



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR - LABOMAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

CINTHYA LEITE DE OLIVEIRA

ESTIMATIVA POPULACIONAL E ESTADO DE SAÚDE DO BOTO-CINZA
***Sotalia guianensis* (VAN BENEDEN, 1864), NO LITORAL DE FORTALEZA,**
CEARÁ, BRASIL

FORTALEZA

2024

CINTHYA LEITE DE OLIVEIRA

ESTIMATIVA POPULACIONAL E ESTADO DE SAÚDE DO BOTO-CINZA *Sotalia*
guianensis (VAN BENEDEN, 1864), NO LITORAL DE FORTALEZA, CEARÁ,
BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Ciência, Tecnologia e Gestão Costeira e Oceânica

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Caroline Vieira Feitosa

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Danise de Oliveira Alves

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O46e Oliveira, Cinthya Leite de.
Estimativa populacional e estado de saúde do boto-cinza *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864), no litoral de Fortaleza, Ceará, Brasil / Cinthya Leite de Oliveira. – 2024.
75 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2024.
Orientação: Profa. Dra. Caroline Vieira Feitosa.
Coorientação: Profa. Dra. Maria Danise de Oliveira Alves.
1. Abundância. 2. Cetáceo. 3. Fotoidentificação. 4. Lesões cutâneas. I. Título.

CDD 551.46

CINTHYA LEITE DE OLIVEIRA

ESTIMATIVA POPULACIONAL E ESTADO DE SAÚDE DO BOTO-CINZA *Sotalia guianensis* (VAN BENEDEN, 1864), NO LITORAL DE FORTALEZA, CEARÁ,
BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Ciência, Tecnologia e Gestão Costeira e Oceânica

Aprovada em 28 de maio de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Caroline Vieira Feitosa (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof^ª. Dr^ª. Maria Danise de Oliveira Alves (Coorientadora)
Faculdade Frassinetti do Recife - FAFIRE

Prof^ª. Dr^ª. Tallita Cruz Lopes Tavares
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof^ª. Dr^ª. Larissa Rosa de Oliveira
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

AGRADECIMENTOS

À Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (Aquasis) e a empresa Edcon Comércio e Construções LTDA, pelo apoio técnico e financeiro, respectivamente.

À Prof^a. Dr^a. Caroline Vieira Feitosa pela orientação e à Prof^a. Dr^a. Maria Danise de Oliveira Alves pela coorientação.

Às professoras e pesquisadoras Dr^a. Larissa Rosa de Oliveira e Dr^a. Tallita Cruz Lopes Tavares pela disponibilidade e colaborações no trabalho.

Ao Programa de Mamíferos Marinhos (Aquasis) e ao Dr. Vitor Luz Carvalho, que incentivaram a realização deste trabalho e disponibilizaram os recursos necessários.

À Ana Carolina Oliveira de Meirelles, pela disponibilidade para me mostrar os caminhos das análises de estimativa populacional de cetáceos.

Ao trio que me acompanhou na maior parte dos embarques, Heideger, Lívio e Wandeco. Agradeço pelos belos registros, pelas ótimas conversas e lanches, sempre fazendo dos campos momentos memoráveis.

Aos amigos, colegas de trabalho e voluntários da Aquasis que colaboraram com as atividades, logística dos embarques, análise dos dados e elaboração de mapas.

À minha família, importante suporte e incentivadora nesse período de mestrado.

RESUMO

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é o mamífero aquático com maior índice de mortalidade no litoral do estado do Ceará, devido a impactos antropogênicos diversos. A capital Fortaleza abriga uma das menores populações da espécie no país, com 39 espécimes sendo monitorados desde a década de 90. Os aspectos populacionais e as condições de saúde, são essenciais para embasar medidas voltadas à preservação da espécie e às medidas de mitigação dos impactos. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o tamanho populacional e o status de saúde dos indivíduos de boto-cinza na área costeira de Fortaleza. O método utilizado foi marcação-recaptura, por meio de fotoidentificação. A coleta de dados ocorreu durante 48 expedições embarcadas, entre outubro de 2019 e dezembro de 2022, totalizando 896,50 km percorridos, 189 horas de esforço total e 7539 fotografias para identificação e avaliação de saúde dos animais. Os botos foram encontrados em 95,83% das amostragens (n=46), em 59 horas de esforço efetivo (31%). Um total de 144 avistagens foi registrado, caracterizadas por animais solitários a grupos de 10 indivíduos ($4,46 \pm 2,1$). A fotoidentificação de marcas permanentes na nadadeira dorsal possibilitou diagnosticar 44 botos-cinza, com pelo menos oito animais já registrados em catálogo de identificação previamente criado para a região. A estimativa populacional foi de 61 indivíduos (DP \pm 12,37; CV13%; 95% CI:51-87). A condição de saúde foi avaliada em 39 indivíduos, dos quais 51,28% (n=20) estavam em boa condição corpórea, seguido por 48,72% (n=19) de espécimes magros e emaciados. Quanto às lesões dos animais avaliados, 46,15% (n=18) apresentaram lesões traumáticas e 48,72% (n=19) com anormalidade cutânea. As lesões traumáticas foram representadas por traumas (10,26%; n=4), deformidades na nadadeira dorsal (5,13%; n=2) e marcas indeterminadas (30,77%; n=12). As anormalidades da pele foram caracterizadas por nódulos (2,56%; n=1), manchas corpóreas esbranquiçadas (25,64%; n=10), pigmentação anômala (5,13%; n=2), e lesões semelhantes à doença da tatuagem (*tattoo skin disease*) (15,38%; n=6). Os resultados obtidos evidenciam um aumento significativo na abundância populacional de espécimes de botos-cinza na região, ao comparar com estudos anteriores. No entanto, a população revelou ser um bioindicador importante da qualidade ambiental costeira da região, devido ao percentual de animais com más condições de saúde. Portanto, ressalta-se a importância de um programa de monitoramento contínuo da espécie na região, que é considerada Patrimônio Natural do Município de Fortaleza.

Palavras-chave: Abundância. Cetáceo. Fotoidentificação. Lesões cutâneas.

ABSTRACT

The Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) is the aquatic mammal with the highest mortality rate along the coast of the state of Ceará, due to various anthropogenic impacts. The capital, Fortaleza, hosts one of the smallest populations of the species in the country, with 39 individuals monitored since the 1990s. Understanding the population dynamics and health conditions of these dolphins is essential to support conservation efforts and mitigate impacts. This study aimed to assess the population size and health status of Guiana dolphins in the coastal area of Fortaleza. The method used was mark-recapture through photo-identification. Data collection took place during 48 boat expeditions between October 2019 and December 2022, covering a total distance of 896.50 km, 189 hours of total effort, and 7539 photographs for animal identification and health assessment. Dolphins were found in 95.83% of the samples (n=46), with 59 hours of effective effort (31%). A total of 144 sightings were recorded, characterized by solitary animals to groups of 10 individuals (4.46 ± 2.1). Photo-identification of permanent marks on the dorsal fin enabled the diagnosis of 44 Guiana dolphins, with at least eight animals previously recorded in an identification catalog for the region. The population estimate was 61 individuals (SD \pm 12.37; CV13%; 95% CI: 51-87). The health condition of 39 individuals was assessed, with 51.28% (n=20) in good body condition, followed by 48.72% (n=19) of individuals being thin and emaciated. Regarding injuries, 46.15% (n=18) presented traumatic lesions and 48.72% (n=19) had skin abnormalities. Traumatic lesions included trauma (10.26%; n=4), deformities in the dorsal fin (5.13%; n=2), and indeterminate marks (30.77%; n=12). Skin abnormalities were characterized by nodules (2.56%; n=1), whitish body spots (25.64%; n=10), abnormal pigmentation (5.13%; n=2), and lesions like “tattoo skin disease” (15.38%; n=6). The results indicate a significant increase in the population abundance of Guiana dolphins in the region compared to previous studies. However, the population also serves as an important bioindicator of coastal environmental quality, given the percentage of individuals in poor health. Therefore, the importance of a continuous monitoring program for the species in the region, which is considered a Natural Heritage of the Municipality of Fortaleza, is emphasized.

Keywords: Abundance. Cetacean. Photo-identification. Skin lesions.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Grupo de botos-cinza (*Sotalia guianensis*), fotografado na Enseada do Mucuripe, nordeste do Brasil, exibindo algumas características morfológicas da espécie. ... 11
- Figura 2 - Área de estudo, Enseada do Mucuripe, trecho do Marina Park Hotel (oeste) ao Porto do Mucuripe (leste)..... 14
- Figura 3 - Vista aérea da Enseada do Mucuripe. Instalação portuária abaixo e trecho do Marina Park Hotel ao fundo. 14
- Figura 4 - Indicação de atividades humanas na região da Enseada do Mucuripe, Fortaleza/Ce. 16
- Figura 5 – Enseada do Mucuripe, área de estudo, no litoral de Fortaleza/Ce, Brasil, com as rotas percorridas (em cinza) em 48 amostragens, no período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, para o monitoramento do boto-cinza. 22
- Figura 6 - Embarcação utilizada (A) com a equipe de pesquisadores, evidenciando o fotógrafo-observador, o observador-anotador (B), durante o monitoramento do boto-cinza em Fortaleza-Ce. 23
- Figura 7 - À esquerda, em 2004, o indivíduo atualmente identificado como #D5, fotografado na Praia de Iracema (Foto: Carolina Meirelles/Acervo Aquasis). À direita, o mesmo indivíduo fotografado em fevereiro de 2022, no Porto do Mucuripe. 27
- Figura 8 – À esquerda, grupo de quatro botos-cinza, incluindo animais #A4, #C5 e um juvenil sem marcas, avistado em junho de 2020. (Foto: Heiderger Nascimento/Acervo Aquasis). À direita, um grupo com três indivíduos, incluindo #C5 e #A10, em agosto de 2021..... 28
- Figura 9 - À esquerda, animais #B2 e #B6, avistados com mais um indivíduo na Enseada do Mucuripe em 22 de dezembro de 2020. À direita, grupo de três botos-cinza registrado no dia 04 de outubro de 2019, incluindo os animais #C5 e #C13..... 28
- Figura 10 - Pontos em vermelho indicam as avistagens de boto-cinza registradas durante as expedições de monitoramento na Enseada do Mucuripe, no período de outubro de 2019 a dezembro de 2022. 29
- Figura 11 - Área de ocorrência preferencial dos botos-cinza na Enseada do Mucuripe..... 30
- Figura 12 - Registros de comportamento de forrageio. 31
- Figura 13 - Atividades antropogênicas realizadas na enseada do Mucuripe: (a) interação com banhista, (b) pesca de subsistência, (c) tráfego de navio, (d) poluição por resíduo sólido, (e) substância sugestiva de óleo, (f) esporte náutico (canoa havaiana), g)

pesca artesanal, h) tráfego de embarcação turística.	34
Figura 14 - Enseada do Mucuripe, área de estudo, no litoral de Fortaleza/Ce, Brasil, com as rotas percorridas (em cinza) em 48 amostragens, no período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, para o monitoramento do boto-cinza.	53
Figura 15 - À esquerda, embarcação utilizada durante o monitoramento do boto-cinza em Fortaleza, Ceará. À direita, equipe durante monitoramento, consistindo em um fotógrafo-observador e observador-anotador.	53
Figura 16 – Exemplos de indivíduos avaliados na categoria magro e emaciado.	57
Figura 17 - Indivíduos da população de <i>Sotalia guianensis</i> observados com lesão traumática.	58
Figura 18 - Indivíduo de <i>Sotalia guianensis</i> com cicatriz de lesão traumática sugestiva de mordida de tubarão.	59
Figura 19 – Dois indivíduos de <i>Sotalia guianensis</i> que apresentaram deformação da nadadeira dorsal.	59
Figura 20 - Quatro dos indivíduos <i>Sotalia guianensis</i> que apresentaram marcas indeterminadas.	60
Figura 21 - Indivíduo de <i>Sotalia guianensis</i> com nódulos no dorso-lateral esquerdo.	60
Figura 22 – Indivíduos de <i>Sotalia guianensis</i> com manchas esbranquiçadas.	61
Figura 23 - Indivíduos de <i>Sotalia guianensis</i> com pigmentação anômala (piebaldismo).	61
Figura 24 – Indivíduos de <i>Sotalia guianensis</i> com lesões semelhantes à doença da tatuagem (<i>tattoo skin disease</i>). com pigmentação anômala (piebaldismo).	62
Figura 25 - Carcaça de animal encalhado na área de estudo em maio de 2022. À esquerda, conteúdo encontrado na cavidade uterina.	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Histórico de capturas por cada ocasião.	27
Gráfico 2 - Tipos de comportamentos de <i>S. guianensis</i> registrados na enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ce, durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022.	30
Gráfico 3 - Variação do tamanho do grupo em relação à estação chuvosa e seca.	31
Gráfico 4 - Variação do tamanho do grupo em relação aos meses do ano.	32
Gráfico 5 - Variação do tamanho do grupo em relação à maré.	32
Gráfico 6 - Variação do tamanho do grupo em relação às fases da lua.	33
Gráfico 7 - Curva de rarefação dos botos-cinza fotoidentificados na Enseada do Mucuripe de outubro de 2019 a dezembro de 2022, incluindo os intervalos de confiança inferior e superior.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de animais observados em cada subcategoria de anomalias observadas. Em alguns casos, o indivíduo apresentou mais de uma característica.	57
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	9
1.1	Boto cinza <i>Sotalia guianensis</i>	10
1.2	Área de estudo.....	13
2	OBJETIVOS	17
CAPÍTULO I – EM UM HABITAT ANTROPIZADO, COMO O TAMANHO POPULACIONAL DO BOTO-CINZA <i>Sotalia guianensis</i> (VAN BENEDEN, 1864) TEM VARIADO EM UM HIATO DE 10 ANOS?		
1	INTRODUÇÃO	18
2	METODOLOGIA	21
3	RESULTADOS	26
4	DISCUSSÃO	36
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS.....	42
CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO REMOTA DO ESTADO DE SAÚDE DO BOTO-CINZA <i>Sotalia guianensis</i> (VAN BENEDEN, 1864), NO LITORAL DE FORTALEZA, CEARÁ, BRASIL		
1	INTRODUÇÃO.....	51
2	METODOLOGIA.....	52
3	RESULTADOS	56
3	DISCUSSÃO	64
5	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os mamíferos marinhos vêm sendo reconhecidos como os principais indicadores ambientais, pois refletem a magnitude e a velocidade das mudanças ambientais. A classificação como sentinelas dos mares deve-se principalmente pela sensibilidade às pressões antropogênicas que afetam suas unidades ecológicas funcionais (Moore, 2008; Simmonds e Elliott, 2009). Diversas espécies, principalmente as costeiras, podem ser bioindicadoras quanto às mudanças ambientais, pois apresentam características como ciclo de vida prolongado, predação sobre níveis tróficos superiores e o acúmulo de gordura que intensifica a concentração de contaminantes e toxinas. Portanto, são fundamentais para avaliar a qualidade ambiental dos ecossistemas costeiros e marinhos (Bossart, 2011).

Dentre essas, os representantes da ordem Cetacea, que compreende animais aquáticos, enfrentam uma série de ameaças significativas, afetando diretamente sua saúde e sobrevivência. A atividade pesqueira representa uma das principais ameaças, seja pela captura acidental ou intencional (Fair e Becker, 2000; Lewison *et al.*, 2004). Entretanto, há uma gama de impactos, a saber: a poluição acústica e colisões com embarcações (de Sousa Pais *et al.*, 2018; Fair e Becker, 2000), a intoxicação por blooms de diatomáceas (Fire *et al.*, 2009), a exposição a patógenos específicos (por exemplo, morbilli-, pox- e papilomavírus) ou oportunistas (bactérias, fungos, protozoários) (Groch *et al.*, 2018; Sacristán *et al.*, 2018; Sánchez-Sarmiento *et al.*, 2019; Van Bresseem *et al.*, 2009a), e a contaminação por poluentes químicos persistentes resultantes de descartes inadequados de resíduos domésticos, industriais e agrícolas (Bossart, 2011; Fair e Becker, 2000).

Impactos ambientais simultâneos e sinérgicos de empreendimentos e atividades costeiras, demonstram a necessidade de monitoramentos e pesquisas com cetáceos (e.g. toninha e boto-cinza), visando a mitigação das ameaças. O monitoramento da abundância em longo prazo, em áreas severamente impactadas, é ferramenta essencial para a detecção de flutuações populacionais significativas, permitindo inferir sobre a saúde da população (Santos *et al.*, 2010). É importante destacar que o conhecimento dos parâmetros populacionais é essencial para realizar comparações quando eventos naturais e antropogênicos afetam os grupos (Miller *et al.*, 2013), a exemplo do ocorrido com a população de botos-cinza residentes na Baía de Guanabara, no estado do Rio de Janeiro (Azevedo *et al.*, 2017).

Entre as técnicas para compreensão de tendências populacionais, destaca-se a marcação e recaptura. O método consiste na fotoidentificação de espécimes de uma

população, onde o animal é capturado (fotografado), catalogado (marcas naturais na nadadeira dorsal) e devolvido à população. Ao recapturá-los, assume-se que a proporção desses é igual ao tamanho da população (Sutherland, 1996 apud Cepile, 2008).

A identificação das marcas naturais dos cetáceos, principalmente nas nadadeiras dorsais, são utilizadas como método em diversas pesquisas (e.g. estrutura de grupo, fidelidade de sítio, padrões de movimentos e estimativa de tamanho populacional). Além disso, favorecem a descrição de parâmetros de história de vida (Würsig e Jefferson, 1990) (e.g. idade na maturidade sexual, intervalo de nascimentos, tempo de vida e reprodução) e permite inferir sobre a saúde do animal. Ressalta-se a sua eficiência por não ser invasiva e causar pouca perturbação aos indivíduos.

1.1 Boto cinza *Sotalia guianensis*

A família Delphinidae é reconhecida como a mais diversa entre os cetáceos, devido à variedade morfológica e adaptações corporais. Essas variações refletem a diversificação das dietas e os métodos de locomoção, conferindo-lhes um status de animais ecologicamente versáteis (Steehan *et al.*, 2009). Algumas espécies da família Delphinidae mantêm interações dinâmicas e significativas com ecossistemas costeiros, desempenhando funções vitais tanto para a saúde desses ambientes quanto para sua própria subsistência. A concentração de pequenos cetáceos em baías está associada a diferentes comportamentos que requerem águas calmas e protegidas (Araújo *et al.*, 2008). Dentre essas, destaca-se o *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864), conhecido popularmente como boto-cinza, a espécie é considerada sentinela, pois desempenha papel crucial como bioindicador devido à sensibilidade às mudanças ambientais e estar em alto nível trófico, sendo sua presença importante para o monitoramento e conservação dos ecossistemas costeiros (Schiavetti *et al.*, 2020).

O boto-cinza ocorre ao longo da costa atlântica tropical e subtropical da América Central e do Sul, estendendo-se desde Honduras (Flores *et al.*, 2018; Silva e Best, 1996) até as águas da Baía Norte, no estado de Santa Catarina, no sul do Brasil (Simões-Lopes, 1988), onde sua distribuição é geralmente contínua. Há registros isolados da espécie até cerca de 70 km de distância da costa brasileira (Arquipélago de Abrolhos) (Rossi-Santos *et al.*, 2006). Pode formar desde pequenos grupos com 10 indivíduos até centenas de animais, especialmente em áreas mais rasas e costeiras, como estuários e baías (Silva *et al.*, 2010). Geralmente, o registro de sua ocorrência é proveniente de encalhes de espécimes mortos ou avistagens no habitat natural (Azevedo e Domit, 2020).

A espécie apresenta uma nadadeira dorsal com base larga e levemente triangular, um melão arredondado que não apresenta um vinco distinto separando-o do rostro e uma coloração acinzentada na superfície dorsal, que se gradua para um cinza claro, geralmente com um tom rosado, na região ventral (Flores e da Silva, 2009) (Figura 1).

Figura 1 - Grupo de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) exibindo algumas características morfológicas da espécie.



Fonte: Heideger Nascimento/Acervo Aquasis.

Sua dieta compreende peixes demersais e pelágicos, lulas de hábitos neríticos e estuarinos e crustáceos, sendo composta por itens alimentares de diversos tamanhos, capturados em diferentes profundidades (Borobia e Barros, 1989; Gurjão *et al.*, 2003; Campos, 2012). Portanto, isto indica que é uma espécie oportunística e generalista. A longevidade é estimada em 30 anos (Di Benedito e Ramos, 2004; Rosas *et al.*, 2010). Os machos atingem a maturidade sexual aos 7 anos de vida, entre 170 e 175 cm de comprimento, enquanto as fêmeas alcançam entre os 5 e 8 anos, com comprimentos entre 164 e 169 cm. O ciclo reprodutivo é estimado em 2 anos, com tempo de gestação de cerca de 12 meses, quando o filhote nasce com cerca de 92,2 cm. As fêmeas com mais de 25 anos de idade podem apresentar ovários senescentes (Rosas e Monteiro-Filho, 2002; Rosas *et al.*, 2010).

