; ECHEVARRIA, F.; GONZALEZ-GORDILLO, J. I.; et al. Plastic debris in the open ocean. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 28, p. 10239–10244, 2014.

FONSECA, V. S. S.; PETRY, M. V.; JOST, A. H. Diet of the Magellanic Penguin on the Coast of Rio Grande do Sul, Brazil. **Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology**, v. 24, n. 2, p. 290-293, 2001.

DI BENEDITTO, A. P. M.; SANTOS, R. A. D.; ROSA, K. R.; SICILIANO, S. Magellanic penguins: stomach contents and isotopic profiles to assess the feeding demands of juveniles in a wintering area off Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 95, n. 2, p. 423–430, 2015.

DIAS, M. P.; GRANADEIRO, J. P.; CATRY, P. Individual variability in the migratory path and stopovers of a long-distance pelagic migrant. **Animal Behaviour**, v. 86, n. 2, p. 359–364, 2013.

EWBANK, A. C.; SACRISTÁN, C.; COSTA-SILVA, S.; et al. Postmortem findings in Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) caught in a drift gillnet. **BMC Veterinary Research**, v. 16, p. 1-10, 2020.

FISCHER, L. C. **Peixes Estuarinos e Costeiros**. Rio Grande: Luciano Gomes Fischer, 2 ed., 2011.

FURNESS, R. W. Plastic particle pollution: Accumulation by procellariiform seabirds at Scottish Colonies. **Marine Pollution Bulletin**, v. 16, n. 3, p. 103–106, 1985.

FURNESS, B. L.; LAUGKSCH, R. C.; DUFFY, D. C. Cephalopod Beaks and Studies of Seabird Diets. **The Auk**, v. 101, n. 3, p. 619–620, 1984.

GASALLA, M. A.; PÉREZ, J. A. A.; MARQUES, C. A.; TOMÁS, A. R. G.; AGUIAR, D. C.; OLIVEIRA, U. C. *Loligo sanpaulensis* (brakonieccki, 1984). In: CERGOLE, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. (Ed.). **Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração**. Série documentos Revizee : Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico-USP, 2005a. p. 69-73.

GASALLA, M. A.; POSTUMA, F. A.; TOMÁS, A. R. G. Captura de lulas (Mollusca: Cephalopoda) pela pesca industrial desembarcada em Santos: Comparação após 4

décadas. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 5-8, 2005b.

GARCÍA-BORBOROGLU, P.; BOERSMA, P. D.; RUOPPOLO, V.; et al. Magellanic penguin mortality in 2008 along the SW Atlantic coast. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 10, p. 1652–1657, 2010.

GIARETTA, M. B.; SILIPRANDI, C. C.; SANTIFICETUR, C.; et al. Atlas of marine bony fish otoliths (sagittae) of Southeastern-Southern Brazil Part VI: Albuliformes, Anguiliformes, Osmeriformes, Stomiiformes, Aulopiformes, Myctophiformes, Ophidiiformes, Polimixiiformes, Batrachoidiformes and Lophiformes. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 65, n. 2, p. 258–308, 2017.

GUILFORD, T.; MEADE, J.; WILLIS, J.; et al. Migration and stopover in a small pelagic seabird, the Manx shearwater *Puffinus puffinus*: insights from machine learning. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 276, p. 1215–1223, 2009.

HAIMOVICI, M.; BRUNETTI, N.E.; RODHOUSE, P.G.; CSIRKE, J.; LETA, R.H. *Illex argentinus*. In: RODHOUSE, P.G.; DAWE, E.G.; O'DOR, R.K. (Eds.). **Squid recruitment dynamics**. FAO Fisheries Technical Paper, 376, p.27-58, 1998.

HEEZIK, Y. VAN; SEDDON, P. Stomach Sampling in the Yellow-Eyed Penguin: Erosion of Otoliths and Squid Beaks. **Journal of Field Ornithology**, v. 60, n. 4, p. 451–458, 1989.

HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A.; CHICKEN, E. The Dichotomous Data Problem. In: **Nonparametric Statistical Methods**. Nova York: John Wiley & Sons, Inc., 3 ed., 2014. p. 11–38.

HUIN, N. Diving Depths of White-Chinned Petrels. **The Condor**, v. 96, n. 4, p. 1111–1113, 1994.

HUIN, N.; CROXALL, J. P. Fishing gear, oil and marine debris associated with seabirds at Bird Island, South Georgia, during 1993/1994. **Marine Ornithology**, v. 24, p. 19–22, 1996.

