



**PUC
GOIÁS**



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO**

GABRIELLY COELHO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS ANTROPOGÊNICOS SOFRIDOS POR ESPÉCIES DE
CETÁCEOS QUE OCORREM NO LITORAL DO BRASIL**

**GOIÂNIA - GOIÁS
2026**

GABRIELLY COELHO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS ANTROPOGÊNICOS SOFRIDOS POR ESPÉCIES DE
CETÁCEOS QUE OCORREM NO LITORAL DO BRASIL**

Monografia apresentada à Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dr. Darlan Tavares Feitosa.

GOIÂNIA - GOIÁS

2026



FOLHA DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO CURSO DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS - BACHARELADO, APRESENTADO EM 12 DE JUNHO DE 2026
E CONSIDERADO **APROVADO** PELA BANCA EXAMINADORA.

Título: ANÁLISE DOS IMPACTOS ANTROPOGÊNICOS SOFRIDOS POR
ESPÉCIES DE CETÁCEOS QUE OCORREM NO LITORAL DO BRASIL.

Autor(a): GABRIELLY COELHO DE OLIVEIRA

Prof. Dr. Darlan Tavares Feitosa
Orientador(a)

Me. Igor Gerolineto Alves
Membro

Me. Maycon Winnicius B. S. Coelho
Membro

AGRADECIMENTOS

Sou grata à minha família pelo apoio emocional e financeiro, por compreenderem os momentos em que precisei estar distante e por criarem as condições para que eu pudesse cursar a faculdade. O afeto e o companheirismo de vocês foram essenciais nos momentos mais difíceis dessa trajetória.

Ao meu namorado, Caique Moreira, agradeço pela presença, pelo apoio e pela tranquilidade que me proporcionou durante tantas etapas. Sou muito feliz por ter encontrado você em um momento de tantas dificuldades. Sua parceria e seu suporte ao longo da preparação deste trabalho foram fundamentais para que eu conseguisse chegar até aqui.

À minha amiga Bruna Hellen Cardoso, agradeço pela amizade, pelo incentivo constante e por sempre trazer leveza e boas risadas aos meus dias. Seu apoio tornou esse percurso mais fácil, e sua amizade foi um importante suporte ao longo do curso e da vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Darlan Tavares Feitosa, agradeço pela orientação, pela paciência em todas as etapas deste trabalho e pela confiança depositada em minha capacidade. Sua humanidade e a forma como acolhe seus alunos são admiráveis. Sua maneira de orientar foi fundamental para tornar este trabalho possível. Sou grata por ser sua orientanda e por ter você como parte desta jornada.

Aos membros da banca, Maycon Winnicius B S. Coelho e Igor Girolineto Alves, agradeço pela disponibilidade, pelo auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho e pelas sugestões que contribuíram para seu aprimoramento. Vocês são grandes inspirações acadêmicas e profissionais.

Aos professores que fizeram parte da minha formação, agradeço pela dedicação ao ensino, pelo incentivo e pela confiança em meu desempenho. Cada contribuição foi importante para meu desenvolvimento científico, profissional e humano e permanecerá presente em minha trajetória.

Agradeço também aos funcionários e professores vinculados ao Centro de Estudos e Pesquisas Biológicas (CEPB), pelo acompanhamento e pelo apoio durante minha formação acadêmica.

Ao Projeto Baleia Jubarte, agradeço pela oportunidade de realizar um estágio que inspirou a escolha deste tema e ampliou meu fascínio pelos cetáceos e pela conservação da vida marinha. Sou grata por todo o aprendizado e pelas amizades

construídas durante essa experiência, especialmente à minha coordenadora, Maíta Moura, e à Maria Fernanda Eing, minha companheira de moradia e dos desafios vivenciados durante o estágio.

Por fim, agradeço ao Programa Universidade para Todos (ProUni), do Ministério da Educação, pela bolsa de estudos que possibilitou a realização do sonho de me tornar bióloga.

RESUMO

Os cetáceos são considerados importantes indicadores da saúde dos ecossistemas marinhos, reagindo de forma sensível às mudanças causadas pelas atividades humanas. No Brasil, onde são registradas 49 espécies, muitas enfrentam situações de vulnerabilidade devido as interações com a pesca, poluição e tráfego de embarcações. O presente estudo realizou uma análise quantitativa e qualitativa dos impactos antropogênicos sofridos por cetáceos no litoral brasileiro entre 2020 e 2025, utilizando dados secundários do Sistema de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA). Foram analisados 7.261 registros de encalhes, com maior concentração nos estados de São Paulo, Santa Catarina e Rio de Janeiro, refletindo tanto a produtividade ecológica dessas regiões quanto a intensidade do esforço de monitoramento. A toninha (*Pontoporia blainvillei*) e o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) foram as espécies mais frequentes, totalizando 5.742 registros, correspondendo a 79% dos registros analisados. A interação com a pesca foi identificada como o principal vetor de impacto antrópico, respondendo por pelo menos 1.499 registros. O Índice de Vulnerabilidade (IV) aplicado classificou a toninha e o boto-cinza com vulnerabilidade "Muito Alta", evidenciando que a proximidade com áreas urbanas e zonas de pesca aumenta drasticamente o risco para essas populações. Conclui-se que, embora os registros de encalhe sejam fundamentais para a gestão, eles representam apenas uma fração da mortalidade real ocorrida no mar, sendo urgente a implementação de políticas públicas que restrinjam o uso de redes de emalhar em áreas de reprodução e alimentação.

Palavras-chave: Mamíferos Marinhos; Impactos Antrópicos; Brasil; SIMBA; Conservação.

ABSTRACT

Cetaceans are essential indicators of marine ecosystem health, responding sensitively to changes caused by human activities. In Brazil, where 49 species are recorded, many face vulnerability due to interactions with fishing, pollution, and vessel traffic. This study conducted a quantitative and qualitative analysis of anthropogenic impacts on cetaceans along the Brazilian coast between 2020 and 2025, using secondary data from the Aquatic Biota Monitoring Information System (SIMBA). A total of 7,261 stranding records were analyzed, with the highest concentrations in the states of São Paulo, Santa Catarina, and Rio de Janeiro, reflecting both the ecological productivity of these regions and the intensity of monitoring efforts. The franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) and the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) were the most frequent species, totaling 5,742 records, corresponding to 79% of the records analyzed. Fishing interaction was identified as the primary anthropogenic impact vector, accounting for at least 1,499 records. The applied Vulnerability Index (VI) classified the franciscana and the Guiana dolphin as having "Very High" vulnerability, showing that proximity to urban areas and fishing zones drastically increases the risk for these populations. The study concludes that, although stranding records are fundamental for management, they represent only a fraction of the actual mortality occurring at sea, emphasizing the urgent need for public policies that restrict the use of gillnets in breeding and feeding areas.

Key-Words: Marine Mammals; Anthropic Impacts; Brazil; SIMBA; Conservation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Representatividade anual dos registros de interação de cetáceos no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.....	42
Tabela 2 - Espécies de cetáceos com maior número de registros de interação com atividades humanas no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.....	43
Tabela 3 - Estados com maior número de registros de encalhe de cetáceos no período de 2020 a 2025.	44
Tabela 4 - Municípios com maior número de registros de encalhe de cetáceos no período de 2020 a 2025.	45
Tabela 5 - Estágio de desenvolvimento etário de cetáceos registrados encalhado no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.	45
Tabela 6 - Tipos de interação de cetáceos registrados no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.	46
Tabela 7 - Índice preliminar de vulnerabilidade para as principais espécies de cetáceos registrados no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.....	47
Tabela 8 - Status de conservação para as principais espécies de cetáceos registrados no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.	48

SUMÁRIO

FOLHA DE APROVAÇÃO	iii
AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE TABELAS	viii
1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. Definição e classificação de Cetacea e diversidade geral	13
2.1.1. Características morfológicas.	13
2.1.2. Importância ecológica.	15
2.2. Diversidade de Cetáceos no Brasil	16
2.2.1 Riqueza de espécies - espécies costeiras e oceânicas.	16
2.2.2 Distribuição geográfica ao longo das regiões	17
2.3. Ecologia e uso de habitat	19
2.3.1. Padrões e uso das áreas de alimentação	20
2.3.2. Padrões e uso das áreas de reprodução	21
2.3.3. Áreas críticas utilizadas por cetáceos	21
2.3.4. Influência de fatores ambientais	23
2.4. Impactos antrópicos sobre cetáceos	24
2.4.1 Principais impactos antropogênicos sobre os cetáceos	26
2.4.2. Encalhes de cetáceos - definições e principais ameaças	28
2.4.3. Encalhe de cetáceos como indicador de impactos	29
2.4.4. Uso de banco de dados (PMP e SIMBA)	31
2.5. Status de conservação de espécies	32
3. JUSTIFICATIVA	35
4. OBJETIVOS	37
4.1 Geral	37
4.2 Específicos	37
5. MATERIAL E MÉTODOS	38
5.1 Delineamento da pesquisa	38
5.2 Área de estudo	38