Estudos relacionados à dinâmica das populações de *S. guianensis*, encontradas ao longo da costa brasileira, fornecem informações sobre tamanho e estrutura populacional, distribuição geográfica, padrões de movimentação diários e sazonais, bem como suas correlações com fatores bióticos e abióticos (Lodi, 2003; Daura-Jorge *et al.*, 2005; Azevedo *et al.*, 2005; Araújo *et al.*, 2007; Flach *et al.*, 2008; Meirelles *et al.*, 2020; Meirelles *et al.*, 2022). Porém estimativas de parâmetros biológicos ainda são insuficientes, considerando a sua área de ocorrência em quase todo o litoral brasileiro.

As populações de *Sotalia guianensis* que habitam regiões costeiras densamente povoadas, com alto fluxo turístico, ou áreas costeiras com intensa atividade industrial e portuária, estão mais vulneráveis a severos declínios populacionais, devido à degradação e/ou perda de habitat. A presença humana e as atividades antropogênicas, podem gerar efeitos cumulativos sinérgicos ou antagônicos, como ruído, poluição química, eutrofização e aumento na demanda por oxigênio, que aumentam o risco para a espécie (Crespo *et al.*, 2010, Santos *et al.*, 2010).

Atualmente, em escala global, o status de conservação de *Sotalia guianensis*, definido pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), é "quase ameaçada" (Near Threatened - NT) (Secchi *et al.*, 2018). No Brasil, a espécie está incluída na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção, sendo categorizada como "Vulnerável" (VU) (ICMBio, 2018). No Estado do Ceará, seu status foi recentemente designado como "Em perigo" (EN) (Ceará, 2022).

No Ceará, *S. guianensis* ocorre ao longo de todo o litoral, e na capital Fortaleza, onde a espécie é formalmente declarada Patrimônio Natural do Município (Lei Municipal nº 9.949/2012), é avistado em habitats impactados pela severa urbanização, em isóbatas inferiores a 50 metros. Talvez por isso seja a espécie com o maior número de encalhes no Estado, estando mais concentrados na Região Metropolitana de Fortaleza e majoritariamente relacionados à captura acidental em rede de pesca (Meirelles *et al.*, 2010; Monteiro-Neto *et al.*, 2000).

Além da interação negativa com artefatos de pesca na região, outros impactos potencialmente danosos à espécie são preocupantes para a preservação, como a exposição às altas concentrações de compostos organoclorados em tecidos e gordura (Santos-Neto *et al.*, 2014), a poluição sonora, as doenças infecciosas e parasitárias oriundas, muitas vezes, da contaminação por efluentes e a ingestão de microplásticos (Pereira *et al.*, 2023).

Estimativas de parâmetros vitais essenciais da espécie, como taxa reprodutiva, intervalo entre partos, estrutura social e padrões de movimentação podem ser obtidas por meio de estudos de fotoidentificação, principalmente quando essas imagens estão disponíveis em catálogos (Santos e Rosso, 2008), o que possibilita uma contínua atualização dos dados. Essa ferramenta permite avaliar patologias dérmicas e condições físicas dos golfinhos (Van Bresseem *et al.*, 2009a e 2009b). Ao avaliar a aparência da pele, pode-se inferir sobre uma possível etiologia específica (Maldini *et al.*, 2010), sugerindo um ambiente marinho comprometido (Van Bresseem *et al.*, 2009a). Apesar da poluição, degradação do habitat e pressão antrópica, os botos-cinza na Baía de Guanabara demonstram uma

resiliência da espécie, a qual é atribuída à adaptabilidade comportamental e à disponibilidade de alimentos. Embora afetados e com uma população reduzida (Azevedo et al., 2017), os botos ainda persistem na região. A situação destaca a necessidade de conservação contínua e monitoramento, com medidas eficazes de mitigação para reduzir impactos humanos e melhorar as condições ambientais.

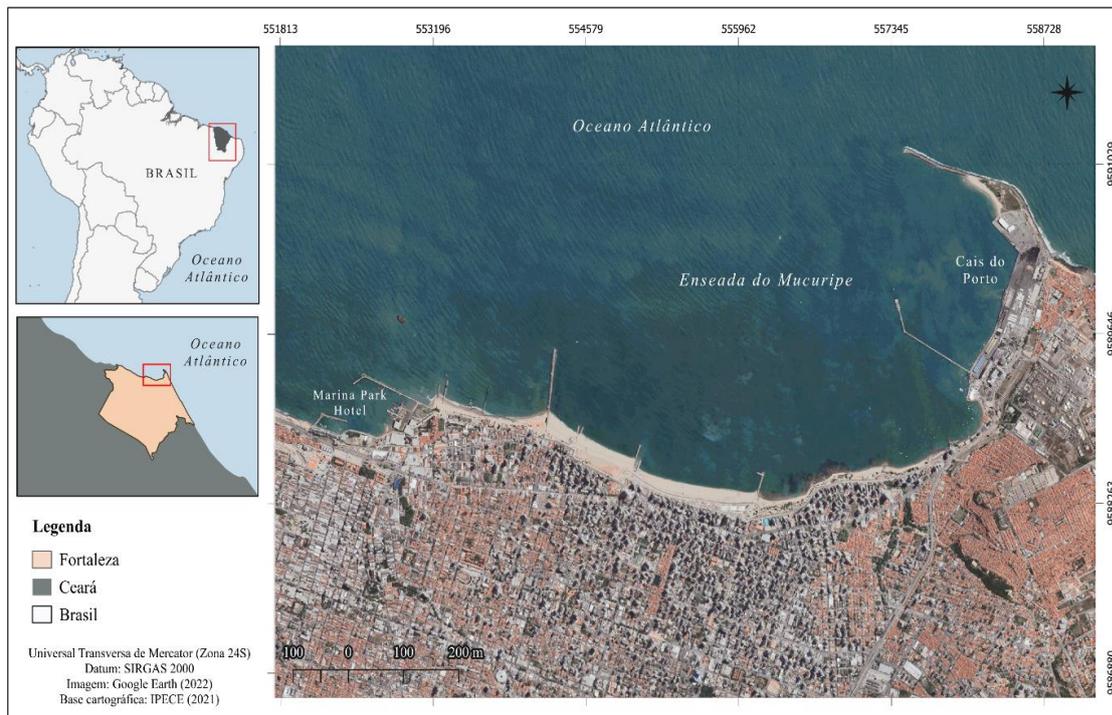
Os últimos dados ecológicos e populacionais obtidos para *S. guianensis* em Fortaleza datam de 2011, quando os autores concluíram que se tratava de uma das menores populações da espécie no Brasil, em torno de 40 indivíduos (Meirelles *et al.*, 2022). Neste sentido, é necessário compreender quais fatores contribuem para a variação na abundância dessa população, especialmente para as espécies de cetáceos ameaçadas de extinção que habitam áreas susceptíveis aos impactos das atividades humanas, assim possibilitando a implementação de estratégias eficazes de preservação.

Isto posto, uma nova estimativa do tamanho da população de boto-cinza que habita a Enseada do Mucuripe, será apresentada utilizando modelo de marcação-recaptura, a partir de dados adquiridos entre 2019 e 2022 (Capítulo 1). O conhecimento sobre o tamanho desta população permitirá comparar tendências populacionais futuras. Combinadas com informações de grau de residência, taxas de natalidade e mortalidade dos animais na região, essas informações terão importante aplicação no direcionamento e implementação de estratégias eficazes de manejo e conservação. O capítulo 2 aborda a condição de saúde desses animais por meio de fotografias (Capítulo 3).

1.2 Área de estudo

A enseada do Mucuripe (3°43'1.66"S, 38°29'41.71"O) localiza-se em Fortaleza, Capital do Ceará, região semiárida do Nordeste do Brasil e apresenta uma morfologia praial semi-protegida. Encontra-se na porção mais a oeste da região central, correspondendo à área de influência direta do Porto do Mucuripe (Figura 2 e 3).

Figura 2 - Área de estudo do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Enseada do Mucuripe, de outubro de 2019 a dezembro de 2022. Trecho do Marina Park Hotel (oeste) ao Porto do Mucuripe (leste).



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 3 - Vista aérea da Enseada do Mucuripe, na cidade de Fortaleza/Ce, Brasil. Instalação portuária abaixo e trecho do Marina Park Hotel ao fundo, limites da área de estudo do boto-cinza (*Sotalia guianensis*).



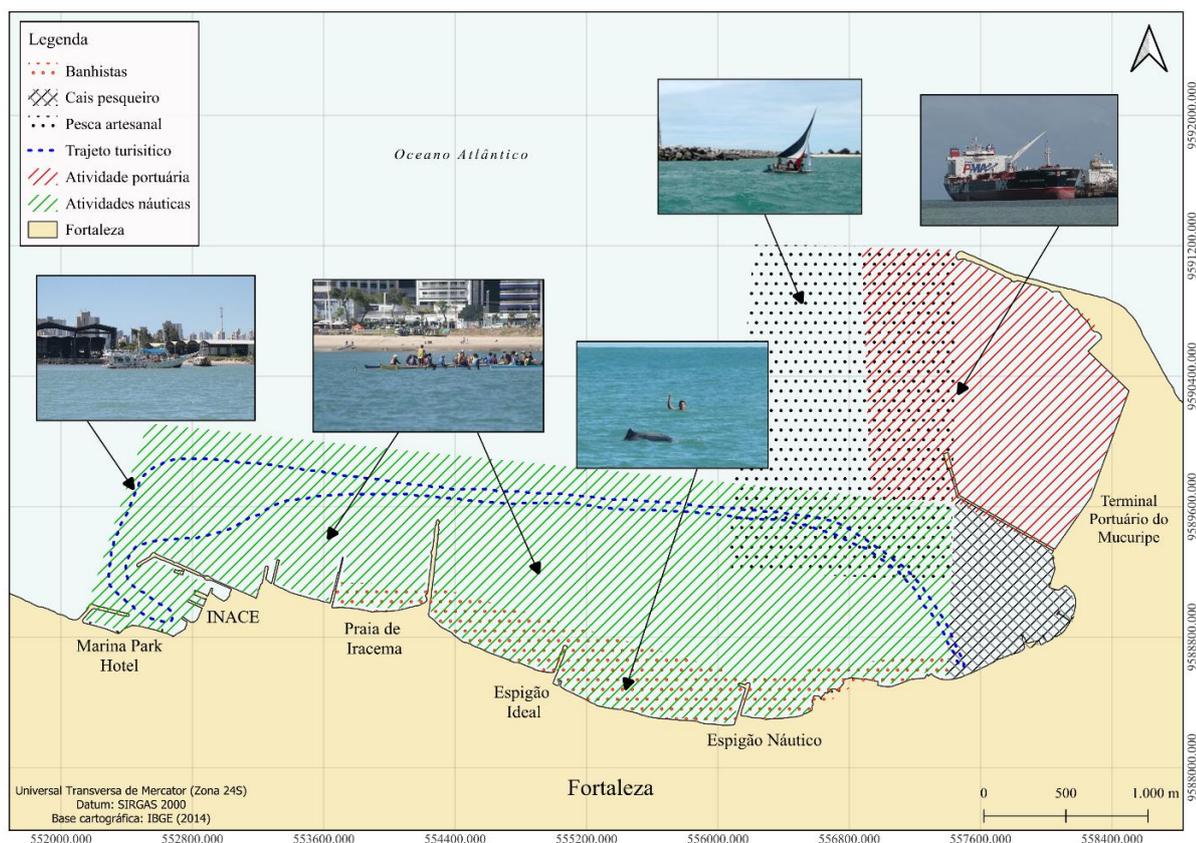
Foto: <https://www.skyscrapercity.com/threads/ce-porto-do-mucuripe-fortaleza>.

O litoral de Fortaleza possui um clima Tropical Quente Subúmido com duas estações distintas: uma chuvosa, concentrada em quatro meses, e uma seca, que domina mais

de 60% do ano. A média pluviométrica anual é de 1.405 mm, com 90% da chuva ocorrendo no primeiro semestre. As temperaturas são elevadas, com uma média anual de 26,9°C e variações de até 5°C. Os ventos são sazonais, com médias de 3,0 m/s no verão e 4,3 m/s no inverno. O ambiente de marés apresenta amplitudes variando entre 2 m e 4 m com regime semidiurno (Paula et al., 2015). Em estudo de mapeamento de habitats marinhos da plataforma continental interna da Praia de Iracema, Pinheiro *et al.* (2019) consideraram a morfologia da região heterogênea devido à presença de recifes submersos, que geralmente se distribuem nas áreas planas formadas por substratos arenosos, no qual a biodiversidade foi observada pela presença de representantes dos filos Echinodermata, Mollusca, Porifera e Annelida.

A região é intensamente utilizada, onde algumas atividades são antropogênicas. Partindo do porto do Mucuripe, registra-se o tráfego de grandes, médias e pequenas embarcações motorizadas e à vela, pesca artesanal, atividades náuticas de lazer (e.g. caiaque, canoagem, *stand up paddle*, grupos de nadadores e banhistas) e ainda estruturas e intervenções que interferem na dinâmica costeira que são os espigões e as engordas de praia (Figura 4). Ainda podem ser observados 15 espigões ao longo da costa, quatro quebra-mares, três píeres, a Indústria Naval do Ceará (INACE) e o Porto de Fortaleza/Porto do Mucuripe (terminal de cargas e terminal marítimo de passageiros), com canal de acesso de 3.500 metros de comprimento, 160 metros de largura e 14 metros de profundidade e temperatura da água variando de 27°C a 29°C (Companhia Docas do Ceará, 2024).

Figura 4 - Indicação de atividades humanas na região da Enseada do Mucuripe, Fortaleza/Ce.



Fonte: Elaborado pela autora.

Diversas intervenções foram executadas no local, como a construção do Terminal de Passageiros do Porto do Mucuripe (2012-2015), do espigão da Av. Desembargador Moreira (2013-2016) e engorda da faixa de areia (2019-2021).

Com o objetivo de identificar possíveis alterações nas áreas de preferência dos golfinhos devido às intervenções ocorridas na região nos últimos anos, e considerando a dinâmica costeira que influencia no transporte natural de sedimentos, foi realizado o monitoramento de toda a área estudada por Meirelles (2013), que se estende desde a área abrigada do Marina Park Hotel ($3^{\circ}43'5.15''S/38^{\circ}31'47.46''W$) até a área do Porto do Mucuripe ($3^{\circ}41'57.15''S/38^{\circ}28'57.90''W$). Nesta região, existem registros históricos sobre a distribuição e uso de áreas pelos golfinhos, bem como informações sobre sua ecologia populacional e comportamental, permitindo comparação com estudos futuros (Meirelles, 2013, Meirelles et al., 2020, Meirelles et al., 2022).

Assim, considerando o uso de fotografias, esta pesquisa avalia se a população de boto cinza residente em uma região antropizada tem diminuído ao longo dos anos, bem como se os espécimes estão saudáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Atualizar a estimativa de abundância populacional e o estado de saúde dos botos-cinza (*Sotalia guianensis*) com área de vida na região costeira de Fortaleza, capital do Estado do Ceará.

2.2 Específicos

- Identificar o tamanho populacional dos botos-cinza com base na metodologia de marcação-recaptura;
- Avaliar o estado de saúde dos animais em uma região densamente urbanizada, com base em análises qualitativas de fotoidentificação.

CAPÍTULO I – EM UM HABITAT ANTROPIZADO, COMO O TAMANHO POPULACIONAL DO BOTO-CINZA *Sotalia guianensis* (VAN BENEDEEN, 1864) TEM VARIADO EM UM HIATO DE 10 ANOS?

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento humano nas áreas costeiras do Brasil tem sido caracterizado por um crescimento descontrolado, com planejamento limitado ou inexistente para o uso sustentável (Azevedo *et al.*, 2017). As regiões costeiras densamente povoadas, com alto fluxo turístico ou intensa atividade industrial e portuária, tornam as espécies aquáticas e marinhas mais vulneráveis a severos declínios populacionais.

Dentre os principais bioindicadores da saúde dos oceanos, os cetáceos são considerados espécies guarda-chuva por ocuparem o topo da cadeia alimentar e indicarem as condições dos ecossistemas marinhos (Neves *et al.*, 2023). O impacto antropogênico, especialmente em estuários e baías, tem aumentado ao longo das últimas décadas, o que pode estar levando à diminuição de populações locais de golfinhos devido à degradação e perda de habitat (Azevedo *et al.*, 2017). Nas águas costeiras do Brasil, essas ameaças afetam direta e indiretamente o *Sotalia guianensis*, também conhecido como boto-cinza, que ocorre ao longo da costa atlântica tropical e subtropical da América Central e do Sul, estendendo-se desde Honduras (Flores *et al.*, 2018; Silva e Best, 1996) até as águas da Baía Norte, no estado de Santa Catarina, no sul do Brasil (Simões-Lopes, 1988), onde sua distribuição é geralmente contínua.

No Ceará, nordeste do Brasil, ocorre ao longo de todo o litoral e na capital Fortaleza a espécie é formalmente declarada Patrimônio Natural do Município (Lei Municipal nº 9.949/2012), onde é avistada em habitats impactados pela severa urbanização. A maior ocorrência de encalhes está concentrada na Região Metropolitana de Fortaleza, sendo majoritariamente relacionada à captura acidental em rede de pesca (Meirelles *et al.*, 2010; Monteiro-Neto *et al.*, 2000). Além da interação negativa com artefatos de pesca, outros impactos potencialmente danosos à espécie são preocupantes para a sua preservação, como a exposição às altas concentrações de compostos organoclorados em tecidos e gordura (Monteiro-Neto *et al.*, 2003; Santos-Neto *et al.*, 2014) e a ingestão de microplásticos (Pereira *et al.*, 2023), resultados de pesquisas com tecidos e conteúdo estomacal de indivíduos encalhados no Ceará.

Devido à sua posição como predador, hábitos costeiros e tamanho reduzido, o *S. guianensis* pode ser classificado em uma categoria de alto risco, sujeito aos efeitos de contaminantes. A contaminação por metais pesados no Ceará sugere que os efluentes

industriais podem estar alcançando rios, estuários e, eventualmente, as águas marinhas costeiras (Monteiro-Neto *et al.*, 2003).

Atualmente, em escala global, o status de conservação de *Sotalia guianensis*, definido pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), é "quase ameaçada" (Near Threatened - NT) (Secchi *et al.*, 2018). No Brasil, a espécie está incluída na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção, sendo categorizada como "Vulnerável" (VU) (ICMBio, 2018). No Estado do Ceará, seu status foi recentemente designado como "Em perigo" (EN) (Ceará, 2022).

Os estudos pioneiros sobre *Sotalia guianensis* surgiram na década de 60, com informações sobre morfologia externa, descrições osteológicas e ecologia alimentar de indivíduos encontrados na Baía de Santos e no estuário de Cananéia, no litoral de São Paulo (Meirelles, 2020). Outros estudos foram desenvolvidos e publicados sobre a espécie, mas apenas a partir das décadas de 80 e 90 (Borobia *et al.*, 1991; Simões-Lopes, 1988), quando também foram iniciadas pesquisas com a espécie no Ceará (Oliveira *et al.*, 1995).

Apesar de mais de três décadas de investigações dedicadas às populações de boto-cinza no Brasil, registram-se lacunas de conhecimento sobre a história natural da espécie, especialmente quanto à dinâmica das populações, ecologia, padrões de residência, habitat e interações sociais (Cantor *et al.*, 2012). Ressalta-se que o sucesso no manejo com populações de mamíferos depende de dados de densidade, porém tem-se o desafio de contar o número de indivíduos de tamanho reduzido, sem dimorfismo sexual e comportamento tímido em relação à proximidade de embarcações em seu ambiente natural. Determinar sua abundância tem sido objeto de várias pesquisas, com o refinamento de protocolos de amostragem em campo, análises e técnicas que contribuem para mitigar erros e vieses amostrais.

Atualmente existem metodologias disponíveis para estimar o tamanho de populações de cetáceos e monitorar as variações ao longo do tempo. As principais técnicas, e mais utilizadas, são as amostragens à distância "*distance sample*", por meio de transectos lineares ou pontuais, contagens em quadrantes e marcação-recaptura (Hammond *et al.* 2021; White *et al.*, 1982). Portanto, a escolha do método deve considerar fatores como mobilidade e distribuição dos animais, fatores econômicos (e.g. equipamentos e equipe) e estatísticos (desenho e tamanho da amostra).

Para estimar o tamanho de uma população no ambiente natural usando modelos marcação-recaptura, a população estudada deve ser definida como aberta ou fechada. Conforme White e colaboradores (1982), o fechamento geográfico delimita a população

espacialmente; e o fechamento demográfico, que significa invariabilidade ao longo do período de estudo, ou seja, sem ocorrência de nascimento, morte, imigração ou emigração. Para uma maior abrangência, o fechamento é definido como a ausência de alterações não identificadas na população inicial. Na prática, isto implica que perdas conhecidas, tais como mortes naturais não desrespeitam a definição de fechamento. Ainda afirmam que para garantir o pressuposto de uma população fechada demograficamente basta amostrar por um período curto para a amostragem. No caso dos longevos cetáceos, é possível planejar o estudo de forma que se possa assumir esse fechamento populacional. Além do fechamento populacional, seguem os outros pressupostos: a) os animais não perdem suas marcas durante o estudo e b) todas as marcas são registradas e reconhecíveis durante o período de estudo.