JIMÉNEZ, S.; DOMINGO, A.; BRAZEIRO, A.; DEFEO, O.; PHILLIPS, R. A. Marine debris ingestion by albatrosses in the southwest Atlantic Ocean. **Marine Pollution Bulletin**, v. 96, n. 1–2, p. 149–154, 2015.

KÜHN, S.; BRAVO REBOLLEDO, E. L.; VAN FRANEKER, J. A. Deleterious Effects of Litter on Marine Life. In: BERGMANN, M.; GUTOW, L.; KLAGES, M. (Orgs.), **Marine Anthropogenic Litter**, p.75–116, 2015.

KREBS, C.J. **Ecological Methodology**, 3 ed., 2014.

KREBS, C.J. Ecological Methodology Programs, versão 7.4, 2019.

KRUL, R. Aves marinhas costeiras do Paraná. In: BRANCO, J. O. (Org.), **Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação**. Itajaí: Editora da UNIVALI, 2004. p. 37-56.

MÄDER, A.; SANDER, M. Ciclo sazonal de mortalidade do pinguim-de-magalhães, *Spheniscus magellanicus* influenciado por fatores antrópicos e climáticos na costa do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 18, n. 3, p. 228-233, 2010.

MÄDER, A. Por que morrem tantos pinguins-de-magalhães no Brasil? **Boletim pinguins no Brasil**, n. 1, p. 6-7, 2011.

MARIANI, D. B.; ALMEIDA, B. J. M.; FEBRÔNIO, A. D. M.; et al. Causes of mortality of seabirds stranded at the Northeastern coast of Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 523–529, 2019.

MARQUES, F. P.; CARDOSO, L. G.; HAIMOVICI, M.; BUGONI, L. Trophic ecology of Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) during the non-breeding period. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 210, p. 109–122, 2018.

MEUNIER, F. J.; PANFILI, J. Historical. In: PANFILI, J.; DE PONTUAL, H.; TROADEC, H.; WRIGHT, P. J. (Eds.). **Manual of Fish Sclerochronology**. Brest: Ifremer-IRD Coedition, 2002. p. 23–28.

NEVES, T.; VOOREN, C. M.; BUGONI, L.; OLMOS, F.; NASCIMENTO, L. Distribuição e abundância de aves marinhas na região sudeste sul do Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 11-35.

OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., FRIENDLY, M. et al. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-6, 2019.

OLMOS, F. Seabirds attending bottom long-line fishing off southeastern Brazil. **Ibis**, v. 139, n. 4, p. 685–691, 1997.

OLMOS, F. Non-breeding seabirds in Brazil: a review of band recoveries. **Ararajuba**, v. 10, n. 3, p. 31-42, 2002.

OLMOS, F.; BUGONI, L.A. Agregações de aves marinhas associadas à pesca de espinhel-de-fundo na Região Sudeste-Sul do Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 69-81.

OLMOS, F.; BUGONI, L.; NEVES, T.; PEPPE, F. Distribuição e abundância de aves marinhas na região sudeste sul do Brasil. In: NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos REVIZEE-SCORE Sul, São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2006. p. 11-35.

PRADO, M. I. B. M.; SANTO-LOPES, A. R.; SILVA, R. J. Helminthfauna of Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus* Foster, 1781) proceeding from Ilha Comprida, South Coast, State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Helminthology**, v. 5, n. 1, p. 50-55, 2011.

PELANDA, A. A. **Impactos humanos sobre aves associadas a ecossistemas marinhos na costa paranaense**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Oceanografia), Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2007.

PEREZ, J. A. A.; GASALLA, M. A.; AGUIAR, D. C.; et al. In: CERGOLÉ, M. C.; ÁVILA-DASILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (Orgs.). **Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração**, São Paulo: Instituto Oceanográfico-USP, 2005.

PEROLD, V.; SCHOOMBIE, S.; RYAN, P. G. Decadal changes in plastic litter regurgitated by albatrosses and giant petrels at sub-Antarctic Marion Island. **Marine Pollution Bulletin**, v. 159, p. 1-8, 2020.

PETROBRAS. **Projeto Executivo Integrado do PMP-BS**. Vol. único, revisão 00, 2019.

PETRY, M. V.; DA SILVA FONSECA, V. S.; KRÜGER-GARCIA, L.; DA CRUZ PIUCO, R.; BRUMMELHAUS, J. Shearwater diet during migration along the coast of Rio Grande do Sul, Brazil. **Marine Biology**, v. 154, n. 4, p. 613–621, 2008.