5.3 Coleta de dados	38
5.4 Seleção dos registros.....	39
5.5 Variáveis.....	39
5.6 Análise dos dados	40
5.6.1 Caracterização taxonômica	40
5.6.2 Associação Espécie-Impacto	40
5.7 Classificação do estado de conservação.....	41
6. RESULTADOS	42
6.1 Caracterização geral do banco de dados	42
6.2 Diversidade de cetáceos registrados no monitoramento no litoral brasileiro.....	42
6.3 Distribuição espacial dos encalhes.....	43
6.4 Caracterização biológica dos indivíduos registrados.....	45
6.5 Impactos antrópicos identificados	46
6.6 Vulnerabilidade das espécies aos impactos antrópicos.....	46
6.7 Associações Espécie-Impacto.....	47
6.8 Status de Conservação	48
7 DISCUSSÃO	49
8. CONCLUSÕES	53
Referências.....	55

1. INTRODUÇÃO

A Ordem Cetartiodactyla agrupa espécies de baleias, golfinhos e botos que são consideradas importantes indicadores da saúde dos ambientes marinhos, pois atuam em diferentes níveis tróficos e bioacumulam poluentes e toxinas antropogênicas em seus tecidos (Bossart, 2010; Domiciano et al., 2016; ICMBio, 2021). No Brasil são registradas 49 espécies das quais sete estão com algum grau de ameaça conforme apontado pelo Plano de Ação Nacional para Conservação dos Cetáceos Marinhos Ameaçados de Extinção (ICMBio, 2021).

Muitas espécies de cetáceos que ocorrem no Brasil estão em situação vulnerável devido as interações com atividades humanas como pesca e poluição química e sonora (Wells et al., 2004; Agrelo, 2017).

A diminuição da diversidade de vida marinha pode desencadear uma série de consequências nos sistemas naturais que prejudicam a oferta de serviços vitais fornecidos pelos ecossistemas (Worm et al., 2006). Isso ocorre, pois, esses mamíferos aquáticos desempenham uma função importante na preservação dos ecossistemas oceânicos com a regulação das cadeias tróficas e ciclagem de nutrientes (ICMBio, 2021). Estudos apontaram que sua posição no topo da cadeia alimentar favorece a capacidade de acumular poluentes em seus tecidos, tornando-os vulneráveis a substâncias nocivas presentes no ambiente que podem desencadear respostas fisiológicas negativas (Wells et al., 2004; Delgado-Suarez et al., 2023).

Pesquisas apontam que a mortalidade de cetáceos na costa do Brasil está relacionada às capturas acidentais em redes de pesca e aos impactos diretos como colisões com embarcações (Domiciano et al., 2016; ICMBio, 2021). A perda de ambientes naturais próximos ao mar devido ao crescimento urbano e a expansão da infraestrutura afeta diretamente a forma como os cetáceos se deslocam e se comportam na região costeira. Agrelo et al. (2019) avaliaram mudanças comportamentais em *Tursiops truncatus* após alterações na paisagem e mostraram uma redução na presença desses animais naquela área. Os autores destacaram que os efeitos da interferência humana no meio ambiente podem ter impactos negativos sobre as populações locais de cetáceos. Além disso, o aumento da poluição sonora

provocada por embarcações pode perturbar os padrões de comunicação, impactando suas relações sociais e métodos de caça (Silvano, 2017; Oliveira, 2024).

Uma avaliação das necropsias realizadas em pequenos mamíferos marinhos encontrados encalhados no litoral sul do Brasil, indicou que aproximadamente 65% dos óbitos estavam relacionados às atividades humanas e em sua maioria por capturas acidentais em redes de pesca (Domiciano et al., 2016). Também foram encontradas patologias como pneumonia parasitária e doenças contagiosas, as quais podem ser agravadas pela exposição à poluição química decorrente de atividades industriais e agrícolas (Wells et al., 2004; Bossart, 2010). Pesquisas sugerem que metais pesados, tais como mercúrio e chumbo, estão em níveis elevados nos tecidos de mamíferos marinhos expostos em regiões altamente industrializadas, podendo afetar negativamente seu sistema de defesa imunológica bem como sua capacidade de reprodução (Lemos et al., 2013; Delgado-Suarez et al., 2023).

Considerando as ameaças sofridas por diversas espécies de cetáceos no litoral brasileiro, esta proposta tem como objetivo investigar os efeitos causados pela atividade humana nos cetáceos encontrados no Brasil, por meio de uma análise nas planilhas do SIMBA, plataforma que é vinculada ao Projeto de Monitoramento de Praias (PMP) e disponibiliza os dados das ocorrências. Espera-se traçar um panorama geral dos impactos sofridos pelo grupo, mapeando seus principais pontos de ocorrência, bem como os principais fatores de ameaça.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Definição e classificação de Cetacea e diversidade geral

2.1.1. Características morfológicas.

Os cetáceos estão inseridos dentro da Ordem Cetartiodactyla, que reúne os grupos Artiodactyla e Cetacea. Os artiodáctilos incluem mamíferos terrestres como ruminantes e suínos, enquanto os cetáceos correspondem aos mamíferos aquáticos, como baleias, golfinhos e botos (Graur; Higgins, 1994; Nikaido; Rooney; Okada, 1999; Spaulding; O’Leary; Gatesy, 2009; Hassanin et al., 2012; Zurano et al., 2019).

Os cetáceos se destacam por sua grande diversidade ecológica e ampla distribuição global, ocorrendo em praticamente todos os oceanos e em alguns ambientes de água doce. O grupo explora desde regiões costeiras rasas até áreas oceânicas profundas, com espécies capazes de realizar mergulhos em grandes profundidades. Essa amplitude que reflete tanto a capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais quanto a exploração de distintos nichos, reduzindo a competição interespecífica (Geisler; Sanders, 2003; Hassanin et al., 2012; Goldbogen et al., 2019; Virgili et al., 2019; Braun et al., 2022).

De acordo com as avaliações mais recentes da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), os cetáceos possuem aproximadamente 93 espécies reconhecidas, sendo um grupo altamente diversificado (Fordyce; Barnes, 1994; Coombs et al., 2022; IUCN, 2024). Uma característica marcante do grupo é a variação morfológica, fisiológica e ecológica, incluindo grandes diferenças no tamanho corporal e distribuição geográfica. Um exemplo evidente é a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), espécie que pode atingir grandes dimensões corporais, enquanto outras, como a vaquita (*Phocoena sinus*), apresentam pequeno porte, refletindo a elevada diferença morfológica do grupo (Price; Bininda-Emonds; Gittleman, 2005; Goldbogen et al., 2019). A diversidade dos cetáceos também se apresenta em níveis genéticos e ecológicos, sendo influenciada por fatores como história evolutiva, estrutura social e ampla distribuição espacial (Araujo, 2015; Vachon; Whitehead; Frasier, 2018; Goldbogen et al., 2019).

Os cetáceos estão divididos em dois grupos, sendo eles os mysticetos, que são conhecidos como as baleias de barbatanas e odontocetos ou também chamados de cetáceos com dentes, grupos que são separados devido às diferenças anatômicas

e alimentares distintas. Enquanto os misticetos possuem barbatanas filtradoras, os odontocetos apresentam dentição e normalmente utilizam ecolocalização. Essa distinção baseia-se principalmente em diferenças anatômicas e funcionais associadas à alimentação e à percepção sensorial. Os misticetos utilizam estruturas filtradoras especializadas para a captura de presas, enquanto os odontocetos apresentam dentição diferenciada e frequentemente usam ecolocalização como principal mecanismo de orientação e forrageamento. Essa divisão reflete estratégias ecológicas contrastantes e forma uma das principais formas de diversificação evolutiva dentro do grupo (Gatesy et al., 2013; Goldbogen; Madsen, 2018; Goldbogen et al., 2019; Coombs et al., 2022)

As características morfológicas dos cetáceos refletem adaptações altamente especializadas ao meio aquático. O corpo fusiforme e hidrodinâmico reduz o arrasto e aumenta a eficiência locomotora, sendo uma resposta direta às propriedades físicas da água. Essa relação entre forma e função é amplamente discutida em estudos sobre evolução e morfologia de mamíferos marinhos (Fish; Howle; Murray, 2008; Weber et al., 2014; Pavlov et al., 2021).

A presença de uma camada de gordura subcutânea, que é chamada de blubber, constitui uma adaptação essencial para a termorregulação. Essa estrutura atua como isolante térmico e reserva energética, sendo particularmente importante em ambientes frios. Além disso, adaptações fisiológicas complementares contribuem para a manutenção da homeotermia (Perrin; Würsig; Thewissen, 2009; Braun et al., 2022).