Os métodos mais utilizados para a estimativa de densidade e tamanho populacional de cetáceos é o de marcação-recaptura (Hammond, 1986), empregado pela técnica de fotoidentificação para distinguir os animais. As análises de marcação e recaptura partem do pressuposto de que um animal marcado será facilmente reconhecido ao ser recapturado, porém, essa premissa pode ser comprometida caso sejam utilizadas fotografias de baixa qualidade ou marcações ambíguas para identificar os indivíduos (Wilson *et al.*, 1999). Uma alternativa é o uso de características permanentes, como marcas e padrões naturais da pele (Würsig e Jefferson 1990; Hammond et al, 2000), que exclui a possibilidade de falsos resultados. Diante do cumprimento das suposições, os modelos de estimativa se diferenciam pela forma com que tratam as probabilidades de captura dos indivíduos. Para a maioria das espécies de delfinídeos, as características predominantes de identificação dos indivíduos incluem a forma da borda da nadadeira dorsal e marcas, como cortes e entalhes (Würsig e Jefferson, 1990), essas imagens organizadas em forma de catálogos possibilitam uma contínua atualização dos dados.

Alguns estudos já provaram a eficiência da técnica de fotoidentificação para o boto-cinza (*Sotalia guianensis*), possibilitando obter estimativas populacionais, dados de residência e fidelidade de área (Simão *et al.*, 2000; Rossi-Santos *et al.*, 2007; Meirelles *et al.*, 2022). A espécie tem ampla distribuição na costa brasileira (Simões-Lopes, 1988; Flores *et al.*, 2018; Silva e Best, 1996), sendo o cetáceo mais comum na maior parte da zona costeira, desempenhando papel importante no fluxo de energia e contribuindo com a manutenção da diversidade e abundância de espécies nos ecossistemas costeiros marinhos (Schiavetti *et al.*, 2020). Pode formar grupos de 10 indivíduos até centenas de animais, especialmente em áreas rasas e costeiras, como estuários e baías (Silva *et al.*, 2010).

Pesquisas relacionadas à dinâmica das populações brasileiras de boto-cinza

fornece informações sobre tamanho e estrutura populacional, distribuição geográfica, padrões de movimentação diários e sazonais, bem como suas correlações com fatores bióticos e abióticos (Lodi, 2003; Daura-Jorge *et al.*, 2005; Azevedo *et al.*, 2005; Araújo *et al.*, 2007; Flach *et al.*, 2008; Meirelles *et al.*, 2020; Meirelles *et al.*, 2022). Os dados populacionais mais recentes do boto-cinza em Fortaleza, coletados de 2009 a 2011, estimaram uma população de aproximadamente 40 indivíduos por meio do método de marcação-recaptura (Meirelles *et al.*, 2022).

Utilizando esse método, esta pesquisa buscou atualizar a estimativa populacional do boto-cinza, com dados obtidos ao longo de três anos, quando espera-se registrar uma redução, devido ao incremento dos impactos antropogênicos.

Considerando os ambientes impactados por atividades humanas que populações de *Sotalia guianensis* habitam, compreender a dinâmica populacional da espécie é fundamental para a sua conservação.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A enseada do Mucuripe foi descrita na Introdução geral. A área apresenta uma morfologia praial semi-protégida e é intensamente utilizada, onde algumas atividades são antropogênicas, como atividade portuária, indústria naval e tráfego de pequenas, médias e grandes embarcações.

As águas da enseada do Mucuripe têm registros de poluição provenientes do manuseio de derivados de petróleo e da atividade pesqueira industrial e baixa concentração de carbono orgânico nos sedimentos, comprovando a diminuição de recursos biológicos, sugerido por um processo contínuo de poluição (Vasconcelos e Melo, 1996).

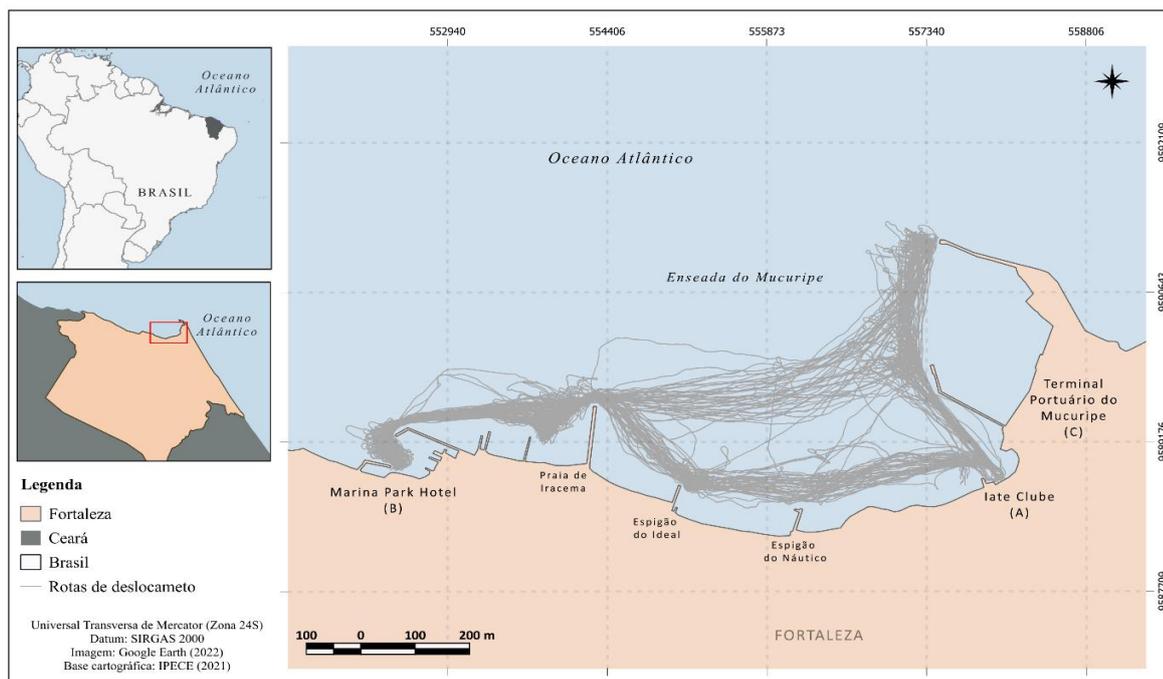
2.2 Coleta de dados

No período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, concomitante a uma atividade de dragagem e engorda de praia em um trecho da enseada do Mucuripe, foram realizados embarques, objetivando atualizar o tamanho da população de boto-cinza na região. Para tanto, foi aplicada a metodologia de marcação e recaptura, onde era realizado o fotográfico da nadadeira dorsal de cada espécime (Würsig e Jefferson 1990; Hammond *et al.*, 2000).

As amostragens contemplaram as estações seca e chuvosa, mas por questões meteorológicas e logísticas, o esforço amostral não foi uniforme nos dois períodos. Assim,

19 embarques ocorreram no período chuvoso e 29 na estação seca, totalizando 48 expedições. Em cada amostragem, a embarcação realizava percursos lineares paralelos à costa, entre as áreas A (Iate Clube), B (Marina Park Hotel) e C (Terminal Portuário do Mucuripe), indicadas na Figura 5.

Figura 5 – Enseada do Mucuripe, área de estudo, no litoral de Fortaleza/Ce, Brasil, com as rotas percorridas (em cinza) em 48 amostragens, no período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, para o monitoramento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*).



Fonte: Elaborado pela autora.

As expedições ocorreram durante o período matutino, com quatro horas de duração (8-12h), a uma velocidade média de 5km/h, em uma lancha fishing 265, com 02 motores de popa 150hp. A cada avistagem, a embarcação parava para garantir a qualidade do registro fotográfico. A equipe foi composta por, no mínimo, três pesquisadores para a coleta de dados de fotoidentificação (observador-fotógrafo) e variáveis ambientais (observador-anotador) (Figura 6).

Figura 6 - Embarcação utilizada (A) com a equipe de pesquisadores, evidenciando o fotógrafo-observador, o observador-anotador (B), durante o monitoramento do boto-cinza em Fortaleza-Ce.



Fonte: Acervo Aquasis.

As observações visuais foram realizadas a olho nu, e confirmadas com auxílio de binóculos COMET 8x42. Para a fotoidentificação dos espécimes, foi utilizada uma câmera DSLR Canon 80D, com lente 70-300mm IS ou lente 100-400m L IS. O trajeto da embarcação e a posição dos pontos de avistagem dos botos-cinza foram armazenados por meio do equipamento de Sistema de Posicionamento Global (GPS) Etrex10 GARMIN.

Ao avistar um grupo de botos, os comportamentos observados nos grupos foram anotados a cada cinco minutos, de acordo com o modo *ad libitum* (Altmann, 1974). Os registros fotográficos foram feitos independentemente de marcas visíveis nos espécimes. Dados sobre esforço de observação, local de avistagens, quantidade de indivíduos, comportamentos e estrutura populacional, além de variáveis temporais, foram anotados em fichas padronizadas. Para minimizar o impacto da embarcação, o tempo de observação foi limitado a 1 hora. (Meirelles, 2013). A identificação dos indivíduos foi baseada nas marcas permanentes observadas na borda da nadadeira dorsal, técnica reconhecida e aplicada em cetáceos, incluindo o boto-cinza (Würsig e Jefferson, 1990; Meirelles *et al.*, 2022).

As fotografias foram analisadas por meio do software *Adobe Lightroom*, a partir do qual foi criado um catálogo de identificação. Os critérios estabelecidos para a análise da qualidade das fotografias levaram em consideração tanto os indivíduos “marcados” como os indivíduos “não marcados”. Aplicando-se os princípios da fotoidentificação, as imagens que apresentavam a nadadeira dorsal inteira claramente exposta, com nitidez, foram selecionadas para análise, considerando a capacidade de distinguir indivíduos e a possibilidade de identificá-los novamente ao longo do tempo, a fim de realizar a identificação individual dos animais (Würsig e Jefferson, 1990; Meirelles, 2013; Meirelles *et al.*, 2022). Essas marcas

são representadas por cortes, entalhes ou qualquer outro tipo de deformidade que altere o perfil da nadadeira dorsal do animal. Marcas temporárias como arranhões não foram incluídas nessa análise.

Após cada expedição, as fotografias de boa qualidade eram comparadas com os registros de animais anteriormente catalogados (Meirelles, 2013; Meirelles *et al.*, 2022). Caso a identificação fosse confirmada entre uma nova imagem e uma imagem do catálogo anterior, a foto mais atual substituía a original. Não havendo compatibilidade com as fotos existentes no catálogo, essa imagem era adicionada como uma nova captura.

Um histórico de capturas e recapturas dos animais identificados individualmente foi construído por meio de uma matriz, na qual as linhas representaram a captura de cada animal e as colunas representaram a captura em cada ocasião. Se o indivíduo estivesse presente era identificado pelo número “1”, e se estivesse ausente, pelo número “0”. A partir desse histórico de capturas fez-se a análise dos modelos adequados para a estimativa populacional.

Para identificar a área de uso dos botos foi utilizado o método Kernel de estimativa de densidade (KDE) baseado em um conjunto de pontos indicados, neste caso os pontos independentes de todas as avistagens de botos-cinza em campo (Nery, 2008; Meirelles *et al.*, 2022). Para esta análise, foi utilizada a ferramenta “Kernel Density” do Software QGIS. A ferramenta utiliza o método Kernel quadrático. Para definir a largura da banda (h) foi utilizada a regra descrita por Kie (2013), selecionando o menor valor “ h ” no qual não houve fragmentação da área de uso dos animais, ou seja, da área com percentual de distribuição de utilização de 95 (95 UD), obtendo-se conectividade na área de uso. Para determinação das áreas de uso (95 UD) e das áreas preferenciais (50 UD), foram extraídos os valores de densidade de Kernel associados a cada ponto de avistagem utilizando a ferramenta “Extract Values to Point”. Na tabela de atributos do arquivo criado, foi então verificado o valor de densidade limite correspondente a 50% e a 95% das localizações as quais estavam associados maiores valores de densidade. Estes valores foram utilizados para reclassificar a estimativa de densidade Kernel criada, utilizando-se a ferramenta “Reclassify”. O arquivo criado foi então transformado em polígono através da ferramenta “Raster to Polygon”, e as áreas terrestres, espigões e píers excluídos utilizando-se a ferramenta “Eraser”.

A amostra utilizada neste estudo consiste em dados observacionais realizados em uma região geográfica específica, abrangendo múltiplas variáveis temporais, incluindo estações, meses, fases da lua e níveis de maré. A normalidade dos dados de tamanho de

grupo foi avaliada individualmente para cada variável utilizando o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Este procedimento determina se os dados seguem uma distribuição normal.

Com base nos resultados dos testes de normalidade, foram realizadas análises estatísticas para avaliar as diferenças no tamanho de grupo de *Sotalia guianensis* em relação às variáveis de interesse. Para os dados que atenderam aos pressupostos de normalidade, uma análise de variância (ANOVA) também foi realizada. Em casos de diferenças significativas nos testes de Kruskal-Wallis, foi empregado o teste post-hoc de Dunn para identificar quais grupos específicos apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Para a implementação desses testes foi utilizado o pacote "*dunn.test*" no R. Quando identificadas diferenças significativas nas análises de variância, um teste post-hoc de Tukey foi realizado para identificar quais grupos específicos apresentaram diferenças estatisticamente significantes em relação ao tamanho do grupo. Essa análise foi realizada exclusivamente nos dados que cumpriram os critérios de normalidade.

Todas as análises estatísticas foram executadas no ambiente de programação RStudio (versão 4.1.3), utilizando os pacotes estatísticos padrão "*stats*" para as análises de ANOVA e teste post-hoc de Tukey, o pacote "*PMCMRplus*" para o teste de Kruskal-Wallis, e o pacote "*dunn.test*" para o teste post-hoc de Dunn.

Para verificar se a população de botos na região é fechada, foi realizado o teste de fechamento de Otis (Otis *et al.*, 1978) utilizando-se o Software CloseTest (USGS; Stanley e Richards, 2011). Além disso, foram construídas curvas de acumulação utilizando-se o método de curva de rarefação através do Software EstimateS versão 9.1 (Cowell, 2009), com 1.000 randomizações.

Após comprovação de que a população é fechada, foram gerados os modelos de Otis *et al.*, (1978) utilizando-se o Software *Capture*, disponível no Programa MARK. Tal procedimento foi utilizada para estimar a abundância, baseando-se nos animais marcados na população (N). O Software *Capture* atribui a cada modelo um critério de valor em uma escala de zero e um. Assim, quanto mais próximo de 1,00 ($\geq 0,75$) mais adequado é o modelo.

Os modelos de Otis consideram três fontes de variação, a saber: (i) probabilidades de captura diferenciada entre indivíduos (e.g. sexo, idade, dominância social, uso de habitat); (ii) Resposta comportamental ou "*trap response*" (relacionada à probabilidade de um animal ser capturado mais de uma vez); (iii) Variação temporal (e.g. condições climáticas).

Para estimar o tamanho da população ou abundância total área de estudo (Nt), a abundância estimada de indivíduos marcados (N) foi corrigida de acordo com a proporção

de animais identificáveis (marcados) na população (θ) (Wilson *et al.*, 1999). O coeficiente de variação (CV) da abundância total foi calculado utilizando-se o Método Delta (Seber, 1982) (Equação 1), na qual $n\theta$ é o número de grupos utilizados para estimar θ .

$$Var(Nt) = Nt^2 * \left(\left(\frac{VarN}{n^2} \right) + \left(\frac{1-\theta}{n\theta} \right) \right) \quad (1)$$

O método clássico de Wald para o cálculo do intervalo de confiança utilizado pelo *Capture* foi substituído por aquele aplicado por Chao *et al.* (1989), utilizando-se as equações 2,3 e 4.

$$M_{t+1} \left(\frac{f0}{C} \right) \cdot M_{t+1} + (f0 * C) \quad (2)$$

Onde:

M_{t+1} é o número de animais identificados

$$f0 = N - M_{t+1} \quad (3)$$

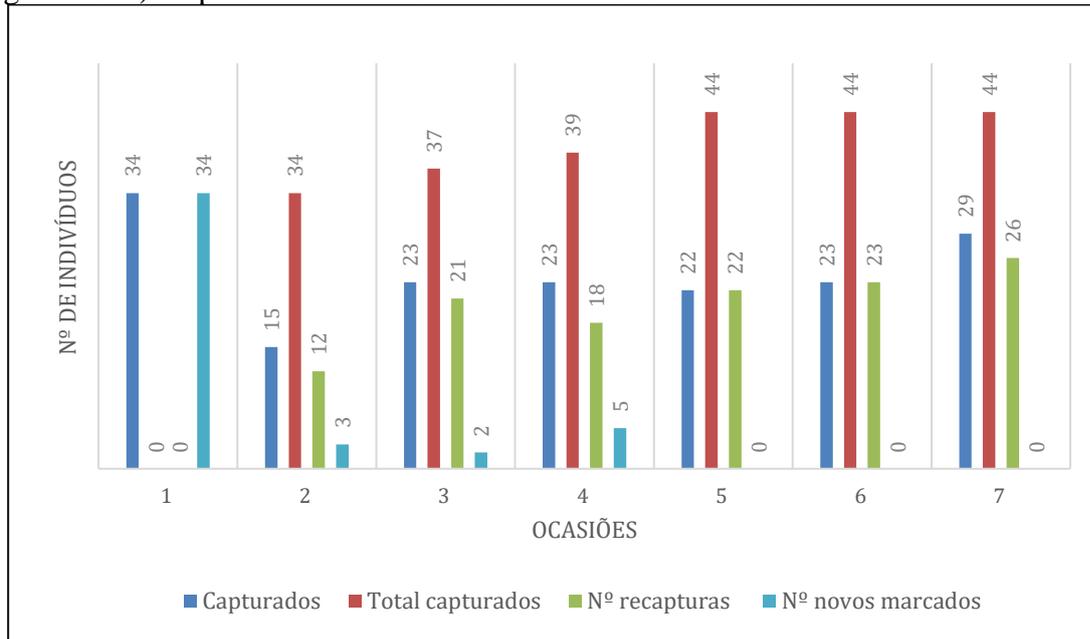
$$C = \exp \left(1.96 * \left(\ln \left(1 + \frac{var(N)}{f0^2} \right) \right)^{\frac{1}{2}} \right) \quad (4)$$

3 RESULTADOS

Foram realizadas 48 amostragens/expedições, totalizando 896,50 quilômetros percorridos e 189 horas de observações (esforço amostral). Dentre essas, os botos foram registrados em 46 (95,83% das amostragens), totalizando 144 avistagens, equivalente a 59 horas e 46 minutos de esforço efetivo (31%). Nessas avistagens, nem sempre foi possível identificar todos os indivíduos de dado grupo, principalmente devido a um ângulo inadequado diferente de 90° no ato do registro e/ou ausência de marcas permanentes. Após análise de 7.539 fotografias, foram identificados 44 botos (Gráfico 1).

Frente aos dados amostrais, em 44 das 48 coletas de campo foram registradas fotoidentificações. O intervalo de 31 meses de coletas foi dividido em 7 ocasiões com esforços distintos (4 ocasiões de 4 meses e 3 ocasiões de 5 meses). A média de identificação de cada espécime foi $8,18 \pm 4,93$, variando entre um e 21. Cerca de oito espécimes tinham sido catalogados previamente. Dentre esses, um foi registrado na mesma área em 2004, sugerindo uma fidelidade de habitat de pelo menos 18 anos (Figuras 7, 8 e 9).

Gráfico 1 - Histórico de capturas por cada ocasião de indivíduos de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no período de outubro de 2019 a dezembro de 2022.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 7 - À esquerda, em 2004, o indivíduo atualmente identificado como #D5, fotografado na Praia de Iracema (Foto: Carolina Meirelles/Acervo Aquasis). À direita, o mesmo indivíduo fotografado em fevereiro de 2022, no Porto do Mucuripe.



Fonte: Cinthya Leite/ Acervo Aquasis.

Figura 8 – À esquerda, grupo de quatro botos-cinza (*Sotalia guianensis*), incluindo animais #A4, #C5 e um juvenil sem marcas, avistado em junho de 2020. À direita, um grupo com três indivíduos, incluindo #C5 e #A10, em agosto de 2021.



Fonte: Heideger Nascimento/Acervo Aquasis.