PIERCE, K. E.; HARRIS, R. J.; LARNED, L. S.; POKRAS, M. A. Obstruction and starvation associated with plastic ingestion in a northern gannet *Morus bassanus* and a greater shearwater *Puffinus gravis*. **Marine Ornithology**, v. 32, p. 187-189, 2004.

POLLET, I. L.; RONCONI, R. A.; LEONARD, M. L.; SHUTLER, D. Migration routes and stopover areas of Leach's Storm Petrels *Oceanodroma leucorhoa*. **Marine Ornithology** v. 47, p. 55–65, 2019.

PRINCE, P. A.; HUIN, N.; WEIMERSKIRCH, H. Diving depths of albatrosses. **Antarctic Science**, v. 6, n. 3, p. 353–354, 1994.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAPP, D. C.; YOUNGREN, S. M.; HARTZELL, P.; DAVID HYRENBACH, K. Community-wide patterns of plastic ingestion in seabirds breeding at French Frigate Shoals, Northwestern Hawaiian Islands. **Marine Pollution Bulletin**, v. 123, n. 1–2, p. 269–278, 2017.

RODRÍGUEZ, A.; RODRÍGUEZ, B.; NAZARET CARRASCO, M. High prevalence of parental delivery of plastic debris in Cory's shearwaters (*Calonectris diomedea*). **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 10, p. 2219–2223, 2012.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; SILIPRANDI, C. C.; BRENHA, M. R.; et al. Atlas of marine bony fish otoliths (Sagittae) of Southeastern - Southern Brazil Part I: Gadiformes (Macrouridae, Moridae, Bregmacerotidae, Phycidae and Merlucciidae); Part II: Perciformes (Carangidae, Sciaenidae, Scombridae and Serranidae). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 62, n. 1, p. 1–103, 2014.

RYAN, P. G. The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds. **Marine Environmental Research**, v. 23, n. 3, p. 175–206, 1987.

RYAN, P. G. Effects of ingested plastic on seabird feeding: Evidence from chickens. **Marine Pollution Bulletin**, v. 19, n. 3, p. 125–128, 1988.

RYAN, P. G. Ingestion of Plastics by Marine Organisms. In: TAKADA, H.; KARAPANAGIOTI, H. K. (Orgs.). **Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment**. Handbook of Environmental Chemistry. Suíça: Springer International Publishing, 2016. p.1–32.

SANCHES, T. C. **Causas de morte em Passeriformes: comparação entre aves de vida livre residentes na Região Metropolitana de São Paulo e aves oriundas do tráfico**. 2008. 185 f. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimental e Comparada) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SANTIFICETUR, C.; CONVERSANI, V. R. M.; BRENHA-NUNES, M. R.; et al. Atlas of marine bony fish otoliths (sagittae) of Southeastern-Southern Brazil Part V: Perciformes (Sparidae, Sciaenidae, Polynemidae, Mullidae, Kyphosidae, Chaetodontidae, Mugilidae, Scaridae, Percophidae, Pinguipedidae, Blenniidae, Gobiidae, Ephippidae, Sphyraenidae, Gempylidae, Trichiuridae, Scombridae, Ariommatidae, Stromateidae and Caproidae). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 65, n. 2, p. 201–257, 2017a.

SANTIFICETUR, C.; GIARETTA, M. B.; CONVERSANI, V. R. M.; et al. Atlas of marine bony fish otoliths of Southeastern-Southern Brazil Part VIII: Siluriformes (Ariidae) and Pleuronectiformes (Achiridae, Paralichthyidae, Cynoglossidae). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 65, n. 3, p. 448–494, 2017b.

SERRANO, I. DE L.; DE AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. Dietas das Aves Marinhas no Parque Nacional dos Abrolhos, Bahia, Brasil. **Ornithologia**, v. 1, n.1 p. 75-92, 2005.

SHOJI, A.; DEAN, B.; KIRK, H.; et al. The diving behaviour of the Manx Shearwater *Puffinus puffinus*. (R. Phillips, Org.) **Ibis**, v. 158, n. 3, p. 598–606, 2016.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

SILIPRANDI, C. C.; BRENHA-NUNES, M. R.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; SANTIFICETUR, C.; CONVERSANI, V. R. M. Atlas of marine bony fish otoliths (sagittae) of Southeastern-Southern Brazil Part III: Clupeiformes (Clupeidae,

Engraulidae, Pristigasteridae). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 1–22, 2016.

SILVEIRA, E. L.; SEMMAR, N.; CARTES, J. E.; et al. Methods for Trophic Ecology Assessment in Fishes: A Critical Review of Stomach Analyses. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 28, n. 1, p. 71–106, 2020.