Os sistemas sensoriais dos cetáceos apresentam modificações significativas, com destaque para a audição altamente desenvolvida. Em ambientes aquáticos, onde a visibilidade é reduzida, a ecolocalização representa uma adaptação fundamental para orientação e captura de presas. Essa habilidade é amplamente descrita na literatura bioacústica como uma das mais sofisticadas entre os mamíferos (Au; Hastings, 2008).

As adaptações ao mergulho profundo são um outro aspecto relevante da biologia dos cetáceos. Esses organismos possuem mecanismos fisiológicos que permitem suportar altas pressões e longos períodos de apneia, incluindo modificações no sistema respiratório e maior resistência a falta de oxigênio. Tais características

possibilitam a exploração de ambientes profundos (Virgili et al., 2019; Braun et al., 2022).

Os cetáceos possuem uma grande variação no tamanho corporal entre as espécies, o que reflete essa grande diversidade morfológica. As espécies variam desde pequenos golfinhos até grandes baleias, fatores que influenciam diretamente suas estratégias energéticas e ecológicas. Essa variação está associada à ocupação de diferentes níveis tróficos (Ayancik; Fish; Moored, 2020).

2.1.2. Importância ecológica.

A importância ecológica dos cetáceos está diretamente relacionada à sua atuação em múltiplos níveis tróficos. Esses organismos podem atuar como consumidores de níveis inferiores ou como predadores de topo, influenciando a dinâmica das cadeias alimentares. Estudos indicam que essa posição variável confere aos cetáceos um papel estruturador nos ecossistemas aquáticos (Roman et al., 2014; Kiszka; Woodstock; Heithaus, 2022).

Além das interações tróficas diretas, cetáceos exercem efeitos indiretos sobre os ecossistemas. Alterações no comportamento de presas e outras espécies podem influenciar inúmeros organismos dentro da cadeia trófica, ampliando sua influência ecológica (Baum; Worm, 2009; Heithaus et al., 2008).

Os cetáceos também desempenham papel relevante na ciclagem de nutrientes nos ambientes marinhos. Por meio de seus deslocamentos verticais e excreções, contribuem para a distribuição de nutrientes na água, promovendo a produtividade primária. Esse processo é conhecido como “whale pump”, onde os cetáceos transportam os nutrientes de águas profundas para a superfície (Roman; McCarthy, 2010).

A atuação de cetáceos como predadores de topo evidencia efeitos reguladores importantes nos ecossistemas. A redução de suas populações pode desencadear desequilíbrios ecológicos significativos, afetando diferentes níveis tróficos (Heithaus et al., 2008; Baum; Worm, 2009).

Portanto, a mobilidade e ampla distribuição dos cetáceos permitem a integração de processos ecológicos em larga escala. Esses organismos conectam diferentes habitats e promovem trocas de energia e matéria entre sistemas diferentes,

consolidando sua importância como componentes-chave dos ecossistemas aquáticos (Doughty *et al.*, 2016; Murphy *et al.*, 2021).

2.2. Diversidade de Cetáceos no Brasil

A costa brasileira contempla uma das maiores diversidades de cetáceos do Atlântico Sul Ocidental, resultado de uma ampla extensão territorial marinha e da heterogeneidade ambiental presente ao longo do litoral (Costa *et al.*, 2017). A ocorrência de diversas espécies está diretamente relacionada com as características oceanográficas da plataforma continental e do talude, os quais fornecem diferentes condições ecológicas para cetáceos costeiros e oceânicos (Di Tullio *et al.*, 2016).

A elevada riqueza de espécies registradas no Brasil ocorre pela combinação entre águas tropicais, subtropicais e áreas de ressurgência, fatores que favorecem a disponibilidade de recursos alimentares e a utilização do litoral como área de alimentação, reprodução e migração (Mayorga *et al.*, 2020; Figueiredo *et al.*, 2023).

Com 49 espécies registradas, o Brasil abriga aproximadamente 53% da diversidade mundial de cetáceos, estimada em torno de 92 espécies reconhecidas atualmente (Braulik *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2024). Esse expressivo percentual posiciona o litoral brasileiro entre as regiões de maior relevância para a conservação do grupo em escala global, reforçando a importância de estudos que ampliem o conhecimento sobre a distribuição, ecologia e estado de conservação das espécies que ocorrem nessa área.

Os cetáceos registrados no território brasileiro pertencem tanto a subordem Mysticeti, quanto à subordem Odontoceti, abrangendo espécies residentes e migratórias (Silva *et al.*, 2024). Entre os odontocetos, se têm uma grande riqueza específica, especialmente de golfinhos associados tanto a ambientes costeiros quanto oceânicos. Já os misticetos apresentam ocorrência predominantemente sazonal, relacionada aos seus movimentos migratórios entre áreas de alimentação antárticas e as regiões de reprodução tropicais (Figueiredo *et al.*, 2020; Mayorga *et al.*, 2020).

2.2.1 Riqueza de espécies - espécies costeiras e oceânicas.

A distribuição dos cetáceos no Brasil apresenta forte relação com variáveis ambientais, como profundidade, temperatura superficial do mar e produtividade primária. Espécies oceânicas tendem a ocupar áreas profundas e associadas ao

talude continental, enquanto espécies costeiras utilizam áreas rasas e de estuários (Di Tullio *et al.*, 2016; Figueiredo, *et al.*, 2017; Martins *et al.*, 2023).

As espécies costeiras dependem principalmente de áreas marinhas rasas próximas à costa, de estuários e baías protegidas. O boto-cinza por exemplo, possui ampla distribuição ao longo da costa brasileira, sendo frequentemente registrado em regiões estuarinas (Lobo *et al.*, 2021).

A toninha (*Pontoporia blainvillei*) representa outro exemplo de cetáceo costeiro com a distribuição restrita à plataforma continental. A espécie apresenta padrão de distribuição ao longo da costa sudeste e sul do Brasil, característica que aumenta sua vulnerabilidade aos impactos antrópicos (Mayorga *et al.*, 2020).

Os cetáceos costeiros estão entre os grupos mais suscetíveis aos impactos antrópicos devido à sua proximidade com áreas urbanizadas e à intensa atividade de embarcações. Capturas acidentais em redes de pesca, poluição química, ruído e tráfego de embarcações estão entre as principais ameaças registradas para essas populações (Marega-Imamura *et al.*, 2020).

Em ambientes oceânicos, a riqueza de espécies está associada à presença de águas profundas, à plataforma continental externa e ao talude continental. Di Tullio *et al.* (2016) avaliaram a diversidade e os padrões de distribuição de cetáceos no Sudeste e Sul do Brasil, registraram 21 espécies na plataforma continental externa e no talude, evidenciando a importância desses ambientes para os cetáceos oceânicos. Entre as espécies registradas, a cachalote apresentou maior frequência e concentrou-se em profundidades superiores a 1.000 m, já os pequenos golfinhos apresentaram padrões de ocorrência associados à quebra da plataforma e ao talude continental.

A utilização do litoral brasileiro por espécies migratórias também contribui significativamente para a riqueza de cetáceos registrada no país. Baleias como a baleia-jubarte, baleia-franca-austral, baleias-sei, entre outras, utilizam a costa brasileira em diferentes períodos do ciclo de vida, sendo esta utilizada principalmente em épocas de reprodução (Figueiredo *et al.*, 2020; Mayorga *et al.*, 2020).

2.2.2 Distribuição geográfica ao longo das regiões

A distribuição geográfica dos cetáceos no litoral brasileiro não ocorre de maneira uniforme, pois reflete diferenças oceanográficas, ambientais e fisiográficas ao longo da margem continental. No estudo realizado por Di Tullio *et al.* (2016) foram

notadas variações sazonais, gradientes latitudinais e diferenças entre áreas costeiras e oceânicas, indicando que a distribuição das espécies responde a questões como profundidade, temperatura, produtividade e sazonalidade.

As espécies apresentam diferentes preferências ambientais e a heterogeneidade da área pode favorecer a ocorrência de cetáceos com diferentes preferências ecológicas (Figueiredo, 2020). Dessa forma, podemos intuir que a distribuição das espécies ao longo da costa brasileira está associada às particularidades ambientais de cada região.

Na região Norte, a distribuição dos cetáceos é influenciada pelo rio Amazonas, responsável por modificar parâmetros ambientais como salinidade, turbidez e produtividade (Tosetto *et al.*, 2022). A presença de águas estuarinas favorece espécies adaptadas a ambientes costeiros e de transição, embora ainda existam lacunas significativas relacionadas ao monitoramento de cetáceos na região (Guion; Percequillo; Rollo, 2024; Silva; Souto; Azevedo, 2024).

O Nordeste brasileiro se destaca como uma das principais áreas reprodutivas de baleias-jubarte no Atlântico Sul Ocidental. O Banco dos Abrolhos apresenta condições favoráveis para a reprodução e cuidado parental dos filhotes com suas águas quentes e rasas, concentram fêmeas, filhotes e grupos reprodutivos durante a temporada e é considerado uma área prioritária para a conservação da espécie (Martins *et al.*, 2001).