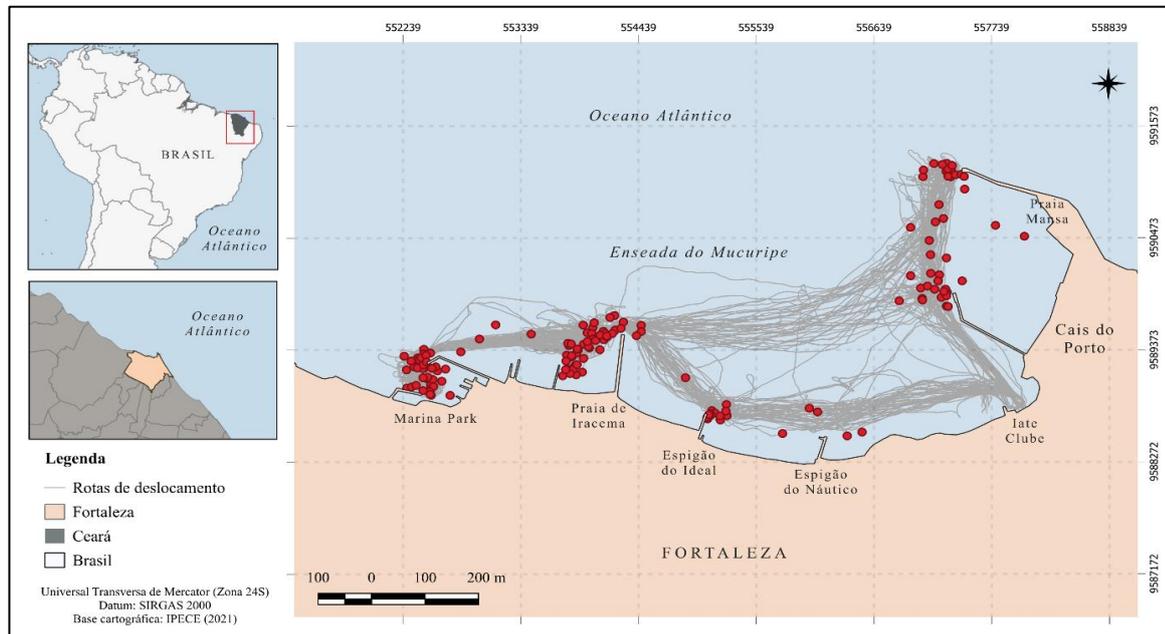
Figura 9 - À esquerda, animais #B2 e #B6, avistados com mais um indivíduo na Enseada do Mucuripe em 22 de dezembro de 2020. À direita, grupo de três botos-cinza registrado no dia 04 de outubro de 2019, incluindo os animais #C5 e #C13.



Fonte: Heideger Nascimento/Acervo Aquasis.

Embora as avistagens tenham ocorrido em quase toda a área de estudo, ressalta-se uma predominância em determinados locais, tais como nas proximidades dos espigões (Figura 10).

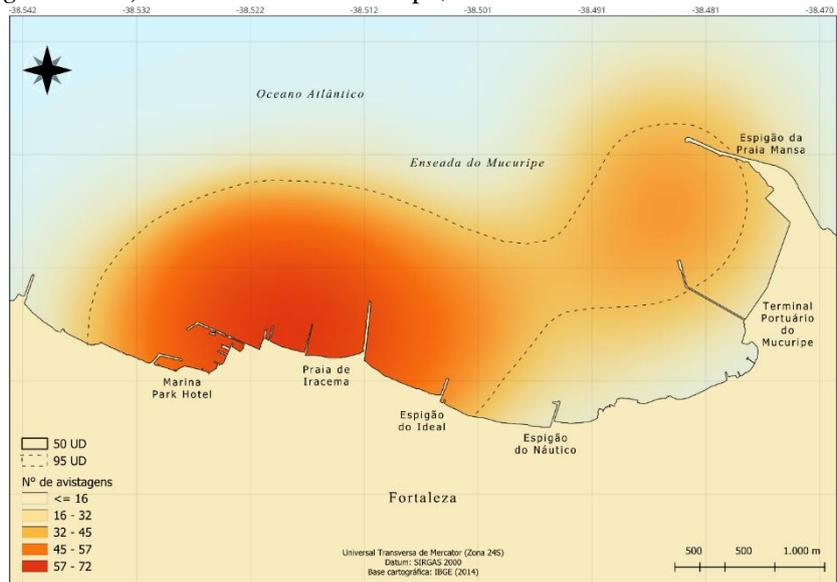
Figura 10 - Pontos em vermelho indicam as avistagens de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) registradas durante as expedições de monitoramento na Enseada do Mucuripe, no período de outubro de 2019 a dezembro de 2022.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na enseada do Mucuripe, a área de uso (95 UD) foi de 9,82 km², porém a preferencial (50 UD) foi de 2,00 km² (Figura 11), confirmando uma maior ocorrência e densidade de botos nas proximidades dos espigões. Nesse trecho, essas estruturas de contenção estão mais próximas e em maior número (Figura 11).

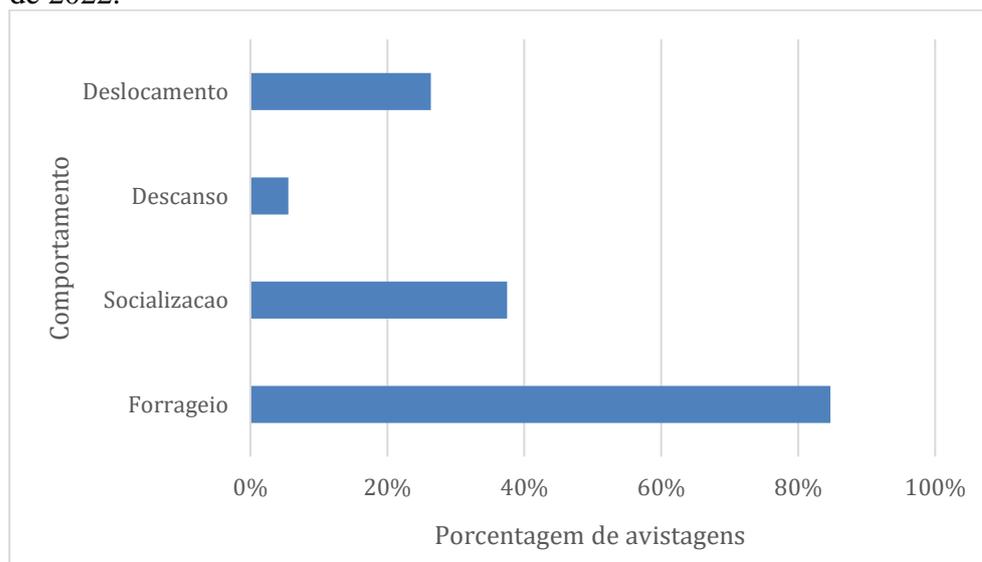
Figura 11 - Área de ocorrência preferencial dos botos-cinza (*Sotalia guianensis*) na Enseada do Mucuripe, Fortaleza/Ce.



Fonte: Elaborado pela autora.

No gráfico 2, estão quantificadas as ocorrências dos comportamentos de descanso, deslocamento, socialização e forrageio observados durante as amostragens. O comportamento de forrageio foi o mais frequentemente observado durante todo o período do estudo.

Gráfico 2 - Tipos de comportamentos de *S. guianensis* registrados na enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ce, durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022.



Fonte: Elaborado pela autora.

O comportamento de forrageio (Figura 12) foi o predominante, tendo sido observado em 85% das avistagens. O segundo comportamento mais observado foi de socialização (37%), seguidos de deslocamento (26%) e descanso (5%).

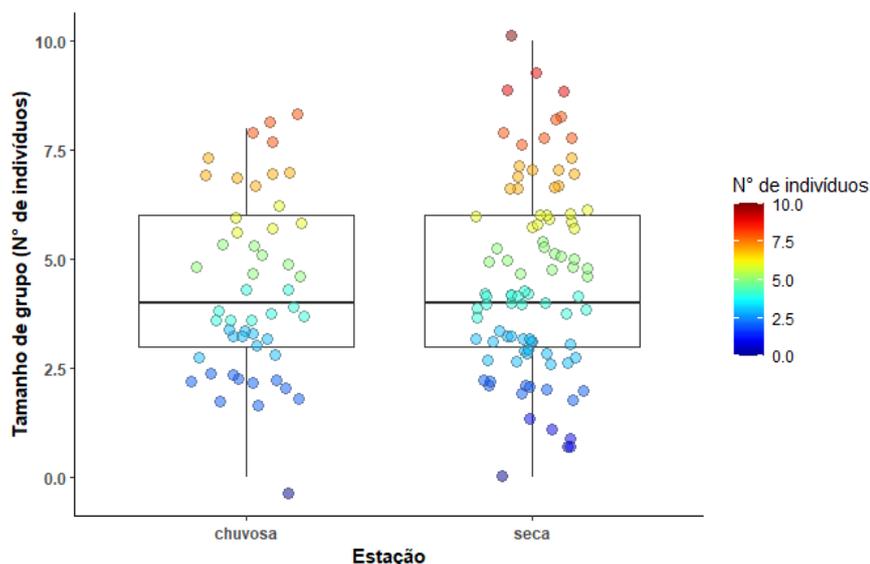
Figura 12 - Registros de comportamento de forrageio do boto-cinza (*Sotalia guianensis*).



Fonte: Cinthya Leite/Acervo Aquasis (à esquerda) e Heideger Nascimento/Acervo Aquasis (à direita).

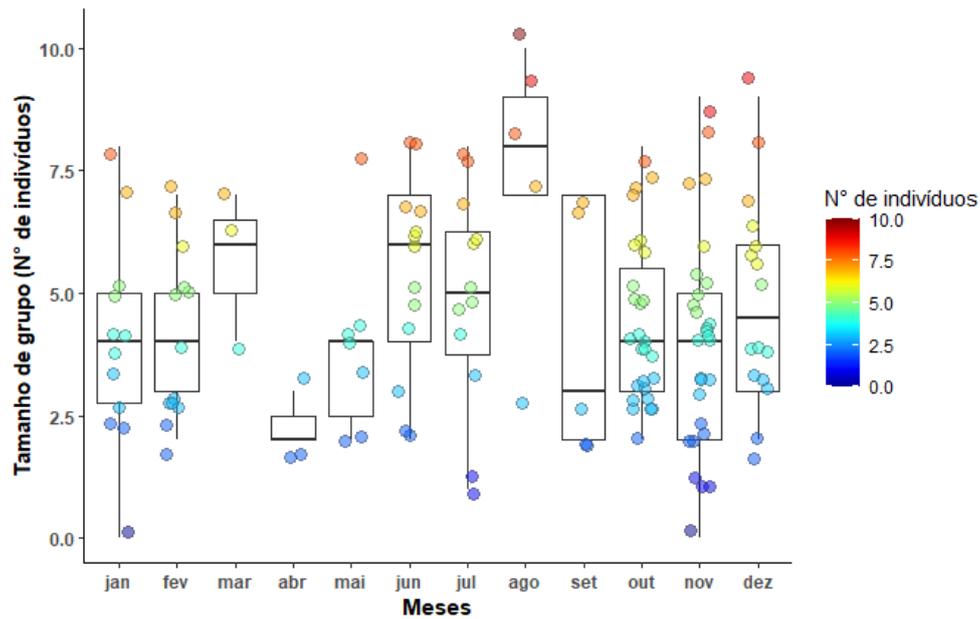
Quanto à abundância e comportamento gregário, os registros compreenderam indivíduos solitários e até grupos de 10 espécimes (média de $4,48 \pm 2,1$), compostos em média por $4,06 \pm 1,8$ adultos (1-8) e $0,64 \pm 0,2$ filhotes (1-2). Verificou-se que a sazonalidade não interfere no tamanho do grupo ($F 0,22$; $p: 0,61$) (Gráfico 3). Entretanto, o tamanho do grupo variou significativamente ao longo dos meses ($F 1,96$; $p 0,03$), onde os maiores foram registrados em agosto com diferença significativa entre abril ($p 0,04$) e novembro ($p 0,02$). (Gráfico 4).

Gráfico 3 – Média de variação do tamanho do grupo em relação à estação chuvosa e seca.



Fonte: Elaborado pela autora

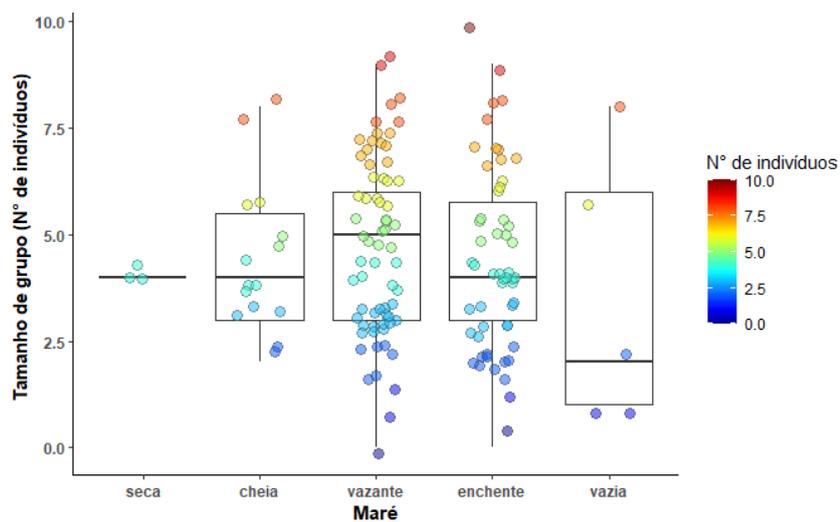
Gráfico 4 – Média de variação do tamanho do grupo em relação aos meses do ano.



Fonte: Elaborado pela autora

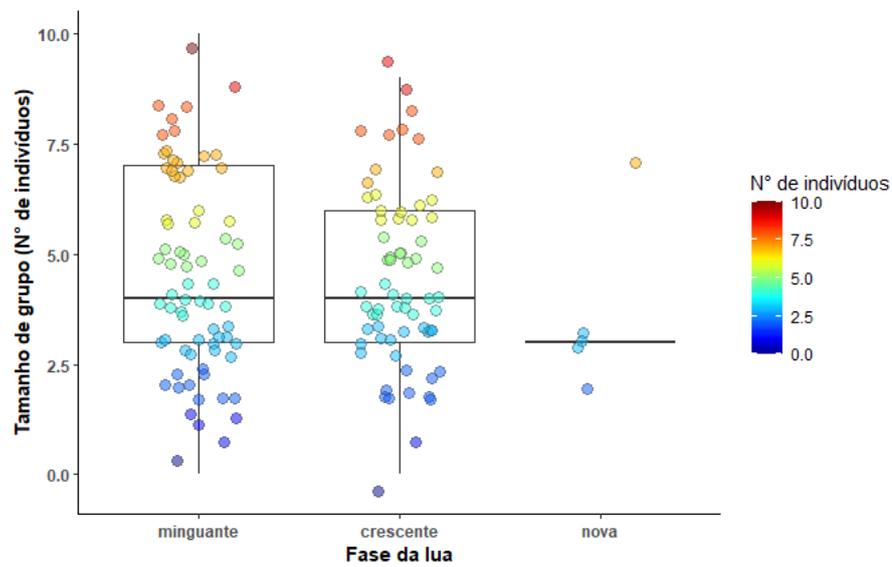
As variáveis maré e fases da lua foram testadas e foi demonstrado que não interferem no tamanho do grupo (Maré – KW: 2.08 e p: 0.71, Lua – KW: 0.3 e p: 0,53) (Gráficos 5 e 6).

Gráfico 5 – Média de variação do tamanho do grupo em relação à maré.



Fonte: Elaborado pela autora

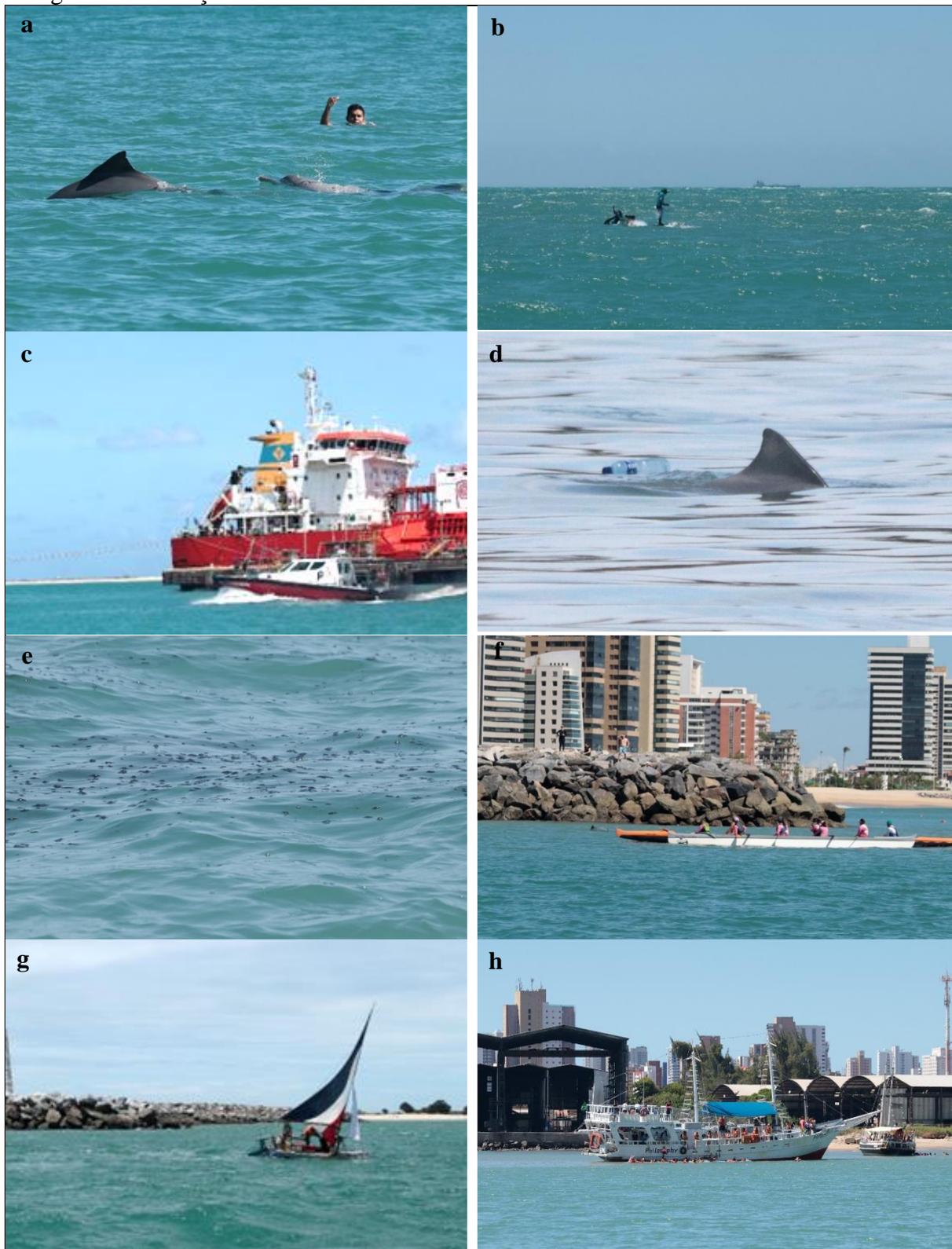
Gráfico 6 – Média de variação do tamanho do grupo em relação às fases da lua.



Fonte: Elaborado pela autora

Assim, pode-se afirmar que a enseada do Mucuripe é utilizada como habitat para o boto-cinza. Porém, ressalta-se que é uma região severamente urbanizada, onde a porção marinha tem diversos tipos de uso (Figura 13).

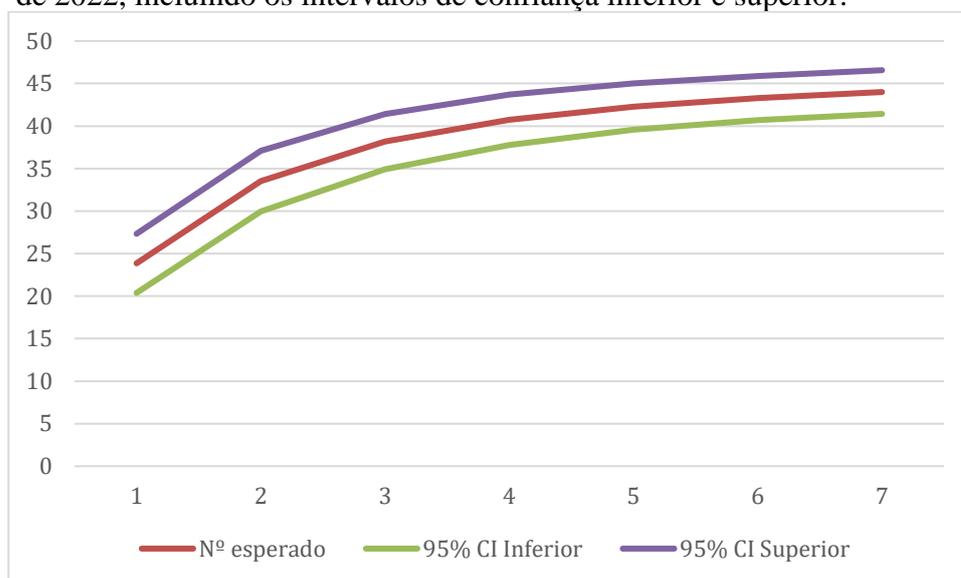
Figura 13 - Atividades antropogênicas realizadas na enseada do Mucuripe: (a) interação com banhista, (b) pesca de subsistência, (c) tráfego de navio, (d) poluição por resíduo sólido, (e) substância sugestiva de óleo, (f) esporte náutico (canoa havaiana), g) pesca artesanal, h) tráfego de embarcação turística.