SPEAR, L. B.; AINLEY, D. G.; RIBIC, C. A. Incidence of plastic in seabirds from the tropical pacific, 1984–1991: Relation with distribution of species, sex, age, season, year and body weight. **Marine Environmental Research**, v. 40, n. 2, p. 123–146, 1995.

STIDWORTHY, M. F.; DENK, D. Chapter 27 – Sphenisciformes, Gaviiformes, Podicipediformes, Procellariiformes, and Pelecaniformes. In: TERIO, K. A.; MCALOOSE, D.; LEGER, J. S. (Eds). **Pathology of Wildlife and Zoo Animals**. Elsevier, 2018. p.653-686.

TAVARES, D. C.; DE MOURA, J. F.; MERICO, A.; SICILIANO, S. Incidence of marine debris in seabirds feeding at different water depths. **Marine Pollution Bulletin**, v. 119, n. 2, p. 68–73, 2017.

TAVARES, D. C.; MOURA, J. F.; MERICO, A.; SICILIANO, S. Mortality of seabirds migrating across the tropical Atlantic in relation to oceanographic processes. **Animal Conservation**, v. 23, n. 3, p. 307–319, 2020.

THOMPSON, K. R. Variation in Magellanic penguin *Spheniscus magellanicus* diet in the Falkland Islands. **Marine Ornithology**, v. 21, p. 57-67, 1993.

VASKE JÚNIOR, T. **Guia de identificação de cefalópodes costeiros e oceânicos do Atlântico sudoeste equatorial através das mandíbulas (bicos)**. Olinda: Livro Rápido – Elógica, 1. ed., 2006.

VASKE JÚNIOR, T; COSTA, F. A. P. **Lulas e polvos da costa brasileira**. Coleção Habitat, v. 5. Fortaleza: UFC/LABOMAR/NAVE, 2011.

VOOREN, C. M.; BRUSQUE, L. F. **As aves do ambiente costeiro do brasil: biodiversidade e conservação**. Rio Grande do Sul, 1999.

XAVIER, J. C.; CHEREL, Y. **Cephalopod beak guide for the Southern Ocean**. Cambridge: British Antarctic Survey, 2009.

WILLIAMS, M; GUMMER, H.; Powlesland, R.; Robertson, H.; Taylor, G. **Migrations and movements of birds to New Zealand and surrounding seas**. Wellington: Department of Conservation, 2006.

YORIO, P.; MARINAO, C.; KASINSKY, T.; IBARRA, C.; SUÁREZ, N. Patterns of plastic ingestion in Kelp Gull (*Larus dominicanus*) populations breeding in northern Patagonia, Argentina. **Marine Pollution Bulletin**, v. 156, 2020.

ZAMBUZI, S.; ROCHA, Y. T. Pesca artesanal em Cananéia, litoral sur del Estado de São Paulo, Brasil. In: ARTIGAS, R. C.; PÉREZ, B. R.; GÓMEZ, J. L. M. (Eds.). **Biogeografía de Sistemas Litorales. Dinámica y Conservación**, 2014.

ANEXO 1. ANÁLISE DOS TRATOS GASTRINTESTINAIS (TGIS) DE INDIVÍDUOS DE SETE ESPÉCIES DE AVES MARINHAS ENCONTRADOS ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019.

Espécies	Nº de TGIS analisados	Conteúdo alimentar		Resíduos sólidos	
		Presente	Ausente	Presente	Ausente
<i>Fregata magnificens</i>	36	19	17	2	34
<i>Sula leucogaster</i>	30	15	15	2	28
<i>Puffinus puffinus</i>	105	18	87	19	86
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	30	22	8	11	19
<i>Spheniscus magellanicus</i>	130	71	59	24	106
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	21	4	17	0	21
<i>Thalassarche melanophris</i>	17	4	13	7	10
Total	369	153	216	65	304

Fonte: A autora (2021).

ANEXO 2. ESCORE CORPORAL DOS ESPÉCIMES ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP) ENTRE 2016 E 2019.