Já a região Sudeste do Brasil apresenta uma riqueza elevada de cetáceos por fatores ambientais como a interação entre massas d'água tropicais e subtropicais, além da ocorrência de eventos de ressurgência (Di Tullio *et al.*, 2016; Figueiredo *et al.*, 2020). A heterogeneidade ambiental favorece a sobreposição de nichos ecológicos e a ocorrência simultânea de espécies costeiras e oceânicas (figueiredo, 2017).

No Sul do Brasil, as condições oceanográficas subtropicais favorecem a ocorrência sazonal de espécies migratórias e de cetáceos associados a águas frias (Prado *et al.*, 2016). Um exemplo é a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), espécie que utiliza as áreas costeiras de Santa Catarina para reprodução e amamentação, com preferência registrada por praias dissipativas, especialmente a praia da Ribanceira, onde se concentrou o maior número de indivíduos em 14 enseadas monitoradas (Seyboth *et al.*, 2015). A toninha também apresenta grande

frequência de ocorrência na região, principalmente em áreas costeiras de menor profundidade (Sucunza *et al.*, 2019).

Os padrões de distribuição geográfica vistos ao longo da costa brasileira mostram a importância ecológica do país para a conservação dos cetáceos do Atlântico Sul. A diversidade de habitats marinhos permite a ocorrência de espécies com diferentes exigências ecológicas, desde pequenos odontocetos costeiros, até grandes mysticetos migratórios.

2.3. Ecologia e uso de habitat

O uso do habitat entre cetáceos é relacionado às funções ecológicas que certos ambientes fornecem ao longo do ciclo de vida das espécies. Áreas costeiras, estuários, baías, plataforma continental, talude e águas oceânicas, podem ser usadas para alimentação, reprodução, deslocamento, descanso e cuidado parental. No litoral do Brasil, essa grande variedade de ambientes favorece diferentes padrões de ocupação especial, de forma que as espécies respondem de maneiras diferentes conforme profundidade, disponibilidade de presas, sazonalidade e características oceanográficas locais (Di Tullio *et al.*, 2016).

Segundo o estudo de Martins *et al.* 2001, a ocupação de habitat de baleias-jubarte na Plataforma de Abrolhos indica um alto grau de heterogeneidade na ocupação espacial em resposta à composição do grupo. Em grupos com filhotes o habitat é utilizado de forma distinta em relação a como os grupos compostos só por adultos utilizam. Esse padrão mostra como, em cada temporada reprodutiva, a mesma área pode ter funções ecológicas diferentes.

Pequenos cetáceos costeiros tendem a utilizar ambientes rasos e protegidos ecologicamente, onde a estrutura do habitat favorece a permanência dos animais. Uma espécie que apresenta uso recorrente de áreas estuarinas é o boto-cinza (*Sotalia guianensis*). Foi observado por Rossi-Santos *et al.* (2010) em um estudo feito no estuário do rio Caravelas, o total de 187 grupos durante 191 levantamentos, com ocorrência frequente próxima à foz do rio e a bancos arenosos. A observação da espécie nesses locais sugere que a estrutura do ambiente, a disponibilidade de presas e a persistência dos animais dentro do local têm sido correlacionadas (Rossi-Santos *et al.*, 2010).

Outra espécie que possui forte associação com ambientes costeiros de menor profundidade é a toninha (*Pontoporia blainvillei*). No Rio Grande do Sul, Danilewicz *et*

al. (2009) observaram que a toninha usa de forma ampla a faixa de profundidade amostrada. A profundidade não explica a segregação de categorias biológicas nessa área do estudo, pois não há correlação absoluta entre juvenil/adulto, tamanho ou sexo.

2.3.1. Padrões e uso das áreas de alimentação

As áreas de alimentação dos cetáceos são principalmente caracterizadas pela disponibilidade de presas e pela produtividade dos ambientes marinhos. Em muitos casos, peixes, lulas e outros organismos consumidos pelos cetáceos estão associados a processos oceanográficos que favorecem a concentração de animais, gerando alta produtividade. No litoral sudeste do Brasil, valores de isotópicos de carbono e nitrogênio indicaram que cetáceos coocorrentes eram mais propensos a serem segregados por recursos e área de forrageamento devido a diferenças no uso trófico do ambiente (Paschoalini *et al.*, 2021)

Em ambientes costeiros, estuários e baías podem atuar como importantes áreas de alimentação por reunirem condições favoráveis à concentração de presas. No estuário do rio Caravelas, o padrão espacial do boto-cinza pode estar associado a áreas de alta complexidade de habitat. Os bancos de areia, variações de profundidade e as áreas ao redor da foz do rio podem oferecer ambientes de forrageamento com grande disponibilidade alimentar e contribuir para o uso recorrente da área pela espécie (Rossi-Santos *et al.*, 2010).

Já nas regiões oceânicas, a quebra da plataforma e o talude continental são características com algumas informações para estruturar as zonas de alimentação. Essas condições facilitam dinâmicas biofísicas que promovem a produtividade local ou a concentração de presas em profundidade. No geral, a presença com maior frequência de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) em águas com mais de 1.000 m de profundidade apoia essa relação com a profundidade da água, já que os cefalópodes permanecem um fator essencial na inclusão da espécie no padrão de ocorrência (Di Tullio *et al.*, 2016).

A coexistência de diferentes espécies de cetáceos em uma mesma região não implica necessariamente o uso dos mesmos recursos alimentares. Variações nos valores isotópicos indicam diferenças na utilização de nichos tróficos, refletindo padrões distintos de alimentação e ocupação do habitat. Em algumas espécies, como

Delphinus delphis e *Balaenoptera edeni*, foram observadas assinaturas isotópicas relacionadas a áreas de ressurgência, demonstrando a influência dos processos oceanográficos sobre a ecologia alimentar desses cetáceos (Paschoalini *et al.*, 2021).

2.3.2. Padrões e uso das áreas de reprodução

Regiões específicas também são de grande interesse para espécies migratórias, principalmente para espécies que migram de áreas de alta latitude em regiões de alimentação e para baixa latitude em regiões de reprodução e cuidado parental. No Atlântico Sul Ocidental, o Banco de Abrolhos constitui uma das principais áreas reprodutivas da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), sendo utilizado por fêmeas, filhotes e grupos reprodutivos durante a temporada de reprodução (Martins *et al.*, 2001).

Regiões específicas são de grande interesse para espécies migratórias que se deslocam de altas latitudes, onde se alimentam, para baixas latitudes, onde se reproduzem e exercem cuidado parental. No Atlântico Sul Ocidental, o Banco dos Abrolhos constitui o principal exemplo desse padrão para a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), conforme descrito no item 2.2.2 (Martins *et al.*, 2001).

No litoral de Santa Catarina, a baleia-franca-austral utiliza baías costeiras como áreas de reprodução, parto e amamentação, conforme descrito no item 2.2.2 (Seyboth *et al.*, 2015). Esse padrão evidencia que características físicas do ambiente costeiro como a morfologia das praias influenciam diretamente a escolha das áreas reprodutivas durante o período de permanência da espécie na região.

A ocorrência de baleias-francas varia ao longo da estação reprodutiva, com maior concentração de indivíduos em determinados períodos do ano. A utilização das áreas costeiras também está associada a características ambientais específicas, incluindo aspectos da morfologia das praias e baías, orientação da costa e condições de vento. Esses padrões demonstram que a ocupação dos habitats reprodutivos resulta da interação entre fatores ambientais e a sazonalidade da espécie (Seyboth *et al.*, 2015).

2.3.3. Áreas críticas utilizadas por cetáceos

As áreas críticas que os cetáceos utilizam são as áreas essenciais para atividades como alimentação, reprodução, deslocamento e cuidado parental. A identificação desses espaços é importante para a conservação, destacando áreas que auxiliam estágios sensíveis do ciclo de vida. O Banco dos Abrolhos representa um exemplo consolidado na literatura de local crítico para a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) (Martins *et al.*, 2001).

A importância de Abrolhos precisa ser compreendida em conjunto com os movimentos migratórios da espécie. As baleias-jubarte que utilizam a costa brasileira durante o inverno integram o estoque reprodutivo A, sendo a população que migra para a costa brasileira no inverno. A definição da área de alimentação do estoque A foi estabelecida por meio de abordagens complementares. Engel e Martin (2009), utilizando fotoidentificação, demonstraram que as baleias-jubarte que se alimentam nas Ilhas Sandwich do Sul provêm da população reprodutiva brasileira, ao mesmo tempo em que excluíram a Ilha Bouvet como área de alimentação desse estoque. De forma convergente, Zerbini *et al.* (2011), por rastreamento por satélite, acompanharam indivíduos que percorreram entre 902 e 7.258 km e chegaram a áreas de alimentação ao norte das Sandwich do Sul, corroborando a delimitação proposta por Engel e Martin (2009).