Fonte: Acervo Aquasis.

Essa população foi avaliada quanto à condição de população fechada ao longo dos anos de amostragens, onde o teste de Otis não rejeitou a premissa de fechamento ($p=0.98$). Apesar da assíntota da curva de rarefação não ter sido alcançada, vale ponderar que tendeu a estabilização, com reduzida variação nos intervalos de confiança (Gráfico 7). Desta forma, considera-se que para essa finalidade, modelos estimadores de população fechada podem ser utilizados sem causar viés importante.

Gráfico 7 - Curva de rarefação dos botos-cinza (*Sotalia guianensis*) fotoidentificados na Enseada do Mucuripe de outubro de 2019 a dezembro de 2022, incluindo os intervalos de confiança inferior e superior.



Fonte: Elaborado pela autora.

O programa *Capture* obteve o modelo M_{th} como melhor estimador (critério de valor=0,91). Este modelo considera que as probabilidades de captura variam ao longo do tempo e entre os indivíduos. Desta forma, de acordo com Otis *et al.* (1978), cada indivíduo apresenta probabilidade de captura $p_{ij} = p_i p_j$, onde $0 < p_i p_j \leq 1$ para todo $i = 1, 2, \dots, N$ e $j = 1, 2, \dots, t$, o que significa dizer que os fatores que geram variação temporal (como condições ambientais, por exemplo) afetam igualmente todos os indivíduos da população.

Visto que os animais não foram fisicamente capturados, não houve qualquer possibilidade de gerar uma resposta comportamental (b) que pudesse ser classificada como “trap-shy” ou “trap-happy”. No entanto, é esperada uma variação temporal na probabilidade de captura (t) devido ao esforço desigual de fotoidentificação ao longo do tempo. Mesmo com esforços para diminuir a heterogeneidade individual na probabilidade de captura (h), este tipo de variação é comum em estudos com cetáceos. Portanto, o M_{th} pode ser utilizado para a estimativa necessária ao estudo.

Como resultado, o modelo M_{th} estimou a abundância dos botos marcados em 46 animais (DP $\pm 1,86$; CV4%; 95% CI: 45-53). Após a correção do θ , a estimativa foi de 61 indivíduos, variando entre 51 e 87 (DP $\pm 12,37$; CV13%; 95% CI:51-87).

4 DISCUSSÃO

Este estudo apresenta dados atualizados sobre a população de botos-cinza de Fortaleza, no estado do Ceará, e são informações únicas para os últimos 13 anos. A estimativa obtida foi de 61 animais, ou seja, maior e mais precisa (CV 13%; 95% IC: 51-87) do que a obtida por Meirelles et al. (2022) para a mesma região (39 botos-cinza - CV 21%; 95% IC: 35-80). É possível que a utilização de uma embarcação com maior poder de manobra e de equipamentos fotográficos com maior resolução melhorem a qualidade dos registros favorecendo identificação dos animais. Tais fatores podem ter favorecido, levando ao aumento do número de indivíduos fotoidentificados (capturas) e de recapturas. As chances de captura são favorecidas com o aumento do esforço amostral em períodos com melhores condições ambientais (Meirelles *et al.* 2022). Condições climáticas como dias nublados ou chuvosos associado com mar agitado, prejudicam as capturas pela baixa visibilidade e limitação de uso dos equipamentos. Vale salientar que essa estimativa populacional é pontual, considerando que as populações de animais em vida livre apresentam contantes flutuações espaciais e temporais. A curva de rarefação tendeu a estabilização, com intervalos de confiança estreitos., indicando que a população foi adequadamente amostrada.

Ainda que a estimativa populacional obtida neste estudo tenha sido maior que a registrada por Meirelles *et al.* (2022), ainda permanece entre as menores conhecidas no Brasil. Nas regiões Sul e Sudeste há uma maior concentração de pesquisas com a espécie, onde foram estimadas populações monitoradas são estimadas em até milhares de indivíduos. Pesquisas realizadas em Santa Catarina (Baía de Babitonga), durante os anos de 2001 a 2011, estimaram entre 147-365 indivíduos utilizando o método *Distance* (Cremer *et al.*, 2011) e entre 174-252 indivíduos, por meio do método de marcação-recaptura (Schulze, 2012). Em Cananéia-SP, Mello *et al.* (2019) estimaram, por marcação-recaptura, cerca de 392-438 indivíduos. No Rio de Janeiro, a Baía de Sepetiba tem população estimada em 588-1.004 indivíduos (Flach, 2015). Porém, a população da Baía de Guanabara vem declinando e a última estimativa registrou 37 a 40 indivíduos (Azevedo *et al.* 2017), portanto, menor que a do Mucuripe. No Complexo Estuarino do Rio Caravelas, no estado da Bahia, Cantor *et al.*

(2012) estimaram 83-182 e Melo (2018) 28-48 no Complexo Estuarino de Canavieiras. No litoral sul do Rio Grande do Norte, 192-297 indivíduos (Paro, 2010).

Em áreas com alto grau de antropização estes animais estão em constante risco de colisão com embarcações e alterações do habitat, como aumento de ruídos e turbidez na água, remobilização de toxinas e poluentes. A utilização indiscriminada da enseada do Mucuripe, vinculada ao monitoramento intermitente da espécie pode causar o declínio ou desaparecimento desses animais, como aconteceu com a população de Santos e São Vicente, São Paulo, essa região abriga o maior porto da América Latina, e desapareceu no final da década de 1970 (Martuscelli *et al.* 1996, apud Meirelles *et al.* 2023) e vem ocorrendo com os botos na Baía de Guanabara.

Esses resultados foram obtidos utilizando a mesma metodologia empregada por Meirelles (2013) na mesma área de estudo. Com dados de mais de uma década (2009-2011) (Meirelles, 2013) reportou valores semelhantes de área de uso (11,56 km²) e área preferencial (2,56 km²) na Praia de Iracema, Porto do Mucuripe e Marina Park. A área de uso e preferencial atuais apresentaram uma redução de 2,4 km² e 0,56 km², respectivamente, com quatro áreas preferenciais: a Praia de Iracema, seguida pela região do Marina Park, Espigão do Ideal e Porto do Mucuripe. A redução da área de uso pode ser resultado da condição de saúde dos animais, que permanecem por mais tempo na área de estudo e se movem mais lentamente devido a doenças, aumentando assim a fidelidade ao local e a probabilidade de serem capturados (Jennelle *et al.*, 2007). Meirelles *et al.* (2022) apontaram que animais em mal estado de saúde apresentaram maior fidelidade ao local do que os aparentemente saudáveis. Esses resultados podem enfatizar a importância da qualidade do habitat e as condições de saúde dos animais como fatores que impulsionam a fidelidade ao local e os padrões de movimento. A região em questão não é fechada geograficamente e, embora não tenham sido observados movimentos individuais de entrada e saída, é plausível que esses eventos possam acontecer. O fato de muitas observações não terem detectado esses movimentos, sugere-se que suas ocorrências são provavelmente raras.

A complexidade do fundo do mar, a distância aos quebra-mares e a distância aos locais de alimentação são variáveis que podem influenciar a distribuição espacial desses animais na região, sendo então resultado da combinação entre a oportunidade de forrageamento, características do habitat e disponibilidade de presas (Meirelles *et al.*, 2023). Enquanto existem trabalhos reportando que as marés parecem não influenciar na ocorrência desses cetáceos em ambientes costeiros abertos (Araújo *et al.*, 2007), outros identificaram a existência dessas correlações em ambientes estuarinos e em relação a movimentação desses

golfinhos para ambientes mais próximos ou distantes da costa (Paitach *et al.*, 2017). A distribuição não aleatória do boto-cinza pode refletir a heterogeneidade dos habitats costeiros e as suas consequências na distribuição de presas e/ou predadores (Wedekin *et al.*, 2007). Assim, como a espécie é generalista, ambientes costeiros produtivos favorecem a residência desses animais ao longo do ano (Borobia *et al.*, 1991; Teixeira *et al.*, 2022). As estruturas construídas na região podem ser utilizadas pelos botos como barreiras que maximizam o sucesso da alimentação. O uso e preferência de habitat pode ser influenciado principalmente pelas oportunidades de alimentação, com os golfinhos concentrando-se em áreas com maior abundância de presas e onde o sucesso de forrageamento é maior (Wedekin *et al.*, 2007; Meirelles *et al.* 2023).

Durante as últimas duas décadas, diversas intervenções foram executadas na Enseada do Mucuripe, como a construção do Terminal de Passageiros do Porto do Mucuripe (2012-2015) e do espigão da Av. Desembargador Moreira (2013-2016), este último parte do Projeto de Contenção da Erosão Marinha na Praia da Beira-Mar. Entretanto, o monitoramento dessa população de botos não foi realizado durante essas obras e não há assim informações sobre o uso espacial na região antes da dragagem e do aterro. Da mesma forma, também não aconteceu nenhum monitoramento anterior à dragagem e engorda de praia realizadas na região entre 2019 e 2020.

No período amostrado não foram observadas diferenças significativas entre as diferentes marés e tamanhos de grupos. Oliveira *et al.* (1995), constataram uma maior frequência de animais em marés enchente, cheia e vazante. Por outro lado, Meirelles (2013) não identificou variações na frequência de avistamentos, mas apenas uma quantidade maior de botos na maré seca, enquanto Meirelles *et al.* (2020) não registraram diferenças significativas da ocorrência de golfinhos em função das marés. Desse modo, a falta de uma maior convergência entre os dados apresentados e o fato da Enseada do Mucuripe ser um ambiente aberto e com pouca variação de maré (Paula *et al.*, 2015), onde a distribuição dos botos poderia estar menos sujeita às variações de maré (Araújo *et al.*, 2007), pode ser um indicativo da necessidade de um estudo mais aprofundado da relação das marés (tanto semidiurnas como aquelas relacionadas às fases lunares) com a frequência de avistagens e abundância de golfinhos na região.

Ainda quanto ao tamanho dos grupos, na Baía de Paraty-RJ, a variação sazonal do número de botos-cinza foi relacionada a mudanças na abundância e na distribuição das presas, que parecem estar fortemente influenciadas pelas estações do ano (Lodi, 2003). As variações entre os meses de abril, agosto e novembro observadas neste estudo devem ser

mais bem estudadas para que se possa atribuir à sazonalidade os padrões de comportamento, disponibilidade de recursos alimentares ou influências ambientais.

Em relação aos comportamentos observados, houve uma predominância aparente do forrageio em relação aos demais (deslocamento, socialização e descanso), principalmente próximos aos paredões de pedras dos espigões. A discrepância dos dados de ocorrência de forrageio nos avistamentos em relação aos demais comportamentos também se alinha aos resultados de Meirelles (2013), que identificou os sítios visitados pelos botos na enseada do Mucuripe como áreas utilizadas principalmente para alimentação. Por muito tempo, acreditava-se que as estratégias de alimentação de *S. guianensis* eram a pesca aleatória e a cooperativa (Rossi-Santos e Flores, 2009). Entretanto, atualmente é sabido que há uma gama de estratégias de forrageio, além de outros comportamentos associados (Nascimento, 2006; Rossi-Santos e Flores, 2009).

O repertório comportamental varia entre populações, onde na praia de Pipa, no Rio Grande do Norte, Nascimento (2008) relatou perseguições a cardumes com botos realizando giros de 360° no início ou simplesmente nadando com o ventre para cima. Nesta pesquisa, os golfinhos nadavam com o dorso voltado para cima quando perseguiram a presa, sendo acompanhado ou não de comportamentos aéreos e de outros movimentos associados. Meirelles et al. (2023) definem esta estratégia como “alimentação por barreira”, na qual os animais agrupam os peixes contra espigões, quebra-mares e a costa. Essas estratégias observadas no Mucuripe foram menos diversificadas que aquelas reportadas para populações de boto-cinza residentes na baía Norte, em Santa Catarina (Rossi-Santos e Flores, 2009). Por outro lado, atividades aéreas como saltos totais, parciais e periscópios são comuns às distintas populações.

Em algumas avistagens nos quais os golfinhos interagiam com presas capturadas ou durante atividades de forrageio, foi possível registrar a captura da presa ou a sua fuga. Nessas ocasiões, as presas eram saunas (*Mugil spp.*) que estavam em cardume. Além disso, embora não tenham sido fotografadas, foi possível observar perseguições tanto a cardumes mistos compostos por saunas e peixes menores, como sardinhas (clupeídeos) ou anchovas/manjubas (engraulídeos). Essas observações são respaldadas por pesquisas anteriores, como Oliveira et al. (1995), que documentaram casos em que os botos perseguiram cardumes mistos com sardinhas (clupeídeos), palombetas (carangídeos) e saunas (mugilídeos). Além disso, Meirelles (2013) e Meirelles et al. (2020) observaram exclusivamente a captura de saunas na mesma região. Dessa forma, considerando que essas espécies são de zonas nerítico-pelágicas, é plausível que os botos prefiram essas áreas para

se alimentar. Entretanto, ressalta-se a dieta diversificada, incluindo pelo menos 117 espécies de presas, abrangendo peixes (106), moluscos (7) e crustáceos (4) em diversas regiões do Brasil (Cunha *et al.*, 2020). Análise de conteúdo estomacal de botos-cinza encalhados no Ceará (Gurjão *et al.*, 2003; Campos, 2012) revelaram a presença de pelo menos 45 espécies, onde a maioria era demersal. Tal padrão foi registrado em outros trabalhos ao longo da costa nordestina (Pansard, 2009; Rodrigues *et al.*, 2020), podendo entrar em contato direto com o substrato (Rossi-Santos e Wedekin, 2006). De fato, Cunha *et al.*, (2020) sugerem que *S. guianensis* forrageia em diferentes camadas da coluna d'água. Considerando que muitas das espécies que fazem parte da dieta do *S. guianensis* no Ceará estão intimamente associadas ao substrato, é provável que alterações no leito marinho e a presença de redes de pesca, como atrativo de suas presas e oportunidade de forrageio, tenham um impacto direto na determinação de uso de habitat e alimentação desses golfinhos.

As diferentes formas de uso (atividades náuticas e pesqueiras) e os diversos impactos comuns em áreas urbanizadas (e.g. estruturas de contenção costeira) podem alterar os padrões de forrageamento da espécie. Pode favorecer um aumento de biodiversidade e abundância de presas pela atuação das redes de emalhe que ficam submersas por horas. Outro fator é o aumento da produtividade primária que favorece o desenvolvimento da fauna bentônica (Todd *et al.*, 2015, Tardin *et al.*, 2020). Entretanto, isso não significa dizer que os espigões e as diversas formas de uso da zona costeira sejam benéficas, pois esses favorecimentos alimentares são temporalmente limitados e seguidos de reduções de diversidade, biomassa, abundância de presas e risco de emaranhamento (Todd *et al.*, 2015, Tardin *et al.*, 2020, Meirelles *et al.*, 2023), sendo este último a principal causa de mortalidade da espécie (Monteiro-Neto *et al.*, 2000, Meirelles *et al.*, 2010).

Quanto à estimativa de abundância, houve modificação do esforço amostral durante a pesquisa. Algumas amostragens tiveram duração de um a cinco dias, mas alguns meses não foram amostrados devido a “lockdowns” impostos pela pandemia de COVID-19 ou por condições ambientais desfavoráveis. Por isso, foi prudente dividir o período amostral em ocasiões.

Mesmo com o reconhecimento do atual status de conservação local da espécie e sua importância como Patrimônio Natural do Município de Fortaleza, a pequena população habita uma área urbana e portuária, sujeita a diversos impactos simultâneos e sinérgicos. Apesar dos animais persistirem habitando a região, o número de indivíduos é reduzido. Pode-se então destacar que é prioritária a implementação de um programa de monitoramento contínuo dessa população.

5 CONCLUSÃO

Para entender os aspectos ecológicos de uma população é fundamental quantificar o número de indivíduos que ocupam uma área específica. Além da abundância, a extensão de território utilizada e os padrões de permanência são cruciais para compreender a relevância de uma região para a ocorrência e distribuição de uma espécie. Na costa de Fortaleza, especificamente na enseada do Mucuripe, uma pequena população de *Sotalia guianensis* pode ser encontrada ao longo do ano, porém, a exposição às atividades de origem antropogênica e a falta de políticas públicas voltadas à sua preservação, aumentam os riscos de diminuição e até o desaparecimento desses animais da região.

Considerando o boto-cinza como um predador de topo e espécie guarda-chuva, a manutenção da população residente na enseada do Mucuripe traz benefícios para o ecossistema. Além disso, ações que reduzam esses impactos precisam ser inseridas como condicionantes nos processos de licenciamento ambiental. Monitoramentos de longo prazo com o emprego de diversas técnicas, como marcação-recaptura, rádio telemetria e análises genéticas possibilitarão uma melhor compreensão dos aspectos ecológicos desta população.

REFERÊNCIAS

- ALTMANN, J. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour*, 49(3/4), 227-267, 1974.
- ARAÚJO, J. P., ARAÚJO, M. E., SOUTO, A., PARENTE, C. L. GEISE, L. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 24: 1122-1130, 2007.
- ARAÚJO, J. P., SOUTO, A., PARENTE, C. L., GEISE, L.. The behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) in Pernambuco coastal waters, Brazil, and a further analysis of its reaction to boat traffic. *Revista Brasileira de Zoologia* 25 (1): 1–9, 2008.
- AZEVEDO, A. F. *et al.* The first confirmed decline of a delphinid population from Brazilian waters: 2000–2015 abundance of *Sotalia guianensis* in Guanabara Bay, South-eastern Brazil, *Ecological Indicators*, Volume 79, p.1-10, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.045>, 2017.
- AZEVEDO A.F., VIANA, S.C., OLIVEIRA, A. M. L., SLUYS, M. V. Group characteristics of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 85: 209-212, 2005.
- AZEVEDO, A. F. & Domit, C. Ecologia populacional/Population ecology. In: V.L. Carvalho, A.C.O. Meirelles (Eds.) *Boto Cinza: Biologia e Conservação no Brasil/Guiana Dolphin: Biology and Conservation in Brasil*. São Paulo, Brasil: Aquasis. Bambu Editora e Artes Gráficas, pp. 65–81, 2020.
- BOROBIA, M. & BARROS, N.B. Notes on the diet of marine *Sotalia fluviatilis*. *Marine Mammal Science* 5(4): 395-399, 1989.
- BOROBIA, M. *et al.* Distribution of the South American Dolphin *Sotalia fluviatilis* *Can. J. Zool.*, vol. 69, p. 1025-1038, 1991.
- BOSSART, G. D. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Veterinary Pathology*, 48(3), 676–690. <https://doi.org/10.1177/0300985810388525>, 2011.
- CANTOR, M.C., *et al.*, Assessing population parameters and trends of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): an eight-year mark-recapture study. *Marine Mammal Science*, Oxford, v. 28, n. 1, p. 63–83, 2012.
- CAMPOS, T. M. Ecologia alimentar do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), no Estado do Ceará, Brasil. [Dissertação de Mestrado em Ecologia e

- Conservação]: Universidade Federal do Paraná, 2012.
- CEARÁ. Lista Vermelha Tartarugas e Mamíferos Marinhos CE. In Portaria nº 191/2022: Vol. Ano XIV (Issue 252, pp. 301–302). Diário Oficial do Estado, 2022.
- CEPILE, A. R. Estimativa populacional por marcação-recaptura e padrão de atividade do boto cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) em Regência, ES. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008.
- CHAO, A. *et al.* (1992) Estimating population size for capture-recapture data when capture probabilities vary by time and individual animal. *Biometrics* 48 201–216. Estimating Animal Abundance: Review III. 1992. Available from: https://www.researchgate.net/publication/38326826_Estimating_Animal_Abundance_Review_III.
- COMPANHIA DOCAS DO CEARÁ. Conheça o porto. Disponível em: <https://www.docasdoceara.com.br/conheca-o-porto>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2024.
- COLWELL, R. K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>. 2009.
- CREMER, M. J. *et al.* Distribution and status of the Guiana dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in Babitonga bay, Southern Brazil. *Zoological Studies* 50:327-337, 2011.
- CRESPO E. A. *et al.* Report of the working group on major threats and conservation. *LAJAM* 8:47–56, 2010.
- CUNHA, H. A. *et al.* Biologia/Biology In Carvalho V. L. & Meirelles, A. C. O. Boto-Cinza Biologia e Conservação no Brasil/Guiana Dolphin Biology and Conservation in Brasil (pp. 23-45). Bambu Editora e Artes Gráficas LTDA, 2020.
- DAURA-JORGE, F.G. *et al.* Seasonal and daily patterns of group size, cohesion and activity of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in southern Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, 22: 1014-1021, 2005.
- DE SOUSA PAIS, F. *et al.* Anthropogenic noise and guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Brazil: Ecological and conservation concerns. In *Coastal Research Library* (Vol. 22, pp. 321–366). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56985-7_13, 2018.
- DI BENEDITTO, A.P.M.; RAMOS R.M.A. Biology of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84(6) 1245- 1250, 2004. Available: <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315404010744h>.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da

- Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio. 622p, 2018.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br>. Acesso em 22fev2024.
- FLACH, L. FLACH, P. A.; CHIARELLO, A. G. Aspects of behavioral ecology of *Sotalia guianensis* in Sepetiba Bay, southeast Brazil. *Mar. Mamm. Sci.*, 24: 503-515, 2008.
- FLACH, L. Estimativa de parâmetros populacionais, área de vida, mortalidade e interações da atividade pesqueira sobre a população de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) (Van Beneden, 1864) (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Sepetiba (RJ). Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2015.
- GROCH, K.R. *et al.* Guiana dolphin unusual mortality event and link to cetacean morbillivirus. *Brazil Emerg Infect Dis* 24 (7):1349–1354. <https://doi.org/10.3201/eid2407.180139>, 2018.
- MOORE, S. E. Marine mammals as ecosystem sentinels. *Journal of Mammalogy*, 89 (3), 534–540. <https://academic.oup.com/jmammal/article/89/3/534/859859>, 2008.
- FAIR, P. A., BECKER, P. R. Review of stress in marine mammals. In *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* (Vol. 7), 2020.
- FLORES, P.A.C., DA SILVA, V.M.F. Tucuxi and guiana Dolphin – *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. In: Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM (eds) *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press, Amsterdam, pp 1188–1192, 2009.
- FLORES, P. A. C. *et al.* Tucuxi and Guiana Dolphins. In *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 1024–1027). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-804327-1.00264-8>, 2018.
- FIRE, S. E. *et al.* Domoic acid exposure in pygmy and dwarf sperm whales (*Kogia* spp.) from southeastern and mid-Atlantic U.S. waters. *Harmful Algae*, 8(5), 658–664. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2008.12.002>, 2009.
- GURJÃO, L. M. *et al.* Feeding habits of of marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, at Ceará State, Northeastern Brazil. *Lat Am J Aquat Mamm* 2(2): 117-122 2003.
- JENNELLE, C.S., COOCH, E.G., CONROY, M.J. & SENAR, J.C. State-specific detection probabilities and disease prevalence. *Ecological Applications*, 17(1), 154–167. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2007\)017\[0154.SDPADP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2007)017[0154.SDPADP]2.0.CO;2). 2007.
- HAMMOND, P. S. Estimating the size of naturally marked whale populaions using capture-recapture techniques. *Reports of International Whaling Commission. Special Issue*, v.8, p.253-282, 1986.
- HAMMOND, P. S. Estimating the abundance of marine mammal populations. *Frontiers in Marine Science*, 8, 735770. doi:10.3389/fmars.2021.735770, 2021.
- KIE, J. G. A rule-based ad hoc method for selecting a bandwidth in kernel home-range

- analyses. *Animal Biotelemetry*, 1, 13. <https://doi.org/10.1186/2050-3385-1-13>. 2013.
- LEWISON, R. L. *et al.* Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. In *Trends in Ecology and Evolution* (Vol. 19, Issue 11, pp. 598–604). <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.09.004>, 2004.
- LIMA FILHO, R. P.; GASTAO, F. G. C.; BRANCO, M. P. N. C.; PINHEIRO, L. S. Caracterização Geomorfológica E Sedimentológica Da Plataforma Continental Interna De Fortaleza-Ce. In: XII SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia - UGB - União da Geomorfologia Brasileira, 2018, Crato/CE. XII SINAGEO, 2018. v. 1.
- LODI, L. Tamanho e composição de grupo dos botos-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. *Atlântica*, 25: 135-146, 2003.
- MALDINI, D., RIGGIN, J., CECCHETTI, A., COTTER, M. P. Prevalence of epidermal conditions in California coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Monterey Bay. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 39(7):455-462. 2010.
- MEIRELLES, A. C. O. Ecologia populacional e comportamental do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), na Enseada do Mucuripe, Fortaleza, Estado do Ceará. Universidade Federal do Ceará, 2013.
- MEIRELLES, A. C. O. *et al.* Records of Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in the State of Ceará, Northeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 8(1–2). <https://doi.org/10.5597/lajam00157>, 2010.
- MEIRELLES, A. C. O., CAMPOS, A. A., FONTELES-FILHO, A. Occurrence, group size and site fidelity of *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla, Delphinidae) in an artificially sheltered beach in northern Brazilian coast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 15(2), 112–120, 2020.
- MEIRELLES, A. C. O. *et al.* Abundance and effect of health status on apparent survival of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, in an open embayment in north-eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(6), 1022–1040. <https://doi.org/10.1002/aqc.3804>, 2022.
- MEIRELLES, A.C.O. et al. Habitat use of Guiana dolphin *Sotalia guianensis* in a heavily urbanized embayment. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 722: 195–206. <https://doi.org/10.3354/meps14430>. 2023.
- MELLO, A. B. Abundance estimates of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*; Van Bénédén, 1864) inhabiting an estuarine system in southeastern Brazil. *Aquatic Mammals*. 45: 56-65, 2019.
- MILLER, L. J. *et al.* Population abundance and habitat utilization of bottlenose dolphins in the Mississippi Sound. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23(1), 145–151. <https://doi.org/10.1002/aqc.2278>, 2013.

- MONTEIRO-NETO, C. *et al.* Impact of fisheries on the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) populations off Ceará state, northeastern Brazil. *Aquatic Mammals*, 26(1), 49–56.
<https://www.researchgate.net/publication/254258407>, 2000.
- MONTEIRO-NETO, C., ITAVO, R.V., MORAES, L.E. Concentrations of heavy metals in *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae) off the coast of Ceará, northeast Brazil. *Environ. Pollut.* 123(2):319–324, 2003.
- NASCIMENTO, L. F. do. Boto cinza (*Sotalia guianensis*, Van Benédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae): Atividade aérea, forrageio e interações inter-específicas, na Praia de Pipa (Tibau do Sul RN) e estudo comparativo entre duas populações do Nordeste do Brasil. 2006. 125 f. Tese (Doutorado em Estudos de Comportamento; Psicologia Fisiológica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- NASCIMENTO, L. F. do *et al.* Descrição do comportamento de superfície do boto cinza, *Sotalia guianensis*, na Praia de Pipa - RN. *Psicologia-reflexão e Critica*, 21: 509-517, 2008.
- NEVES, S. *et al.* Advanced Technologies for Cetacean Monitoring: A One-Health and Multidisciplinary Approach for Ocean Effective Surveillance. *J. Mar. Sci. Eng.*, 11, 1431. <https://doi.org/10.3390/jmse11071431>. 2023.
- OLIVEIRA, J. A. DE. *et al.* Monitoramento do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae) em Fortaleza, estado do Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências Do Mar*, 29(1–2), 28–35, 1995.
- OTIS, D. L. *et al.* Statistical inference for capture data from closed populations. *Wildlife Monographs*, v. 62, p. 3-135, 1978.
- PAITACH, R. L., SIMÕES-LOPES, P. C., CREMER, M. J. Tidal and seasonal influences in dolphin habitat use in a southern Brazilian estuary. *Scientia Marina*, 81(1), 49-56, 2017.
- PANSARD, K. C. A. Ecologia alimentar do boto cinza, *Sotalia guianensis* (Van Banédén, 1864), no litoral do Rio Grande do Norte (RN), 2009.
- PARO, A. D. Estimativa populacional e uso do hábitat do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no litoral sul do Rio Grande do Norte. 129 f. Dissertação (Mestrado em Estudos de Comportamento; Psicologia Fisiológica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.
- PAULA, D. P. DE; MORAIS, J.O.; FERREIRA, Ó.; DIAS, J.A. Análise histórica das ressacas do mar no litoral de Fortaleza (Ceará, Brasil): origem, características e impactos. In: Davis Pereira de Paula & J. Alveirinho Dias (orgs.), *Ressacas do Mar / Temporais e Gestão Costeira*, Editora Premium, Fortaleza, CE, Brasil. ISBN: 978-85-7924-440-7, p.173-201. 2015.
- PEREIRA, L. G. *et al.* Exploring microplastic contamination in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): Insights into plastic pollution in the southwestern tropical Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, v. 194, p. 115407, 2023.

- PINHEIRO, L. de S. *et al.* Mapeamento de habitats marinhos da plataforma continental interna da Praia de Iracema – Fortaleza – Ceará. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 38, n. 3, p. 813 - 825, 2019.
- Prefeitura Municipal de Fortaleza. Lei Ordinária nº 9949, de 13 de dezembro de 2012. Declara como Patrimônio Natural do Município de Fortaleza os Botos-cinza da Espécie *Sotalia guianensis*. 2012. Disponível em: https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/media/sapl/public/materialegislativa/2011/313/313_texo_integral.pdf
- RODRIGUES, V. L. A. *et al.* Diet and foraging opportunism of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in the Abrolhos Bank, Brazil. *Marine Mammal Science*, 36(2), 436-450, 2020.
- ROSAS, F. C. W. *et al.* Reproduction of the Estuarine Dolphin (*Sotalia Guianensis*) on the Coast of Paraná, Southern Brazil, *Journal of Mammalogy*, Volume 83, Issue 2, May 2002, Pages 507–515, [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2002\)083<0507:ROTEDS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2002)083<0507:ROTEDS>2.0.CO;2). 2002,
- ROSAS, F. C. W., MARIGO, J.; LAETA, M.; ROSSI-SANTOS, M. R. Natural history of dolphins of the genus *Sotalia*. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, [S. l.], v. 8, n. 1-2, p. 57-68, 2010. DOI: 10.5597/lajam00154. Disponível em: <https://www.lajamjournal.org/index.php/lajam/article/view/331>. Acesso em: 11 feb. 2024.
- ROSSI-SANTOS, M., WEDEKIN, L. L., SOUSA-LIMA, R. S. Distribution and habitat use of small cetaceans off Abrolhos bank, Eastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 5(1), 23–28, 2006.
- ROSSI-SANTOS, M., WEDEKIN, L., MONTEIRO-FILHO, E. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in Caravelas River Estuary, eastern Brazil. *J Mar Biol Ass U K* 87: 207–212. 10.1017/S0025315407055683. 2007.
- ROSSI-SANTOS, M.; FLORES, P. Feeding Strategies of the Guiana Dolphin *Sotalia guianensis*. *The Open Marine Biology Journal*. 3. 70-76. 10.2174/1874450800903010070. 2009.
- SACRISTÁN, C. *et al.* Molecular identification and microscopic characterization of poxvirus in a Guiana Dolphin and a common Bottlenose Dolphin, Brazil. *Diseases of Aquatic Organisms*, V. 130, P. 177-185, 2018.
- SÁNCHEZ-SARMIENTO, A. M. *et al.* Molecular, serological, pathological, immunohistochemical and microbiological investigation of *Brucella* spp. in marine mammals of Brazil reveals new cetacean hosts. *Transboundary and Emerging Diseases*, 66(4), 1674–1692. <https://doi.org/10.1111/tbed.13203>, 2019.
- SANTOS, M. C. O. *et al.* A Tale of Two Dolphins: Introduction to the Special Volume on the Biology and Conservation of Neotropical Dolphins of the Genus *Sotalia*. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 8(1–2). <https://doi.org/10.5597/lajam00148>, 2010.
- SANTOS-NETO, E. B. *et al.* Organochlorine concentrations (PCBs, DDTs, HCHs, HCB

- and MIREX) in delphinids stranded at the northeastern Brazil. *Science of the Total Environment*, 472, 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.117>, 2014.
- SANTOS, M.C.O, ROSSO, S. Social organization of marine tucuxi dolphins, *Sotalia guianensis* in the Cananéia estuary of Southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy* 89(2): 347-355. <http://dx.doi.org/10.1644/07-MAMM-A-090R2.1>. 2008.
- SCHIAVETTI, A. *et al.* Conservação/Conservation In Carvalho, V. L. & Meirelles, A. C. O. Boto-Cinza - Biologia e Conservação no Brasil/Guiana Dolphin Biology and Conservation in Brasil (pp. 139-157). Bambu Editora e Artes Gráficas LTDA, 2020.
- SCHULZE, B. Estimativa populacional e área de vida do boto-ciza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/96229>, 2012.
- SEBER, G. A. F. A review of estimating animal abundance. II. *International Statistical Review* 60 129–166, 1992.
- SECCHI, E., SANTOS, M. C., de O.; REEVES, R. *Sotalia guianensis* (errata version published in 2019). The IUCN Red List of Threatened Species. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T181359A144232542.en>, 2018.
- SILVA, V. M. F.; BEST, R. C. *Sotalia fluviatilis*. In *Mammalian Species* (Vol. 527). <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3504117>, 1996.
- SILVA, V. M. F. da, *et al.* Report of the working group on distribution, habitat characteristics and preferences, and group size. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 8(1), 31–38. <https://doi.org/10.5597/lajam00147.a026>, 2010.
- SIMÃO, S. M., PIZZORNO, J. L. A., PERRY, V. N., SICILIANO, S. Aplicação da técnica de fotoidentificação do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae) da Baía de Sepetiba. *Floresta e Ambiente*, 7: p. 31-39. 2000.
- SIMMONDS, M. P.; ELIOTT, W. J. Climate change and cetaceans: Concerns and recent developments. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(1), 203–210. <https://doi.org/10.1017/S0025315408003196>, 2009.
- SIMÕES-LOPES, P. C. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853, (Cetacea, Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, 57–62, 1988.
- STANLEY, T.R.; BURNHAM, K.P. 1999. A closure test for time-specific capture-recapture data. *Environmental and Ecological Statistics* 6: 197-209.
- STEEMAN, M. E. *et al.* Radiation of Extant Cetaceans Driven by Restructuring of the Oceans. *Systematic Biology*, 58, 573-585, 2009.
- TARDIN, R. H., MACIEL, I. S., ESPÉCIE, M. A., MELO-SANTOS, G., SIMÃO, S. M., ALVES, M. A. S. Modelling habitat use by the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*,

in south-eastern Brazil: effects of environmental and anthropogenic variables, and the adequacy of current management measures. *Aquat Conserv* 30: 775-786, 2020.

- TEIXEIRA, N. N. *et al.* Seasonality in the occurrence of Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Port of Malhado, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, e516111638625, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.38625>.
- VAN BRESSEM, M. F., SANTOS, M. C. O., OSHIMA, J. E. F. Skin diseases in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from the Paranaguá estuary, Brazil: A possible indicator of a compromised marine environment. *Marine Environmental Research*, v. 67, p. 63-68, 2009a.
- VAN BRESSEM, M. F., et al. Emerging infectious diseases in cetaceans worldwide and the possible role of environmental stressors. *Diseases of Aquatic Organisms*, v. 86, p. 143-157, 2009b.
- VASCONCELOS, F. P.; MELO, T. Evolução e situação atual da poluição na Enseada do Mucuripe (Fortaleza – Ceará – Brasil). *Arquivos Ciências do Mar*, Fortaleza, 30 (1-2): 63-71. 1996.
- WEDEKIN, L. L. *et al.* Seasonal variations in spatial usage by the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (van Beneden, 1864) (Cetacea; Delphinidae) at its southern limit of distribution. *Brazilian Journal of Biology* 67: 1–8, 2007.
- WILSON, B.; HAMMOND, P.S.; THOMPSON, P.M. Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. *Ecological Applications*, 9(1): p. 288-300. 1999.
- WHITE, C.G., ANDERSON, D.R., BURNHAM, K.P., OTIS, D.L. Capture-recapture and removal methods for sampling closed population. Los Alamos: Los Alamos National Laboratory, 235p. 1982.
- WÜRSIG, B., & JEFFERSON, T. A. Methods of photo-identification for small cetaceans. <https://www.researchgate.net/publication/285799303>, 1990.

CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO REMOTA DO ESTADO DE SAÚDE DO BOTO-CINZA *Sotalia guianensis* (VAN BENEDEN, 1864), NO LITORAL DE FORTALEZA, CEARÁ, BRASIL

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864), ou boto-cinza, é um cetáceo predador de topo de cadeia, considerada sentinela da saúde dos ecossistemas costeiros, pois desempenha papel crucial como bioindicador sensível às mudanças ambientais (Schiavetti *et al.*, 2020). Sua distribuição abrange a costa atlântica tropical e subtropical da América Central e do Sul, estendendo-se desde Honduras (Flores *et al.*, 2018; Silva e Best, 1996) até as águas da Baía Norte, no estado de Santa Catarina, no sul do Brasil (Simões-Lopes, 1988), onde sua distribuição é geralmente contínua.

Na costa do Ceará, nordeste do Brasil, *S. guianensis* ocorre ao longo de todo o litoral, sendo considerada Patrimônio Natural da capital Fortaleza (Lei Municipal nº 9.949/2012). Nesta região densamente urbanizada, a espécie é fortemente ameaçada pelos impactos costeiros, como a captura acidental em rede de pesca (Meirelles *et al.*, 2010; Monteiro-Neto *et al.*, 2000). Outros impactos costeiros podem afetar suas populações, como a poluição acústica e colisões com embarcações (de Sousa Pais *et al.*, 2018; Fair e Becker, 2000), intoxicação por *blooms* de diatomáceas (Fire *et al.*, 2009), exposição a patógenos específicos (ex.: morbili-, pox- e papilomavírus) ou oportunistas (bactérias, fungos, protozoários) (Groch *et al.*, 2018; Sacristán *et al.*, 2018; Sánchez-Sarmiento *et al.*, 2019; Van Bresse *et al.*, 2009a), e contaminação por poluentes químicos persistentes resultantes de descartes inadequados de resíduos domésticos, industriais e agrícolas (Bossart, 2011; Fair e Becker, 2000). Altas concentrações de organoclorados (Santos-Neto, 2014) e doenças de pele relacionadas a imunossupressão (Meirelles *et al.*, 2022) já foram identificadas em indivíduos dessa região. Portanto, a presença humana e as atividades antropogênicas podem gerar efeitos cumulativos sinérgicos ou antagônicos, aumentando os riscos para *S. guianensis* (Crespo *et al.*, 2010).

Doenças de pele, traumas e deformações corporais são cada vez mais descritos em cetáceos de vida livre, causando preocupação crescente em todo o mundo (Maldini *et al.*, 2010; Van Bresse *et al.*, 2015b). Apesar de frequentemente consideradas não letais, as doenças cutâneas podem servir como indicadores de saúde animal, bem como de exposição a ameaças antropogênicas ou ambientais. Dependendo da gravidade, traumas e deformidades podem influenciar na aptidão, reprodução, alimentação e bem-estar dos indivíduos e, em situações extremas, potencialmente resultam em óbito (Wells *et al.*, 2008).

O uso de registros fotográficos oferece uma abordagem eficaz, não invasiva e economicamente viável para documentar a presença de lesões cutâneas e avaliar a condição corporal de cetáceos. Portanto, é uma importante ferramenta para o conhecimento do estado nutricional e de saúde para espécies costeiras em vida livre, como os odontocetos (Hart *et al.*, 2012, Joblon *et al.*, 2014, Toms *et al.*, 2020).

A epiderme de cetáceos possui uma textura lisa, livre de pelos e glândulas (Geraci *et al.*, 1979), por isso as doenças epidérmicas são frequentemente visíveis e, conseqüentemente, são uma das categorias de doenças mais comuns relatadas nesses animais. Algumas doenças cutâneas emergentes também podem levar ao aumento da mortalidade (Van Bresseem *et al.*, 2015). Em *S. guianensis*, apesar dos desafios, a presença de doença semelhante à lobomiose e doença nodular da pele já foi relatada no estuário de Paranaguá, em Santa Catarina, por meio de fotoidentificação (Van Bresseem *et al.*, 2009). Achados macroscópicos e histológicos em lesões cutâneas positivas para herpesvírus e poxvírus corroboraram com relatos de lesões cutâneas associadas a estes vírus em cetáceos (Sacristán *et al.*, 2018; 2019). Neste sentido, o presente capítulo tem como objetivo analisar a condição corporal e lesões cutâneas presentes na população de botos-cinza da região costeira de Fortaleza.