Espécie	Escore corporal														
	Amostra total (n = 369)				Conteúdo alimentar ausente (n = 216)				Conteúdo alimentar presente (n = 153)						
	Caque	Magro	Bom	Ótimo	Indet	Caque	Magro	Bom	Ótimo	Indet	Caque	Magro	Bom	Ótimo	Indet
<i>Fregata magnificens</i>	1	8	17	7	3	1	8	6	2	0	0	0	11	5	3
<i>Sula leucogaster</i>	2	9	11	8	0	2	6	6	1	0	0	3	5	7	0
<i>Puffinus puffinus</i>	54	32	2	0	17	42	26	2	0	17	12	6	0	0	0
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	6	13	5	0	6	0	6	1	0	1	6	7	4	0	5
<i>Spheniscus magellanicus</i>	48	70	9	0	3	23	31	4	0	1	25	39	5	0	2
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	1	3	8	3	6	1	3	8	2	3	0	0	0	1	3
<i>Thalassarche melanophris</i>	0	7	1	0	9	0	5	0	0	8	0	2	1	0	1
Total	112	142	53	18	44	69	85	27	5	30	43	57	26	13	14

Caque = caquético; Indet = indeterminado. Fonte: A autora (2021).

ANEXO 3. ESCORE CORPORAL DOS ESPÉCIMES ENCALHADOS NA ILHA COMPRIDA (SP) E ILHA DO CARDOSO (SP), ENTRE 2016 E 2019, COM RELAÇÃO À PRESENÇA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO TGI.

Espécie	Escore corporal									
	Resíduo sólido ausente (n = 304)					Resíduo sólido presente (n = 65)				
	Caque	Magro	Bom	Ótimo	Indet	Caque	Magro	Bom	Ótimo	Indet
<i>Fregata magnificens</i>	1	7	17	6	3	0	1	0	1	0
<i>Sula leucogaster</i>	2	8	11	7	0	0	1	0	1	0
<i>Puffinus puffinus</i>	43	25	2	0	16	11	7	0	0	1
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	0	8	5	0	6	6	5	0	0	0
<i>Spheniscus magellanicus</i>	38	57	8	0	3	10	13	1	0	0
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	1	3	8	3	6	0	0	0	0	0
<i>Thalassarche melanophris</i>	0	4	0	0	6	0	3	1	0	3
Total	85	112	51	16	40	27	30	2	2	4

Caque = caquéutico; Indet = indeterminado. Fonte: A autora (2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As variações no número de encalhes entre os anos provavelmente refletem as oscilações anuais no número de aves juvenis migrando em direção à costa brasileira e as variações em determinadas condições ambientais, que aumentam ou diminuem a chance de ocorrência dos encalhes.
- As variações no número de encalhes entre a Ilha Comprida e a Ilha do Cardoso possivelmente estão relacionadas às características geográficas das regiões costeiras e também a intensidade das atividades pesqueiras em cada uma das ilhas.
- Apesar de não haver padrão na distribuição espacial dos encalhes entre os anos ou por espécie na Ilha Comprida, foi possível identificar duas regiões (centro-sul e centro-norte) com maior concentração de encalhes. Os encalhes nessas regiões foram, pelo menos em parte, influenciados pela interação das aves com as atividades pesqueiras ali desenvolvidas. Já para a Ilha do Cardoso foi possível identificar um padrão na distribuição dos encalhes, que se concentraram em uma única região da ilha (centro-sul), onde também há maior presença de atividades pesqueiras. Logo, essas regiões são áreas prioritárias para o desenvolvimento de ações mitigatórias com os pescadores.
- Tanto a presença de marcas externas quanto as informações obtidas com o estudo da dieta confirmaram a presença de interação com as atividades pesqueiras. *Spheniscus magellanicus* foi mais afetada pela interação com as redes de emalhe, ao passo que *Fregata magnificens* e *Sula leucogaster* interagiram mais com a pesca de arrasto. Assim, diferentes medidas mitigatórias são necessárias na região, envolvendo possíveis modificações nos petrechos de pesca e também a conscientização dos pescadores.
- Os Avisos de Mau Tempo disponibilizados pelo Centro de Hidrografia da Marinha podem ser utilizados para prever a maior possibilidade da ocorrência de encalhes, principalmente nos períodos em que há maior número de aves passando pelo litoral brasileiro.
- A avaliação do escore corporal demonstrou ser mais informativa para inferir a regularidade na alimentação das aves do que a avaliação da presença de conteúdo alimentar no TGI.

- As espécies migratórias foram as mais afetadas pela poluição do mar por resíduos sólidos de origem antrópica, principalmente por resíduos plásticos.
- O monitoramento de praias demonstrou ser uma atividade de grande relevância para a obtenção de informações sobre as espécies, ao gerar conhecimentos sobre o comportamento migratório, sobre as pressões e ameaças antrópicas e sobre a dieta e condições físicas das aves residentes e migratórias.
- As informações geradas pelo monitoramento de praias podem auxiliar na tomada de decisões e no direcionamento de ações para a conservação das espécies.