O monitoramento de indivíduos de baleia-jubarte nas regiões da Geórgia do Sul e das Ilhas Sandwich do Sul revelou variações espaciais no uso do habitat ao longo da temporada de forrageamento, indicando que os animais exploram diferentes locais dessas áreas conforme o avanço da estação alimentar. A relevância ecológica desses ambientes reforça a necessidade de uma abordagem conservacionista que considere todo o ciclo migratório da espécie, incluindo tanto as áreas reprodutivas da costa brasileira quanto os habitats de alimentação localizados em altas latitudes (Bamford *et al.*, 2022).

As baías da costa de Santa Catarina também servem como locais importantes para grandes baleias migratórias no sul do Brasil. A baleia-franca austral habita nesses locais durante a temporada de reprodução. Conforme citado anteriormente, no estudo de Seyboth *et al.* (2015) ocorreu o avistamento de baleias-francas-austrais em um total de 14 baías. O número de avistamentos de mães e filhotes foi significativo, demonstrando a relevância da área para reprodução e cuidado parental.

Habitats costeiros frequentados por pequenos cetáceos podem ser igualmente significativos, mesmo que em escalas diferentes. No estuário do rio Caravelas, Rossi-Santos *et al.* (2010) observaram um total de 187 grupos de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) em 191 levantamentos. Os animais foram mais abundantes em águas rasas, sugerindo que essa proximidade da foz favorece as estratégias de alimentação e disponibilidade de presas.

A baía de Sepetiba também é um exemplo de local utilizado pelo boto-cinza. Entre os anos de 2005 e 2007, foram registrados um total de 376 avistamentos de grupos ou agregações de botos-cinza, com atividades predominantes relacionadas à alimentação e ao forrageamento, a ocorrência desses grupos numerosos e o uso frequente da baía indicam que o local desempenha um papel importante para a população local (Dias; Herzing; Flach, 2009).

2.3.4. Influência de fatores ambientais

A utilização do habitat e a ocorrência de cetáceos dependem de fatores ambientais que variam. Profundidade, temperatura da superfície do mar, produtividade, latitude, sazonalidade, correntes e características geomorfológicas podem afetar a disponibilidade de presas e a adequação do ambiente para alimentação ou reprodução. Na plataforma continental externa e talude do sudeste e sul do país, diferenças espaciais e temporais foram associadas à composição e densidade de cetáceos (Di Tullio *et al.*, 2016).

A profundidade é uma variável essencial, mas tem efeitos diferentes entre as espécies. Para os cachalotes, especificamente, eram mais frequentes em águas profundas, mais precisamente acima de 1.000 m, o que estava relacionado à sua ecologia de mergulho/alimentação. Em contraste, o golfinho-franciscana utilizou amplamente a faixa de profundidade amostrada no Rio Grande do Sul, enquanto nenhuma classe biológica foi claramente distinguida. Essas observações indicam que uma única variável ambiental pode ter significados ecológicos diferentes dependendo da espécie analisada (Danilewicz *et al.*, 2009; Di Tullio *et al.*, 2016).

Em nichos reprodutivos, a proteção física da área parece ser importante. Baías com características morfológicas específicas podem oferecer melhores condições para fêmeas e filhotes, reduzindo a exposição a ventos, ondas e áreas mais abertas. As baleias-francas-austrais tendem a buscar preferencialmente corpos

d'água que oferecem ampla cobertura superficial, pois praias e baías em Santa Catarina são mais favoráveis espacial e semi estruturalmente, esse padrão destaca a necessidade de dinâmicas locais específicas do habitat para a organização espacial na temporada de reprodução (Seyboth *et al.*, 2015)

Os locais de alimentação também são influenciados por processos oceanográficos. A ressurgência e a consequente subida de águas frias e ricas em nutrientes à superfície estão associadas a um aumento na produtividade e concentração de presas. Um estudo no Sudeste do Brasil mostra como contrastes isotópicos entre espécies de cetáceos foram revelados devido à presença de ressurgência, sugerindo que as mudanças físicas do sistema aquático podem se refletir na composição alimentar e nos hábitos alimentares das espécies (Paschoalini *et al.*, 2021).

O uso ecológico e de habitat dos cetáceos no Brasil demonstra uma forte conexão entre necessidades biológicas e ambientes. Áreas rasas, estuários, baías protegidas, taludes, zonas de ressurgência e zonas reprodutivas têm funções diferentes para diferentes espécies. Algumas áreas contribuem para alimentação, reprodução e cuidado parental; outras podem servir a múltiplos propósitos ao longo do ano. A diferença ajuda a explicar por que a influência da atividade antropogênica não afeta todos os cetáceos de forma igual e porque a identificação de habitats significativos é importante para orientar ações de conservação.

2.4. Impactos antrópicos sobre cetáceos

Os impactos antropogênicos são mudanças que podem ser causadas direta ou indiretamente por atividades humanas, que podem alterar o ambiente ou os organismos que nele vivem. No ambiente marinho, a pesca, a navegação, a poluição, a ocupação costeira, a exploração de recursos e as mudanças climáticas podem atuar em conjunto para afetar a mesma área e ter efeitos diferentes, que podem ser mais intensos e duradouros (Micheli *et al.*, 2013).

Os impactos antrópicos sobre os ecossistemas marinhos raramente atuam de forma isolada, sendo comum a sobreposição entre diferentes fontes de pressão ambiental. A análise global realizada em distintos ambientes oceânicos demonstrou que a influência humana está presente em todos os oceanos e que uma parcela expressiva dos ecossistemas marinhos sofre efeitos cumulativos decorrentes da combinação de múltiplos vetores de impacto. Esse cenário evidencia que espécies

marinhas, incluindo os cetáceos, estão frequentemente expostas a diversos fatores de estresse simultaneamente, o que pode potencializar seus efeitos sobre as populações (Halpern et al., 2008).

Os efeitos diretos ocorrem quando a atividade humana causa ferimentos ou morte. Por exemplo, captura acidental em redes de pesca, colisões com embarcações e agressões. Os efeitos indiretos ocorrem quando a disponibilidade de presas, a qualidade do habitat ou o comportamento dos animais mudam (Weir; Pierce, 2013).

As interações entre mamíferos marinhos e pescarias são tanto diretas quanto indiretas em relação à captura acidental, e existem relações indiretas de sobreposição de uso de recursos. Há também uma diferença entre efeitos letais e subletais. Os impactos letais resultam na morte imediata ou subsequente do indivíduo (Jog et al., 2022).

Como exemplo do impacto de colisões com embarcações, Laist et al. (2001) analisaram 58 casos de colisões com baleias e observaram que navios de diferentes tamanhos podem atingi-las, mas as lesões mais graves e letais estão mais provavelmente associadas a navios grandes e rápidos. Os efeitos subletais nem sempre levam a sinais externos visíveis, mas têm consequências no comportamento, fisiologia e uso do habitat.

Os impactos associados ao ruído subaquático não se restringem aos efeitos imediatos provocados pelo tráfego de embarcações. Evidências obtidas para a baleia-franca-do-norte (*Eubalaena glacialis*) demonstram que a exposição contínua ao ruído de origem antrópica pode estar relacionada ao aumento dos níveis de estresse fisiológico, indicando que a poluição sonora constitui uma fonte adicional de pressão sobre as populações. Esses resultados ressaltam que, além das colisões, a intensidade, a frequência e a duração da exposição ao ruído devem ser consideradas na avaliação dos impactos causados pela navegação sobre os cetáceos (Rolland et al., 2012). Existem tipos de impacto diferentes, podendo eles serem cumulativos ou diretos. Um exemplo de impacto cumulativo é a exposição contínua a ruídos, poluentes ou tráfego marítimo. Já um impacto direto se relaciona a algo que pode ocorrer uma única vez, como por exemplo a colisão com embarcações. Quando múltiplos fatores impactam a mesma área ou os mesmos indivíduos, os impactos podem se acumular.

As áreas utilizadas por cetáceos frequentemente coincidem com regiões sujeitas a intensa atividade humana, a análise conjunta de informações de rastreamento e de diferentes vetores de impacto antrópico demonstrou elevada sobreposição entre habitats prioritários para essas espécies e múltiplas fontes de pressão ambiental. Esse cenário indica que os organismos marinhos raramente estão expostos a um único fator de estresse, destacando a importância de abordagens que considerem impactos cumulativos na definição de medidas de conservação (Maxwell et al., 2013).

2.4.1 Principais impactos antropogênicos sobre os cetáceos

Os cetáceos estão sujeitos a muitos tipos de pressão humana que variam entre espécies, ambientes e atividades. Populações costeiras tendem a apresentar maior exposição a pressões antrópicas por ocuparem áreas próximas a centros urbanos, zonas portuárias, rotas de navegação e atividades pesqueiras. Entre os efeitos documentados estão captura incidental, colisões com embarcações, alterações comportamentais associadas ao tráfego marítimo, exposição a contaminantes químicos e ingestão de resíduos sólidos.