2 METODOLOGIA

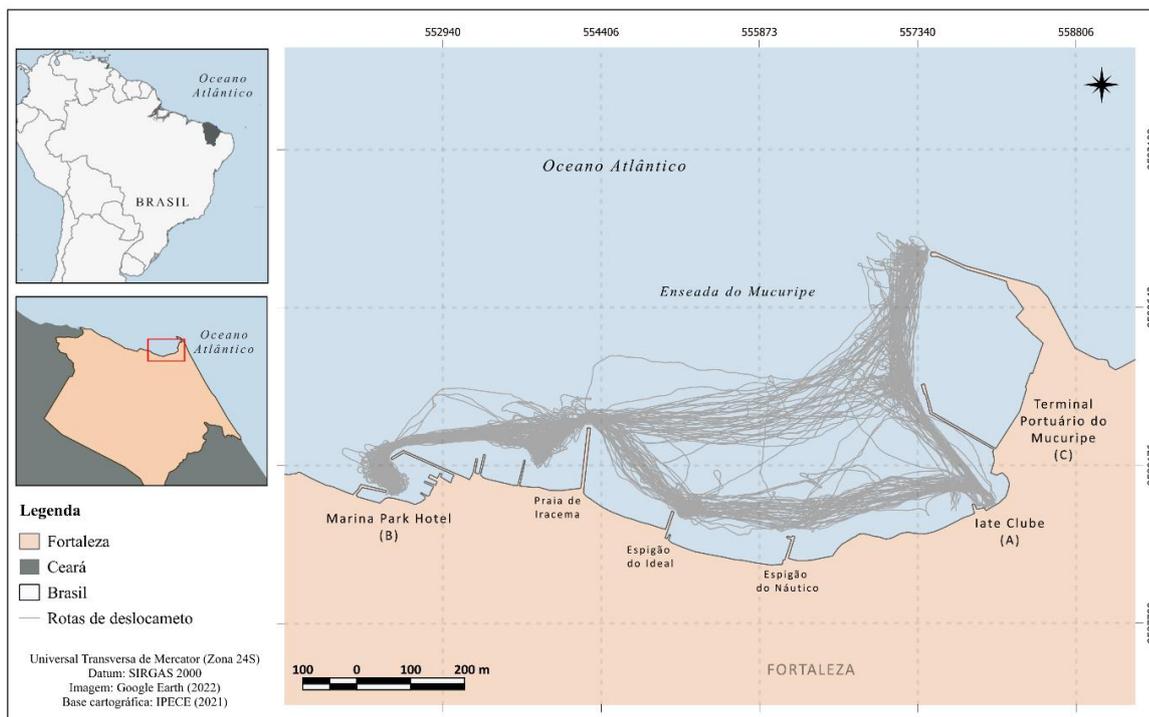
2.1 Área de estudo

A enseada do Mucuripe foi descrita na Introdução geral.

2.2 Coleta de dados

No período de outubro de 2019 a dezembro de 2022 foram realizadas 48 expedições embarcadas na Enseada do Mucuripe, visando à captura fotográfica dos botos-cinza ocorrentes na região. O desenho amostral consistiu em percursos lineares paralelos à costa, entre as áreas A (Iate Clube), B (Marina Park Hotel) e C (Terminal Portuário do Mucuripe) (Figura 14).

Figura 14 - Enseada do Mucuripe, área de estudo, no litoral de Fortaleza/Ce, Brasil, com as rotas percorridas (em cinza) em 48 amostragens, no período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, para o monitoramento do boto-cinza.



O esforço amostral diário dos embarques totalizou quatro horas de duração, entre 08 e 12 horas. A embarcação utilizada foi uma lancha fishing 265, com 02 motores de popa 150hp. O trajeto foi percorrido a uma velocidade média de 5km/h, com paradas a cada registro de avistagem e fotografias dos animais. A equipe foi composta por, no mínimo, três pesquisadores para a coleta de dados de fotoidentificação (observador-fotógrafo) e variáveis ambientais (observador-anotador) (Figura 15).

Figura 15 - À esquerda, embarcação utilizada durante o monitoramento do boto-cinza em Fortaleza, Ceará. À direita, equipe durante monitoramento, consistindo em um fotógrafo-observador e observador-anotador.



Fonte: Acervo Aquasis.

As observações visuais para registro das avistagens foram realizadas a olho nu, e confirmadas com auxílio de binóculos COMET 8x42. Para a fotoidentificação dos

espécimes, foi utilizada uma câmera DSLR Canon 80D, com lente 70-300mm IS ou lente 100-400mm L IS. Os dados georreferenciados sobre o trajeto da embarcação e a posição dos pontos de avistagem dos botos-cinza foram obtidos por meio de GPS Etrex10 GARMIN.

Ao avistar um grupo de botos, a embarcação era parada e sua localização registrada por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Os registros fotográficos ocorreram durante o comportamento de superfície, com exposição dorsal. Os animais foram fotografados independentemente de apresentarem marcas visíveis ou não. Para minimizar os efeitos da presença da embarcação nas atividades dos animais, foi estipulada a permanência máxima de 1 hora próximo aos animais.

A identificação dos indivíduos foi baseada nas marcas permanentes observadas na borda da nadadeira dorsal, técnica reconhecida e aplicada em cetáceos, incluindo o boto-cinza (Würsig e Jefferson, 1990; Meirelles *et al.*, 2022). Os registros fotográficos foram analisados a posteriori, utilizando o software Adobe Lightroom, a partir do qual foi criado um catálogo de identificação. Aplicando os princípios da fotoidentificação, as análises foram realizadas considerando a capacidade de distinguir indivíduos de forma confiável e a possibilidade de identificá-los novamente ao longo do tempo, a fim de realizar a identificação individual dos espécimes (Würsig e Jefferson, 1990).

Nas análises, as fotografias foram recortadas para permitir uma melhor visualização das marcas na nadadeira dorsal e comparadas manualmente, e então os animais foram catalogados individualmente. Uma nova identificação foi considerada apenas quando um indivíduo apresentava marcas diferentes dos demais. Cada animal identificado foi nomeado com um código composto por uma letra e número, de acordo com a quantidade de marcas na dorsal (Meirelles *et al.*, 2020). Após cada expedição, as fotografias de boa qualidade foram comparadas com os registros de animais anteriormente catalogados (Meirelles, 2013). A superfície visível do corpo dos golfinhos foi fotografada e examinada quanto à presença de lesões cutâneas e condição corporal (Bertulli *et al.*, 2012, Kautek *et al.*, 2019, Toms *et al.*, 2021, Soares *et al.*, 2022). Os indivíduos fotografados tiveram seu escore corporal e presença de lesões cutâneas determinados para a avaliação remota de saúde.

Considerando que atualmente ainda existem bastantes variações para determinar metodologias deste tipo de avaliação entre os pesquisadores (Toms *et al.*, 2020), as seguintes categorias, com base nas estruturas observadas e não na etiologia presumida, foram estabelecidas para classificação de três tipos diferentes de características visíveis (Pugliares *et al.* 2007, Domiciano *et al.*, 2016, Herr *et al.*, 2020):

- Magro e emaciado – caracterizado por depressão pós-cranial e/ou costelas claramente visíveis;
- Lesões traumáticas e cicatrizes – trauma contuso e agudo, deformação da nadadeira dorsal e marcas indeterminadas.
- Anormalidade da pele – nódulo, mancha esbranquiçada, pigmentação anômala e doença de pele.

Na categoria “magro e emaciado”, as costelas são mais aparentes e uma maior concavidade pode ser observada na região látero-dorsal e no pescoço, devido à perda de depósitos de gordura e massa muscular (Pugliares *et al.*, 2007; Herr *et al.*, 2020). Foram considerados magros os indivíduos que apresentaram leve a moderada concavidade ventro-lateral à aleta dorsal e/ou moderada depressão posterior ao espiráculo e visibilidade das costelas. Indivíduos emaciados apresentaram uma concavidade severa e depressão mais profunda posterior ao respiradouro, bem como costelas visíveis.

Referente às “lesões traumáticas e cicatrizes”, foram incluídas cicatrizes, ferimentos recentes e amputações de origem diversa. Três tipos de lesões foram diferenciadas: a) Trauma: feridas recentes e cicatrizes de origem não predatória e não parasitária em todas as partes do corpo, exceto na aleta dorsal; b) Deformação da aleta dorsal: cortes, cicatrizes e feridas resultando em danos significativos à aleta e incluindo amputação parcial ou completa, flexão ou colapso total e c) Marcas de interação intra- ou interespecífica: marcas regulares tipo “ancinho” ou marca cicatrizada.

Para a categoria “anormalidade da pele”, as condições da pele foram classificadas em seguintes categorias: a) Nódulos cutâneos (NOD): pequenas elevações cutâneas; b) Manchas de pele esbranquiçadas (MPE): irregulares ou arredondadas, manchas acinzentadas ou esbranquiçadas; c) Doença de pele focal (DPF): pequenos pontos pretos ou lesões de pontos brancos que podem se espalhar por todo o corpo; d) Lesão semelhante à “*tattoo skin disease*” (TSD): irregular, acinzentada ou pontilhado preto na pele. Lesões semelhantes a tatuagens são marcas hiperpigmentadas irregulares com contorno escuro, aspecto conhecido em casos de *tattoo skin disease* positivamente diagnosticados (Bertulli *et al.*, 2012).

A TSD é causada por poxvírus em cetáceos (CePVs), e macroscopicamente, é caracterizada por um padrão em forma de pontos concêntricos e hiperpigmentados, característicos da doença em cetáceos. Um diagnóstico confiável de TSD pode muitas vezes ser feito com base na inspeção visual de fotografias de alta resolução, inclusive na

observação no mar, porém, a patogênese ainda não é bem compreendida (Van Bresse *et al.*, 2022).

As condições observadas foram analisadas e comparadas com resultados de trabalhos publicados sobre anomalias, lesões e deformidades da pele, condições nutricionais e doenças (Van Bresse *et al.*, 1999, Van Bresse *et al.*, 2007, Van Bresse *et al.*, 2009, Bertulli *et al.*, 2012, Dierauf e Gulland, 2018, Kautek *et al.*, 2019, Herr *et al.*, 2020., Soares *et al.*, 2020).

Devido à natureza oportunista e à tendência da observação de características mais visíveis, o trabalho faz uma abordagem qualitativa das condições observadas nos animais. Porém, para a parcela conhecida da população (n=44), a prevalência das condições foi determinada como a proporção entre o número de indivíduos fotoidentificados exibindo um determinado tipo de alteração cutânea e número de indivíduos fotoidentificados (Wilson *et al.*, 1999; Van Bresse *et al.*, 2003). A mesma proporção foi calculada para a prevalência de diferentes categorias de condições corporais.

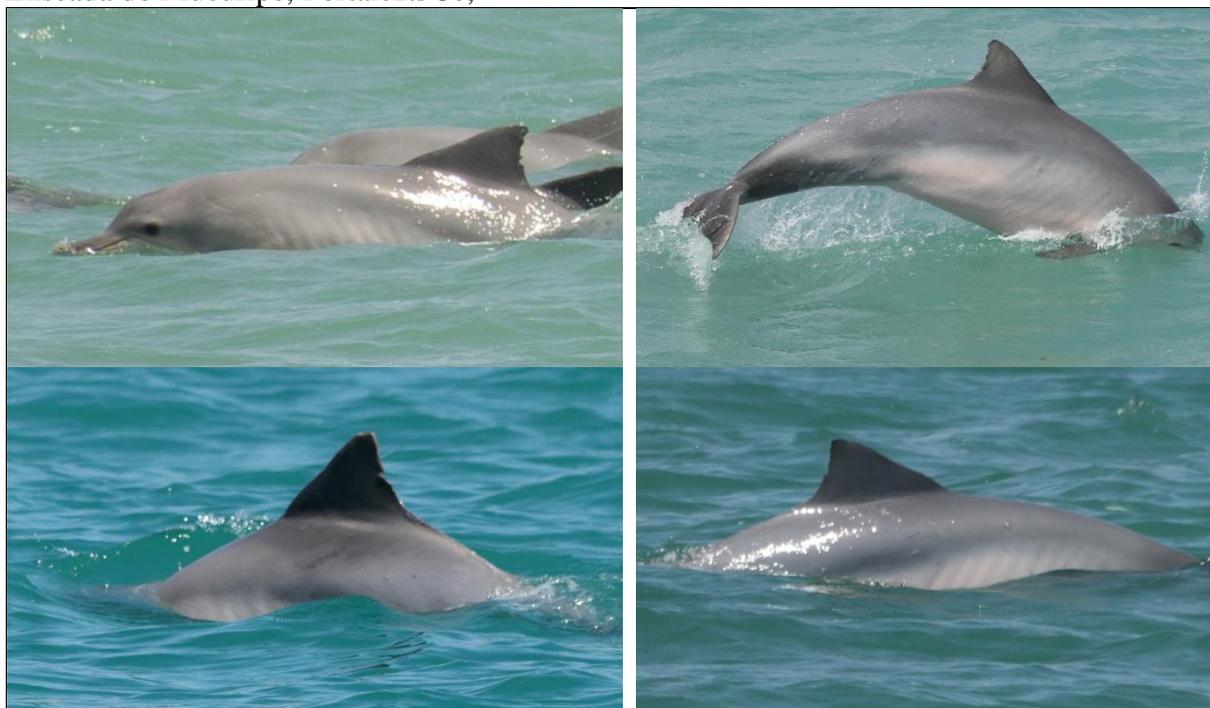
Como auxílio para a avaliação de saúde desses animais, uma carcaça de boto-cinza que encalhou na área de estudo coletada pela Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (AQUASIS) foi necropsiada sob o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO (Licença nº 72894-1). O objetivo foi determinar a causa mortis e avaliar possível influência dos impactos antrópicos ou condição do ambiente, seja esta direta ou indireta, sobre os eventos de mortalidade.

3 RESULTADOS

Um total de 7.539 fotografias foram obtidas em 46, das 48 expedições náuticas. Os dados de fotoidentificação evidenciaram 44 espécimes de botos-cinza, dos quais 39 (88,63%) apresentaram condições para avaliação do estado de saúde. Os demais animais fotoidentificados não tiveram suas condições observadas por indisponibilidade de registros fotográficos que permitissem esse tipo de análise.

Indivíduos considerados magros e emaciados corresponderam a 48,72% (19/39) (Figura 18), e 51,28% (20/39) estavam em boa condição corporal (Figura 16).

Figura 16 – Exemplos de indivíduos de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) avaliados na categoria magro e emaciado, durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, na Enseada do Mucuripe, Fortaleza/Ce,



Fonte: Acervo Aquasis.

Quanto às lesões, 46,15% (18/39) apresentaram lesões traumáticas e 48,72% (19/39) foram observadas anormalidade na pele. Alguns animais apresentaram mais de uma dessas condições (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de animais observados em cada subcategoria de anomalias observadas. Em alguns casos, o indivíduo apresentou mais de uma característica.

Categoria	Condição cutânea	Total
Lesões traumáticas	Trauma contuso e agudo	4
	Deformação da nadadeira dorsal	2
	Marcas indeterminadas	12
Anormalidade da pele	Nódulo	1
	Manchas esbranquiçadas	12
	Pigmentação anômala	2
	Doença semelhante à tatuagem - “ <i>tattoo-like disease</i> ”	6

Quanto às lesões traumáticas, 10,26% (n=4) dos indivíduos apresentaram algum tipo de trauma, enquanto 5,13% (n=2) com deformidade na nadadeira dorsal, e 30,77% (n=12) com marcas indeterminadas (Figura 17, 18, 19 e 20).

Figura 17 - Indivíduos da população de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) observados com lesão traumática, avaliados na categoria magro e emaciado, durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, na Enseada do Mucuripe, Fortaleza/Ce,



Fonte: Acervo Aquasis.

Figura 18 - Indivíduo de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) com cicatriz de lesão traumática sugestiva de mordida de tubarão, observado durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, na Enseada do Mucuripe Fortaleza/Ce,



Fonte: Acervo Aquasis.

Figura 19 – Dois indivíduos de *Sotalia guianensis* que apresentaram deformação da nadadeira dorsal, observados durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, na Enseada do Mucuripe Fortaleza/Ce,



Fonte: Acervo Aquasis.

Figura 20 - Quatro dos indivíduos de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) que apresentaram marcas indeterminadas, observados durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, na Enseada do Mucuripe Fortaleza/Ce,



Fonte: Acervo Aquasis.

Referente aos achados categorizados como anormalidade da pele, um (2,56%) indivíduos apresentaram nódulos, dez (25,64%) tiveram manchas esbranquiçadas observadas pelo corpo, dois (5,13%) apresentou pigmentação anômala (piebaldismo), enquanto seis (15,38%) indivíduos apresentaram lesões semelhantes à doença da tatuagem (*tattoo skin disease*) (Figuras 21 a 24).

Figura 21 - Indivíduo de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) com nódulos no dorso-lateral esquerdo, observado durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, na Enseada do Mucuripe Fortaleza/Ce,

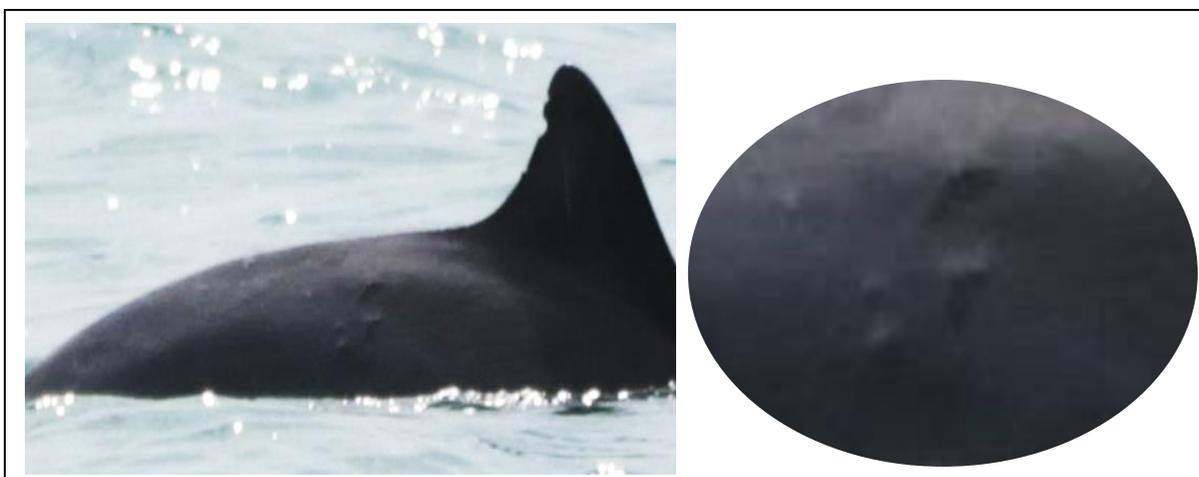


Figura 22 – Indivíduos de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) com manchas esbranquiçadas, observados durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, na Enseada do Mucuripe Fortaleza/Ce,



Fonte: Acervo Aquasis.

Figura 23 - Indivíduos de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) com pigmentação anômala (piebaldismo), observados durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, na Enseada do Mucuripe Fortaleza/Ce,



Fonte: Acervo Aquasis.

Figura 24 – Indivíduos de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) com lesões semelhantes à doença da tatuagem (*tattoo skin disease*) com pigmentação anômala (piebaldismo), observados durante o período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, na Enseada do Mucuripe Fortaleza/Ce,



Fonte: Acervo Aquasis.

As alterações de pigmentação da pele em cetáceos não indicam necessariamente doença (Herr et al, 2020). Porém, alguns tipos de doenças de pele, como doenças da tatuagem (TSD - *tattoo skin disease*), já foram observados principalmente em cetáceos que habitam águas costeiras contaminadas (Van Bresseem *et al.*, 2003). As lesões são regularmente observadas sobrepostas em ancinhos dentais e outras lesões epidérmicas superficiais, sugerindo que estas podem favorecer a entrada viral. Estas lesões podem aumentar e atingir grandes diâmetros e eventualmente cicatrizar, perder pigmentação e converter-se em marcas cinza claras antes de desaparecer completamente (Van Bresseem *et al.*, 2022).

Apesar do conhecimento ainda limitado sobre a imunidade contra os poxvírus dos cetáceos, segundo Van Bresseem e colaboradores, dados epidemiológicos indicam que cetáceos infectados desenvolvem imunidade contra o vírus, com uma prevalência mais baixa desse tipo de lesão em indivíduos adultos.

Durante o período do presente estudo, em maio de 2021, houve encalhe de uma carcaça de boto-cinza em moderado estágio de decomposição no trecho da Praia de Iracema. A carcaça foi coletada para necropsia pela equipe de resgate da Aquasis.

Conforme o laudo necroscópico, tratava-se de uma fêmea adulta com 1,95m, magra, com marcas de interação interespecífica observadas de forma multifocal próximo às nadadeiras dorsal e caudal, sem marcas externas sugestivas de interações com petrechos de pesca. O estágio de decomposição inviabilizou melhores análises da condição cutânea (Figura 25).

Internamente, além de alterações *post mortem* generalizadas, o trato gastrointestinal estava sem conteúdo e o sistema reprodutivo apresentou conteúdo de consistência firme na cérvix uterina, que em breve análise foram observadas partes ósseas em processo de formação, compatível com feto em processo de maceração. Quanto à avaliação histopatológica, foi indicado um processo infeccioso generalizado secundário à broncopneumonia supurativa séptica. Dentre as limitações apresentadas pelo estágio de decomposição da carcaça, apenas foi possível afirmar que houve um processo infeccioso, sistêmico, de curso subagudo a crônico, causando debilitação e predisposição ao óbito. Após comparação com o catálogo de fotoidentificação, foi constatado que se tratava do boto #C15.