A captura incidental em atividades de pesca é um dos impactos diretos mais significativos sobre pequenos cetáceos ao longo da costa brasileira. Domiciano *et al.* (2016) estudaram 57 indivíduos no Paraná e encontraram a causa da morte em 46 casos. Entre os registros de mortalidade, 30 foram associados a atividades humanas, dos quais 28 estavam relacionados a capturas acidentais.

Nesta monografia, o boto-cinza representou 89,3% dos casos de captura incidental. Isso indica que a sobreposição entre as áreas dos animais e as atividades de pesca pode ser muito severa em regiões onde sua importância ambiental é conhecida.

O golfinho-franciscana (*Pontoporia blainvillei*) também é muito vulnerável à pesca com redes de emalhar. Na região norte do Espírito Santo, Ramos *et al.* (2022) examinaram registros de encalhes e estimaram a taxa de recuperação de carcaças com base em objetos à deriva. De acordo com esses autores, dos 43 diagnósticos conclusivos, 77% foram de captura acidental. Os autores estimaram a taxa média de recuperação em 26%, o que significa que a maioria das carcaças não chega às praias

monitoradas. Isso indica que os registros costeiros constituem apenas uma parte da mortalidade real.

Prado, Secchi e Kinas (2013) marcaram 145 golfinhos-franciscana capturados acidentalmente em redes de pesca e devolvidos ao mar para avaliar a probabilidade de as carcaças chegarem à costa. Apenas 11 foram encontrados durante o monitoramento das praias. A recuperação relativamente baixa destaca a necessidade de cautela ao estimar a mortalidade apenas a partir de animais encalhados.

O tráfego de embarcações pode gerar efeitos letais e subletais sobre os cetáceos. Entre os impactos letais, destacam-se as colisões, que podem resultar em ferimentos graves ou morte. Durante a avaliação de 24 baleias-jubarte encalhadas ao longo da costa brasileira, foi identificado um filhote com trauma compatível com colisão com embarcação. Embora esse tipo de ocorrência tenha sido pouco frequente no conjunto analisado, o registro demonstra que acidentes envolvendo embarcações podem afetar indivíduos em águas brasileiras, inclusive durante fases iniciais do ciclo de vida (Groch *et al.*, 2018).

A presença de embarcações também pode provocar alterações comportamentais sem causar lesões evidentes. Estudos realizados com pares de mãe e filhote de baleia-jubarte no arquipélago de Abrolhos registraram mudanças no comportamento dos animais quando embarcações se encontravam entre 100 e 300 metros de distância. Esses resultados indicam que áreas reprodutivas constituem ambientes particularmente sensíveis à perturbação antrópica, onde alterações repetidas podem interferir no descanso, no deslocamento e nos cuidados parentais (Morete *et al.*, 2007).

O ruído subaquático representa outra forma de impacto associada à navegação. Na Baía de Fundy, no Canadá, foi observada uma redução de aproximadamente 6 dB nos níveis de ruído subaquático durante um período de diminuição do tráfego de navios, acompanhada por menores concentrações de metabólitos fecais relacionados ao estresse em baleias-francas-do-norte (*Eubalaena glacialis*). Apesar de o estudo ter sido realizado fora do Brasil, os resultados demonstram que a navegação pode provocar efeitos fisiológicos nos cetáceos mesmo na ausência de colisões (Rolland *et al.*, 2012).

A exposição a contaminantes químicos também constitui uma fonte importante de pressão, especialmente para espécies costeiras que habitam regiões próximas a centros urbanos e industriais. A análise de amostras de gordura de botos-cinza provenientes de Ubatuba e da Baixada Santista revelou concentrações elevadas de bifenilos policlorados (PCBs), além da presença de DDTs e outros compostos persistentes. Os resultados sugerem associação entre esses contaminantes e fontes industriais e urbanas da região estuarina de Santos–São Vicente, evidenciando a exposição contínua desses animais a substâncias que tendem a se acumular nos tecidos ao longo do tempo (Alonso *et al.*, 2010).

Os resíduos sólidos também representam uma ameaça para os cetáceos. A avaliação do conteúdo gastrointestinal de 884 indivíduos encalhados no Paraná e em Santa Catarina revelou a presença de resíduos em diferentes espécies, com maior vulnerabilidade observada entre cetáceos costeiros. Os materiais foram registrados em 10,1% dos animais examinados, indicando que a proximidade com áreas sujeitas à intensa ocupação humana aumenta a exposição ao lixo marinho e aos seus potenciais efeitos sobre a saúde dos indivíduos (Valente *et al.*, 2026).

2.4.2. Encalhes de cetáceos - definições e principais ameaças

O encalhe refere-se a todos os animais marinhos encontrados na faixa costeira, mortos ou vivos, bem como carcaças encontradas flutuando perto da costa. Prado *et al.* (2023) conduziram um estudo baseado em dados do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos. Qualquer indivíduo encontrado na praia, vivo ou morto, ou flutuando morto perto da costa deve ser definido como um encalhe. Esta definição permite a inclusão de incidentes caracterizados por diferentes condições das carcaças e circunstâncias de detecção. Os registros podem ser atribuídos de acordo com o número de indivíduos envolvidos e a condição em que os animais são encontrados. O registro de encalhes individuais, refere-se a um único espécime. Eventos coletivos ou em massa envolvem mais de um indivíduo no mesmo local e período.

Também é importante a distinção entre animais encontrados vivos e animais já mortos, pois os procedimentos para cuidado, coleta de informações e interpretação das possíveis causas não são os mesmos em cada caso. Nem todo cetáceo na praia indica a causa do encalhe. Os animais podem chegar pelo mar devido a doenças,

alterações fisiológicas, eventos oceanográficos, falha neonatal ou uma interação com a atividade humana. Em casos mais extremos, a morte ocorre no mar e a carcaça é levada por ventos e correntes até a costa. Cada registro requer interpretação cuidadosa, especialmente quando a decomposição dificulta a observação de lesões ou a realização de exames complementares (Prado *et al.*, 2023).

2.4.3. Encalhe de cetáceos como indicador de impactos

A observação de cetáceos é difícil devido à mobilidade dos animais, à área utilizada e aos desafios de rastreamento para espécies que vivem a maior parte do tempo submersas ou distantes da costa (IJsseldijk *et al.*, 2020). Os registros de encalhes são, portanto, um recurso relevante para informações de ocorrência, distribuição e mortalidade neste domínio. Embora esses dados não reflitam suficientemente o ambiente marinho, eles permitem a detecção de padrões espaciais e temporais que seriam difíceis de obter apenas a partir de observações pontuais.

O estudo de animais encalhados também aprofunda o conhecimento sobre espécies que raramente foram registradas vivas. Os dados taxonômicos, biológicos e de saúde de carcaças de locais costeiros podem incluir espécie, sexo, estágio de desenvolvimento, condição corporal, ferimentos e potenciais interações com atividades humanas (Foord; Rowe; Robb, 2019). Os encalhes são uma contribuição para o conhecimento sobre a biodiversidade regional e podem estar associados a causas tanto naturais quanto antropogênicas (Vianna *et al.*, 2016).

A recorrência de encalhes em áreas pode apoiar a avaliação de pressões ambientais e antropogênicas. Marcas que podem ser consistentes com redes de pesca, amputações, lacerações, fraturas, ingestão de material, presença de óleo e/ou outras descobertas devem ser consideradas em conjunto com a carcaça e as circunstâncias que cercam o incidente. Alguns desses sinais não têm o mesmo grau de evidência, alguns permitem uma inferência mais segura de interação, enquanto outros apenas indicam uma possível associação.

A interpretação dos encalhes requer cautela, pois a presença de um animal na praia não permite, por si só, determinar a causa da morte. A importância das necropsias para essa avaliação foi demonstrada em um estudo realizado com pequenos cetáceos encalhados no litoral do Paraná entre 2007 e 2012. Dos 218 indivíduos registrados, 57 foram submetidos a exames necroscópicos e a causa da

morte pôde ser determinada em 46 casos. Entre esses animais, 30 apresentaram evidências de mortalidade associada a atividades humanas, sendo 28 relacionadas à captura accidental em pescarias e duas atribuídas a traumas. Esses resultados evidenciam a relevância das necropsias para distinguir causas naturais e antrópicas de mortalidade em cetáceos encalhados (Domiciano *et al.*, 2016).

Os eventos de encalhe também refletem a atuação simultânea de diferentes fatores sobre as populações de cetáceos. A avaliação de 24 baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) encontradas encalhadas na costa brasileira entre 2004 e 2016 revelou uma diversidade de causas associadas à mortalidade. A maior parte dos indivíduos analisados era composta por filhotes, e condições neonatais representaram uma parcela expressiva dos diagnósticos realizados. Também foram registrados casos relacionados a traumas, incluindo colisão com embarcação. Esses resultados demonstram que fatores naturais e antrópicos podem coexistir em um mesmo conjunto de dados de encalhes, reforçando a necessidade de análises individualizadas para a correta interpretação dos registros (Groch *et al.*, 2018).