Figura 25 - Carcaça de animal encalhado na área de estudo em maio de 2022. À esquerda, conteúdo encontrado na cavidade uterina.



Fonte: Acervo Aquasis.

3 DISCUSSÃO

Este trabalho foi baseado em fotografias realizadas durante o monitoramento de *Sotalia guianensis*, no período de outubro de 2019 a dezembro de 2022, e informa sobre a condição corporal, a presença de doenças de pele, lesões traumáticas e anomalias na pele em indivíduos da população residente na Enseada do Mucuripe.

O aumento da pressão ambiental sobre os mamíferos marinhos pode levar a mais epizootias e à disseminação de doenças zoonóticas, ampliando a gravidade das infecções em nível global. Esses mamíferos são importantes sentinelas para identificar doenças emergentes, monitorar toxinas antropogênicas e impactos de algas nocivas. Essas doenças têm implicações significativas na saúde pública e ambiental. Os mamíferos marinhos são indicadores cruciais da saúde dos oceanos e da humanidade, impulsionando a pesquisa para avaliar novas espécies e desenvolver melhores ferramentas de monitoramento da saúde marinha (Bossard, 2011).

A avaliação da condição corporal dos botos-cinza apresentou, dentre os indivíduos avaliados, quase metade destes com condição corpórea na categoria “magro e emaciado”. O emagrecimento é uma característica de atrofia do tecido muscular e adiposo, causado geralmente por desnutrição ou fome (Herr *et al.*, 2020), infecção por patógenos, doenças ou lesões (Fenton *et al.*, 2017). Van Bresseem *et al.* (2007a, b) também sugerem que emagrecimento pode ser desencadeado por um alto nível de estresse nos animais. Como ocorrido no caso da epidemia de morbilivírus em botos-cinza na Baía de Sepetiba, o emagrecimento foi repetidamente descrito durante e bem antes do evento (Van Bresseem *et al.* 2007; Flach *et al.* 2019; Groch *et al.* 2020), Meirelles *et al.* (2022) apontaram oito indivíduos da Enseada do Mucuripe com “saúde debilitada” devido ao emagrecimento e quatro com lesões de doença de pele. O aumento de indivíduos com más condições corporais

pode ser um sinal inicial da necessidade de gerenciar atividades antrópicas na região para evitar o agravamento das condições de saúde desta população.

Na categoria de lesões traumáticas, os indivíduos apresentaram cicatrizes e feridas de origem antropogênica, sugestivas de interação com artefatos de pesca ou detritos marinhos, com marcas próximas ao pedúnculo e atrás da cabeça. A nadadeira dorsal, nadadeiras laterais e cauda de *S. guianensis* podem ser gravemente feridos, devido a traumas relacionados a emaranhados em artefatos de pesca, resultando em amputações e deformações parciais ou completas (Rosas *et al.*, 2010). O emalhe e captura acidental são dos principais impactos sofridos pela espécie (Crespo *et al.*, 2010). No Ceará, estes animais têm o maior índice de encalhes na Região Metropolitana de Fortaleza relacionados à captura acidental em rede de pesca (Meirelles *et al.*, 2010, Monteiro-Neto *et al.*, 2000). Na mesma região, entre os anos de 1996 e 1998, foram realizados experimentos para reduzir as interações desses animais com atividades pesqueiras com dissuasores acústicos (*pingers*) (Monteiro-Neto *et al.*, 2004), porém não existem resultados sobre o experimento.

Os impactos de capturas acidentais nas populações de boto-cinza ainda são pouco compreendidos, principalmente relacionados a pesca artesanal. Taxas e padrões de cicatrizes relacionadas ao emalhamento visível em fotografias de animais selvagens podem ser usados para avaliar a frequência de eventos de emalhe não letais (Robbins e Mattila, 2001). Lesões não letais de origem antropogênica são cada vez mais relatados em cetáceos em todo o mundo e são considerada uma ameaça à sobrevivência e ao bem-estar de várias espécies e populações (Kautek *et al.*, 2019).

Interações inter e intraespecíficas foram relatadas para vários cetáceos e considerando a natureza social, esses tipos de interação são uma provável pressão natural que afeta os golfinhos da região (Hupman *et al.*, 2017). Comportamentos agressivos são alguns dos quais podem causar feridas em membros da mesma espécie.

A deformidade da nadadeira dorsal foi observada em dois indivíduos, dos quais um deles (#D5) está na região desde 2004 (Meirelles, 2013) e já apresentava esta condição, que pode ter sido originária de uma lesão traumática. Um outro indivíduo (#C15), apresentou corte sugestivo de interação com artefato de pesca, assim como os indivíduos observados com marcas de lesões traumáticas.

As anomalias de pele foram as condições cutâneas mais frequentemente detectadas, incluindo animal com nódulos, manchas esbranquiçadas, pigmentação anômala e indivíduos que apresentaram lesões semelhantes à doença de tatuagem (*tattoo skin disease*). TSD e demais poxvírus de cetáceos tem sido bastante estudados nos últimos anos,

principalmente geneticamente. Como incremento, atualmente a fotografia digital e o aumento da identificação em estudos com fotos de odontocetos permitem avaliações visuais que fornecem mais informações sobre a distribuição geográfica da doença, bem como sua epidemiologia e ecologia (Van Bressem *et al.*, 2022).

Para espécies de vida longa, a exposição às condições ambientais, como flutuações na temperatura da água e poluição ambiental, devem ser reconhecidas como um risco para a saúde, sujeito a efeitos cumulativos de longo prazo (Hart *et al.*, 2012; Tornero *et al.*, 2014), sendo a alimentação a principal via de contaminação por compostos organoclorados em cetáceos (Lailson-Brito *et al.*, 2010). Monteiro-Neto *et al.* (2003) encontraram maiores níveis de concentração de metais em fígados de indivíduos maduros encalhados no Ceará.

Em estudo mais recente com amostras biológicas de botos-cinza encalhados no litoral brasileiro, inclusive do Ceará, Santos-Neto e colaboradores (2014) comprovaram a presença de compostos organoclorados em tecidos e gordura desses animais. Além disso, durante as amostragens foi registrado resíduo oleoso na região do Porto do Mucuripe, portanto, os animais estão expostos a contaminantes na área de estudo. A avaliação necroscópica do indivíduo encalhado indicou processo infeccioso, porém, com a ausência de recursos financeiros para realização de exames histopatológicos, microbiológicos e ecotoxicológicos dos animais resgatados na região do estudo, o acesso às informações mais detalhadas sobre a real condição dos indivíduos dessa população é limitado.

Embora dados quantitativos para populações de vida livre sejam escassos devido a níveis incertos ou desconhecidos de exposição e à falta de monitoramento detalhado, o padrão é cada vez mais evidente e o problema assume proporções globais (Tornero *et al.*, 2014). Pesquisas recentes têm enfatizado a potencial influência dos contaminantes sobre os mamíferos marinhos, sugerindo que tanto a função imunológica quanto os contaminantes antropogênicos podem desempenhar um papel significativo no surgimento de doenças observadas no ambiente natural (Wilson *et al.*, 1999). Os esforços podem ajudar a elucidar a potência, a extensão e a forma de interação entre humanos e mamíferos marinhos e contribuir para o desenvolvimento de medidas adequadas de conservação (Her *et al.*, 2020).

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho destacou a fotoidentificação como uma ferramenta de pesquisa oportunista e não invasiva para monitorar a presença de condições cutâneas em cetáceos ao longo do tempo. A documentação fotográfica e uma descrição detalhada são ferramentas úteis para estudos comparativos e contribuem para o conhecimento sobre as condições de saúde de cetáceos, ainda que a etiologia das condições patológicas seja inicialmente desconhecida.

Os botos-cinza estão sujeitos a uma exposição crônica a diversas pressões potencialmente prejudiciais induzidas pelo homem no ambiente marinho, incluindo poluição marinha, patógenos nocivos e doenças. Regiões geográficas com alto grau de atividades antropogênicas são de importância especial para pesquisa de impactos sobre cetáceos. Além da condição corporal, tal como outras espécies de golfinhos costeiros, estes animais podem apresentar lesões cutâneas e lesões traumáticas causados por interações com fatores relacionados às atividades antropogênicas, como redes de pesca ou colisões de embarcações.

Uma avaliação inicial sobre a prevalência de lesões potencialmente relacionadas com patógenos pode fornecer dados superficiais, a partir dos quais é possível identificar populações vulneráveis. A análise de indicadores de saúde e qualidade da água devem ser uma prioridade para o monitoramento da população a longo prazo, considerando que um declínio na saúde dos indivíduos pode se traduzir na redução da busca por alimento, de defesa imunológica, do potencial de reprodução, do desenvolvimento e, portanto, redução da resiliência contra mudanças ambientais e vulnerabilidade populacional. Desta forma, as informações preliminares sobre as condições de saúde do boto-cinza residente na Enseada do Mucuripe, nordeste do Brasil, podem nortear ações locais necessárias para a conservação da espécie.

REFERÊNCIAS

- BERTULLI CG, CECCHETTI A, VAN BRESSEM MF, VAN WAEREBEEK K. Skin disorders in common minke whales and white-beaked dolphins off Iceland, a photographic assessment. *Journal of Marine Animals and Their Ecology* 5(2):29-40. 2012.
- BOSSART, G. D. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Veterinary Pathology*, 48(3), 676–690. <https://doi.org/10.1177/0300985810388525>, 2011.
- CRESPO E. A. *et al.* Report of the working group on major threats and conservation. *LAJAM* 8:47–56, 2010.
- DE SOUSA PAIS, F. *et al.* Anthropogenic noise and guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Brazil: Ecological and conservation concerns. In *Coastal Research Library* (Vol. 22, pp. 321–366). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56985-7_13, 2018.
- DIERAUF, L. A., E GULLAND, F. M. D. *Handbook of marine mammal medicine: Health, disease, and rehabilitation*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420041637>. 2018.
- DOMICIANO, I. G., DOMIT, C., BROADHURST, M. K., KOCH, M. S., BRACARENSE, A. P. Assessing Disease and Mortality among Small Cetaceans Stranded at a World Heritage Site in Southern Brazil. *PLoS One*. 2016 Feb 12;11(2):e0149295. doi: 10.1371/journal.pone.0149295. PMID: 26871703; PMCID: PMC4752507. 2016.
- FAIR, P. A., BECKER, P. R. Review of stress in marine mammals. In *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* (Vol. 7), 2020.
- FENTON, H. *et al.* Causes of mortality of harbor porpoises *Phocoena phocoena* along the Atlantic and Pacific coasts of Canada. *Diseases of Aquatic Organisms*, 122, 171-183. <https://doi.org/10.3354/dao03080>. 2017.
- FLACH, L., VAN BRESSEM, M-F., PITOMBO, F., AND AZNAR, F. J., Emergence of the epibiotic barnacle *Xenobalanus globicipitis* in Guiana dolphins after a morbillivirus outbreak in Sepetiba Bay, Brazil, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, vol. 263. doi:10.1016/j.ecss.2021.107632. 2021.
- FIRE, S. E. *et al.* Domoic acid exposure in pygmy and dwarf sperm whales (*Kogia* spp.) from southeastern and mid-Atlantic U.S. waters. *Harmful Algae*, 8(5), 658–664. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2008.12.002>, 2009.
- FLORES, P. A. C. *et al.* Tucuxi and Guiana Dolphins. In *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 1024–1027). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-804327-1.00264-8>, 2018.
- GROCH, K.R. *et al.* Guiana dolphin unusual mortality event and link to cetacean morbillivirus. *Brazil Emerg Infect Dis* 24(7):1349–1354. <https://doi.org/10.3201/eid2407.180139>, 2018.
- GROCH, K. R. *et al.* The Pathology of Cetacean Morbillivirus Infection and Comorbidities in Guiana Dolphins During an Unusual Mortality Event (Brazil, 2017-2018). *Veterinary*

Pathology , v. Sep 23, p. 030098582095455, 2020.

- HART, L. B. *et al.* Skin Lesions on Common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) from Three Sites in the Northwest Atlantic, USA. PLoS ONE 7(3): e33081. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033081>. 2021.
- HERR, H. *et al.* Injuries, Malformations, and Epidermal Conditions in Cetaceans of the Strait of Gibraltar. Aquatic Mammals 2020, 46(2), 215-235, DOI 10.1578/AM.46.2.2020.215. 2020.
- HUPMAN, K. *et al.*, Viability of photo-id as a tool to examine the prevalence of lesions on free-ranging common dolphins (*Delphinus delphis*). Aquatic Mammals 2017, 43(3), 264-278, DOI 10.1578/AM.43.3.2017.264. 2017.
- JOBLON, M. J. *et al.* (2014). Body condition scoring system for delphinids based on short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*). *Journal of Marine Animals and their Ecology*, 7(2), 5–13. 2014.
- KAUTEK, G., Van Bresse, M.F., Ritter, F. External Body Conditions in Cetaceans from La Gomera, Canary Islands, Spain. *Journal of Marine Animals and Their Ecology*. Vol 11, Issue 2, 2019.
- MALDINI, D., RIGGIN, J., CECCHETTI, A., COTTER, M. P. Prevalence of epidermal conditions in California coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Monterey Bay. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 39(7):455-462. 2010.
- MEIRELLES, A. C. O. *et al.* Records of Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in the State of Ceará, Northeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 8(1–2). <https://doi.org/10.5597/lajam00157>, 2010.
- MEIRELLES, A. C. O. Ecologia populacional e comportamental do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), na Enseada do Mucuripe, Fortaleza, Estado do Ceará. Universidade Federal do Ceará, 2013.
- MEIRELLES, A. C. O., CAMPOS, A. A., FONTELES-FILHO, A. Occurrence, group size and site fidelity of *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla, Delphinidae) in an artificially sheltered beach in northern Brazilian coast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 15(2), 112–120, 2020.
- MEIRELLES, A. C. O. *et al.* Abundance and effect of health status on apparent survival of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, in an open embayment in north-eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(6), 1022–1040. <https://doi.org/10.1002/aqc.3804>, 2022.
- MONTEIRO-NETO, C. *et al.* Impact of fisheries on the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) populations off Ceará state, northeastern Brazil. *Aquatic Mammals*, 26(1), 49–56. <https://www.researchgate.net/publication/254258407>, 2000.
- MONTEIRO-NETO, C. *et al.* Behavioral responses of *Sotalia Fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae) to acoustic pingers, Fortaleza, Brazil. *Marine Mammal Science*, 20: 145-151. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2004.tb01145.x> .2004.

- PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA. Lei Ordinária nº 9949, de 13 de dezembro de 2012. Declara como Patrimônio Natural do Município de Fortaleza os Botos-cinza da Espécie *Sotalia guianensis*. 2012. Disponível em: https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/media/sapl/public/materialegislativa/2011/313/313_texto_integral.pdf
- PUGLIARES, K.R. *et al.* Marine Mammal Necropsy: An introductory guide for stranding responders and field biologists. Massachusetts: National Oceanic and Atmospheric Association, Woods Hole Oceanographic Institution, WHOI 2007-06. Technical Report, 2007.
- ROBBINS, J.; MATTILA, D. K. Monitoring entanglements of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in the Gulf of Maine on the basis of caudal peduncle scarring. Document SC/53/NAH25 presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, 2001.
- ROSAS, F. C. W., MARIGO, J.; LAETA, M.; ROSSI-SANTOS, M. R. Natural history of dolphins of the genus *Sotalia*. Latin American Journal of Aquatic Mammals, [S. l.], v. 8, n. 1-2, p. 57-68, 2010. DOI: 10.5597/lajam00154. Disponível em: <https://www.lajamjournal.org/index.php/lajam/article/view/331>. Acesso em: 11 feb. 2024.
- SACRISTÁN, C. *et al.* Molecular identification and microscopic characterization of poxvirus in a Guiana Dolphin and a common Bottlenose Dolphin, Brazil. Diseases of Aquatic Organisms, V. 130, P. 177-185, 2018.
- SACRISTÁN, C. *et al.* Novel herpesviruses in riverine and marine cetaceans from South America. Acta Tropica, V. 190, P. 220-227, 2019.
- SÁNCHEZ-SARMIENTO, A. M. *et al.* Molecular, serological, pathological, immunohistochemical and microbiological investigation of *Brucella* spp. in marine mammals of Brazil reveals new cetacean hosts. *Transboundary and Emerging Diseases*, 66(4), 1674–1692. <https://doi.org/10.1111/tbed.13203>, 2019.
- SANTOS-NETO, E. B. *et al.* Organochlorine concentrations (PCBs, DDTs, HCHs, HCB and MIREX) in delphinids stranded at the northeastern Brazil. *Science of the Total Environment*, 472, 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.117>, 2014.
- SCHIAVETTI, A. *et al.* Conservação/Conservation In Carvalho, V. L. & Meirelles, A. C. O. Boto-Cinza - Biologia e Conservação no Brasil/Guiana Dolphin Biology and Conservation in Brasil (pp. 139-157). Bambu Editora e Artes Gráficas LTDA, 2020.
- SILVA, V. M. F.; BEST, R. C. *Sotalia fluviatilis*. In *Mammalian Species* (Vol. 527). <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3504117>, 1996.
- SIMÕES-LOPES, P. C. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853, (Cetacea, Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, 57–62, 1988.
- SOARES, E.D., Cantor, M., Bracarense, A.P.F.R.L. *et al.* Health conditions of Guiana dolphins facing cumulative anthropogenic impacts. *Mammalian Biology*. 102, 1589–1604. <https://doi.org/10.1007/s42991-022-00299-3>. 2022.

- TODD, V. L. G. *et al.* A review of impacts of marine dredging activities on marine mammals. ICES J Mar Sci 72(2):328–340. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu187>. 2015.
- TOMS, C.N., STONE, T., OCH-ADAMS, T. Visual-only assessments of skin lesions on free-ranging common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): Reliability and utility of quantitative tools. Marine Mammal Science. 1–30, 2000.
- TOMS, C.N.; STONE, T.; OCH, T. Skin lesion and mortality rate estimates for common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Florida Panhandle following a historic flood. PLoS ONE 2021, 16, e0257526.4. 2021.
- Tornero, V., Sylvina, T.J., Wells, R.S., Singh, J. (2014). Eco-toxicants: A Growing Global Threat. In: Yamagiwa, J., Karczmarski, L. (eds) Primates and Cetaceans. Primatology Monographs. Springer, Tokyo. https://doi.org/10.1007/978-4-431-54523-1_16
- VAN BRESSEM, M-F., Gaspar R, Aznar FJ (2003) Epidemiology of tattoo skin disease in bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* from the Sado estuary. Portugal Dis Aquat Organ 56(2):171–179. <https://doi.org/10.3354/dao056171>
- VAN BRESSEM, M-F. *et al.* Microparasites and their potential impact on the population dynamics of small cetaceans from South America: a brief review. International Whaling Commission Working Paper SC/59/DW8. 2007a
- VAN BRESSEM, M-F. *et al.* A preliminary overview of skin and skeletal diseases and traumata in small cetaceans from South American waters. The Latin American Journal of Aquatic Mammals, 6(1), 7–42. <https://doi.org/10.5597/lajam00108>, 2007b.
- VAN BRESSEM, M-F., SANTOS, M. C. O., OSHIMA, J. E. F. Skin diseases in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from the Paranaguá estuary, Brazil: A possible indicator of a compromised marine environment. Marine Environmental Research, v. 67, p. 63–68, 2009a.
- VAN BRESSEM, M-F. *et al.* Emerging infectious diseases in cetaceans worldwide and the possible role of environmental stressors. Diseases of Aquatic Organisms, v. 86, p. 143–157, 2009b.
- VAN BRESSEM, M. F. *et al.* Epidemiological characteristics of skin disorders in cetaceans from South American waters. Latin American Journal of Aquatic Mammals. 10. 20–32. 2015a.
- VAN BRESSEM, M-F. *et al.* Epidemiology of lobomycosis-like disease in bottlenose dolphins *Tursiops spp.* from South America and southern Africa. *Diseases of Aquatic Organisms* 117(1):59–75. 2015b.
- VAN BRESSEM M. F., VAN WAEREBEEK, K., DUGNAN, P. J. Tattoo skin disease in cetacea: a review, with new cases for the northeast pacific. Animals (Semina: Ciências Agrárias Londrina, Brasil) 14 (12), 24. doi: 10.3390/ani12243581. 2022.
- WELLS, R. S. *et al.* Consequences of injuries on survival and reproduction of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along the west coast of Florida. *Marine Mammal Science* 24(4):774–794. 2008.

WILSON, B., *et al.* Epidermal diseases in bottlenose dolphins: impacts of natural and anthropogenic factors. *Proceedings of the Royal Society, London, B* 266: 1077-1083. 1999.

WÜRSIG, B., JEFFERSON, T. A. Methods of photo-identification for small cetaceans. <https://www.researchgate.net/publication/285799303>, 1990.