A captura accidental representa uma das principais ameaças para espécies costeiras, especialmente aquelas que apresentam elevada sobreposição espacial com áreas de pesca. A toninha (*Pontoporia blainvillei*) constitui um dos exemplos mais preocupantes no litoral brasileiro devido à intensa interação com pescarias de redes de emalhar. A utilização de carcaças marcadas permitiu avaliar a probabilidade de indivíduos capturados incidentalmente serem posteriormente encontrados nas praias monitoradas. Dos 145 animais devolvidos ao mar após a marcação, apenas 11 foram recuperados durante o monitoramento costeiro. Esses resultados indicam que os registros de encalhe representam apenas uma parcela da mortalidade real ocorrida no ambiente marinho, sugerindo que a captura incidental pode ser substancialmente subestimada quando avaliada exclusivamente a partir de carcaças encontradas na costa (Prado; Secchi; Kinas, 2013).

Os registros de encalhe também possibilitam identificar outras formas de impacto associadas às atividades humanas. A análise do conteúdo gastrointestinal de cetáceos encalhados no Sul do Brasil entre 2015 e 2020 revelou a presença de resíduos marinhos em 10,1% dos 884 indivíduos examinados, pertencentes a 22 espécies. A toninha apresentou a maior frequência de ingestão, atingindo 17,9% dos indivíduos avaliados. Embora lesões macroscópicas no trato digestório tenham sido

pouco frequentes, os resultados demonstram que espécies costeiras estão mais expostas aos resíduos sólidos presentes no ambiente marinho, provavelmente em função da maior proximidade com áreas sob intensa influência antrópica (Valente *et al.*, 2026).

2.4.4. Uso de banco de dados (PMP e SIMBA)

O Projeto de Monitoramento de Praias (PMP) é realizado pela Petrobras por conta de uma condicionante de licenciamento ambiental do ICMBio para poder realizar a extração de petróleo e gás. O PMP atua em diferentes regiões do Brasil através de empresas parceiras que também realizam o monitoramento diário de trechos no litoral. A compilação de todos os dados registrados pelo PMP é inserida no banco de dados do Sistema de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA), através do SIMBA é possível consultar todos os dados de ocorrências de forma pública (Petrobras, 2022).

O banco de dados do SIMBA possui diversas informações relevantes como espécie, data, localidade, coordenadas, condição da carcaça, estágio de decomposição, fotos, evidências de interação, tipos de interações antrópicas e níveis, condição do tempo, entre outras (SIMBA).

Com a sistematização dos registros de encalhes, ocorrências isoladas podem ser transformadas em séries históricas comparáveis. Bancos de dados estruturados permitem que um pesquisador encontre as espécies mais comuns, sua variabilidade sazonal, os locais onde são encontradas com mais frequência e como podem estar mudando ao longo do tempo (Prado *et al.*, 2023).

A integração de dados sobre animais encalhados, necropsias e mortalidade pode auxiliar nas decisões sobre conservação e monitoramento da saúde dos ecossistemas marinhos (Chan *et al.*, 2017).

A utilização de bancos de dados oriundos de programas sistemáticos de monitoramento tem ampliado o conhecimento sobre a ocorrência e a mortalidade de cetáceos no litoral brasileiro. A análise de registros provenientes de mais de 800 km de praias monitoradas entre os estados de São Paulo e Santa Catarina demonstrou que a padronização dos protocolos de amostragem permite incorporar o esforço de monitoramento na interpretação dos resultados, reduzindo vieses associados à detecção dos encalhes e aumentando a confiabilidade das inferências obtidas a partir dos dados disponíveis (Prado *et al.*, 2023).

Foi realizada a avaliação sistemática pela extensão em que as praias estão sendo monitoradas efetivamente, reduzindo distorções associadas a diferenças na amostragem espacial e temporal. Espécies, data, coordenadas geográficas, fotos e estágio de decomposição foram incluídos como pontos de dados chave nas análises. Isso indica que contar encalhes por si só não é suficiente, dado que os locais medidos variam em suas intensidades de monitoramento (Prado *et al.*, 2023).

O SIMBA atua como uma base importante para estudos sobre encalhes e impactos antropogênicos, mas seus dados também devem se qualificar de acordo com questões de pesquisa originais e critérios predeterminados por equipes de pesquisa anteriores. A falta de registros completos, fotografias insuficientes, variações na condição das carcaças e esforços diferentes entre regiões podem afetar o resultado.

Na análise, é importante notar quais registros foram incluídos, quais variáveis têm dados ausentes e quais padrões foram usados para classificar evidências de interação antropogênica. A combinação de informações biológicas, espaciais e temporais permite identificar padrões que são pertinentes à conservação de cetáceos.

Apenas os encalhes não fornecem uma estimativa abrangente da mortalidade no mar, mas contribuem para a consistência na avaliação de tendências, para a formulação de hipóteses e para a identificação de espécies ou áreas para estudo posterior. Quando usados com monitoramento padrão e um exame das limitações, o PMP e o SIMBA fornecem dados que são úteis para compreender os efeitos sobre os cetáceos na costa brasileira.

2.5. Status de conservação de espécies

A avaliação do status de conservação é uma ferramenta importante para estimar o risco de extinção das espécies e as áreas prioritárias para ações de conservação. No Brasil, o processo é apoiado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). A avaliação é baseada no método de categorias e critérios da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) e inclui distribuição geográfica, tamanho da população, tendências de redução, fragmentação populacional e ameaças. Esses resultados podem ajudar na formulação de políticas públicas, no Plano de Ação Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas (PAN), em áreas prioritárias e na atualização da Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (ICMBio, 2026).

O Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade (SALVE) também coleta informações sobre as espécies que foram avaliadas e são classificadas como Pouco Preocupante (LC), Quase Ameaçada (NT), Dados Insuficientes (DD) ou Não Aplicável (NA) à lista oficial. As espécies consideradas ameaçadas na lista oficial incluem as categorias Vulneráveis (VU), Em Perigo (EN) e Criticamente Ameaçadas (CR). Para os mamíferos, a referência normativa atual é a Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022, que atualizou a Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022; ICMBio, 2026).

A Lista Vermelha da IUCN tem cobertura global. Ela possui nove categorias: Extinta (EX), Extinta na Natureza (EW), Criticamente Ameaçada (CR), Em Perigo (EN), Vulnerável (VU), Quase Ameaçada (NT), Pouco Preocupante (LC), Dados Insuficientes (DD) e Não Avaliada (NE). CR, EN e VU são consideradas ameaçadas de extinção. As classificações nacionais e globais não precisam ser idênticas, pois são produzidas em diferentes escalas geográficas. Uma espécie pode ter recuperação populacional em escala global e ainda ter populações reduzidas ou ameaçadas no território brasileiro (IUCN, 2024).

A vulnerabilidade dos cetáceos varia de acordo com o ambiente ocupado e a amplitude de sua distribuição geográfica. Avaliações globais indicaram que aproximadamente uma em cada quatro espécies de cetáceos encontrava-se em alguma categoria de ameaça, sendo observado agravamento do status de conservação para parte das espécies entre 2008 e 2021. Espécies com distribuição mais restrita apresentaram maior probabilidade de estarem ameaçadas, especialmente aquelas associadas a ambientes costeiros e de água doce, onde cerca de 60% das espécies avaliadas foram classificadas em categorias de ameaça (Braulik *et al.*, 2023).

Uma das espécies de cetáceos com maior nível de ameaça no Brasil é toninha, classificada como Criticamente Ameaçada (CR) pela Lista Vermelha do ICMBio e Vulnerável (VU) pela IUCN globalmente. A faixa costeira limitada leva a uma maior sobreposição com redes de emalhar e outras atividades humanas. A toninha (*Pontoporia blainvillei*) é considerada uma das espécies de cetáceos mais ameaçadas do Atlântico Sul Ocidental. Avaliações recentes indicam que os níveis atuais de mortalidade incidental associados às pescarias são incompatíveis com a manutenção

das populações a longo prazo, sendo necessária a redução do esforço pesqueiro e a adoção de medidas de mitigação para evitar declínios populacionais mais acentuados.

A situação da espécie, entretanto, não é homogênea em toda sua distribuição, havendo diferenças importantes entre as unidades de manejo. Avaliações recentes indicam que os níveis atuais de mortalidade incidental são incompatíveis com a manutenção das populações a longo prazo, sendo algumas unidades particularmente vulneráveis em função de seus reduzidos tamanhos populacionais e distribuição restrita (Secchi *et al.*, 2021).

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) encontra-se classificado como Vulnerável (VU) na avaliação nacional e como Quase Ameaçado (NT) em escala global. Apesar dessa diferença entre as classificações, os estudos indicam que populações locais permanecem sujeitas a pressões significativas decorrentes das atividades humanas. Na região de Ilha Grande, no estado do Rio de Janeiro, foi observado que áreas intensamente utilizadas pela espécie apresentam proteção limitada, uma vez que menos de 30% da área de uso dos animais está inserida na Estação Ecológica de Tamoios. Além disso, as áreas com maior densidade prevista de indivíduos localizam-se predominantemente fora dos limites da unidade de conservação, evidenciando a necessidade de estratégias de manejo que contemplem a distribuição real da espécie (Tardin *et al.*, 2020).

A baleia-franca-austral é um exemplo da necessidade de avaliações nacionais e globais serem integradas para serem coerentes. A espécie está listada como Pouco Preocupante (LC) na Lista Vermelha da IUCN, mas ainda é considerada Em Perigo (EN) na lista brasileira. Algumas populações no Hemisfério Sul se recuperaram do fim da caça comercial de baleias. Os locais de reprodução no Brasil estão sob pressão crescente devido à urbanização costeira e ao tráfego marítimo. Figueiredo *et al.* (2017) coletaram registros no sudeste do Brasil e encontraram pares de mãe e filhote em 78% das observações. Os autores também registraram uma colisão com uma embarcação, demonstrando a necessidade de considerar conflitos entre o desenvolvimento costeiro e o uso das águas protegidas por essa espécie.

O status de conservação não deve ser considerado uma medida isolada de frequência de ocorrência ou encalhes. Espécies com LC podem ter impactos significativos em certas regiões. Espécies ameaçadas também podem não estar em um banco de dados devido à distribuição oceânica, tamanho da população ou à baixa

probabilidade de carcaças chegarem a praias monitoradas. Os dados do SIMBA devem ser considerados juntamente com a categoria de ameaça, o tipo de ambiente utilizado, a frequência das interações observadas e as limitações do monitoramento costeiro.

3. JUSTIFICATIVA

Os cetáceos possuem funções ecológicas fundamentais nos ecossistemas aquáticos, atuando na estruturação das cadeias tróficas, na ciclagem de nutrientes e na manutenção de processos ecológicos. Apesar dessa importância, diversas espécies estão em crescente pressão antropogênica, particularmente em áreas costeiras onde há maior sobreposição entre os habitats desses animais e as atividades humanas. A riqueza de cetáceos na costa brasileira está associada à diversidade de ambientes costeiros e oceânicos, mas ainda existem lacunas relacionadas aos padrões espaciais e temporais de mortalidade e às possíveis causas associadas aos eventos de encalhe (Roman *et al.*, 2014; Di Tullio *et al.*, 2016; Costa *et al.*, 2017; Prado *et al.*, 2023).

Nesse contexto, os registros obtidos por programas sistemáticos de monitoramento, como o Projeto de Monitoramento de Praias (PMP), constituem uma importante ferramenta para a investigação da ocorrência de espécies, identificação de ameaças e avaliação de padrões de mortalidade. Estudos baseados em monitoramento costeiro demonstram que os encalhes podem revelar tendências espaciais e temporais de ocorrência, além de indicar espécies mais frequentes em determinados trechos da costa. Assim, a análise de dados disponíveis no Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA) pode contribuir para ampliar o conhecimento sobre a distribuição dos encalhes de cetáceos na costa brasileira, fornecendo subsídios para ações de conservação, manejo e formulação de políticas públicas voltadas à proteção desses mamíferos marinhos (Prado *et al.*, 2023; Martinelli *et al.*, 2024).

Os cetáceos que ocorrem no litoral brasileiro estão expostos a diferentes pressões antrópicas, especialmente em áreas costeiras onde há sobreposição entre a distribuição das espécies, atividades pesqueiras, tráfego de embarcações, urbanização e poluição. Essa condição torna o monitoramento dos registros de encalhe uma ferramenta importante para compreender padrões de ocorrência,

mortalidade e possíveis interações com atividades humanas. A captura incidental em redes de pesca, por exemplo, aparece de forma recorrente em estudos sobre pequenos cetáceos costeiros, sendo apontada como uma ameaça expressiva para espécies como a toninha e o boto-cinza (Domiciano *et al.*, 2016; Prado; Secchi; Kinas, 2013; Secchi *et al.*, 2021; Ramos *et al.*, 2022).

Embora o Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA) reúna informações relevantes sobre a fauna marinha no Brasil, esses dados precisam ser sistematizados e interpretados de forma integrada para auxiliar na identificação das espécies mais afetadas, dos principais tipos de impacto e das áreas com maior frequência de registros. Essa análise é especialmente importante para espécies costeiras e ameaçadas, como *Pontoporia blainvillei* e *Sotalia guianensis*, que apresentam maior proximidade com zonas de pesca, navegação e ocupação humana. Estudos realizados no litoral brasileiro indicam que essas espécies aparecem com elevada frequência em registros de encalhe e podem concentrar parte expressiva das interações documentadas em áreas monitoradas (Domiciano *et al.*, 2016; Secchi *et al.*, 2021; Martinelli *et al.*, 2024).

Dessa forma, este estudo justifica-se pela necessidade de organizar e analisar registros recentes de cetáceos disponíveis no SIMBA, contribuindo para a compreensão dos impactos antrópicos no litoral brasileiro. Os resultados podem auxiliar na identificação de padrões espaciais, taxonômicos e conservacionistas, além de fornecer subsídios para ações de monitoramento, manejo e proteção das espécies mais vulneráveis. Essa abordagem é relevante porque os registros de encalhe não devem ser interpretados apenas como ocorrências isoladas, mas como parte de uma base de dados capaz de indicar tendências, limitações do monitoramento e prioridades para a conservação dos cetáceos no Brasil (Chan; Tsui; Kot, 2017; Prado *et al.*, 2023; Braulik *et al.*, 2023).

4. OBJETIVOS

4.1 Geral

Realizar uma análise quantitativa e qualitativa de impactos antrópicos sofridos por cetáceos no Brasil com base nos dados disponibilizados no Sistema de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA).

4.2 Específicos

- Compor um quadro de espécies de cetáceos que ocorrem no Brasil com registros de encalhe conforme dados do SIMBA apontando quais têm hábitos costeiros e são mais vulneráveis;
- Listar as ameaças aos cetáceos e classificar os impactos mais recorrentes que atingem as espécies que ocorrem no Brasil;
- Analisar descritivamente os dados contidos no SIMBA;
- Analisar quais espécies são mais vulneráveis e listar a sua classificação pela IUCN e Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção do MMA.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Delineamento da pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo observacional, retrospectivo, descritivo e analítico, baseado em dados secundários provenientes do Sistema de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA). O estudo teve abordagem quantitativa e qualitativa, utilizando registros de cetáceos ocorridos ao longo do litoral brasileiro para avaliar a ocorrência de impactos antrópicos, identificar espécies mais vulneráveis e determinar padrões espaciais e temporais associados aos eventos de encalhe.

A estratégia metodológica foi estruturada em seis etapas principais: obtenção e organização da base de dados; tratamento e validação das informações; caracterização taxonômica e ecológica das espécies; análises espaciais e temporais; avaliação dos impactos antrópicos; determinação da vulnerabilidade das espécies.

5.2 Área de estudo

O estudo compreendeu toda a extensão da costa brasileira monitorada pelos Projetos de Monitoramento de Praias (PMPs) integrado ao Sistema de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA). Foram considerados registros provenientes dos estados costeiros brasileiros, abrangendo diferentes ecossistemas marinhos e estuarinos, incluindo praias arenosas, estuários, baías, áreas portuárias e regiões oceânicas adjacentes.

5.3 Coleta de dados

Os dados obtidos diretamente do banco de dados do Sistema de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA), considerou as variáveis relacionadas à: identificação taxonômica; localização geográfica; características biológicas dos indivíduos; condição da carcaça; estágio de desenvolvimento; resultados de necropsia; evidências de interação antrópica e destinação dos espécimes.

Os registros de impacto antrópico presentes nas planilhas do SIMBA possuem níveis, sendo eles:

Nível 1 – Fraco;

Nível 2 – Médio;

Nível 3 – Forte.

5.4 Seleção dos registros

Inicialmente foram selecionados todos os registros classificados taxonomicamente como pertencentes à Ordem Cetacea. Também foi delimitado um período temporal do dia 01/01/2020 a 31/12/2025. Posteriormente foram aplicados os seguintes filtros:

Filtro 1 – Registros válidos: Foram mantidos apenas registros contendo identificação taxonômica mínima ao nível de espécie ou gênero.

Filtro 2 – Impactos antrópicos: Para as análises de ameaça foram utilizados apenas registros contendo evidências de interação antrópica registradas no SIMBA.

Os registros com inconsistência foram mantidos apenas para as descrições gerais.

As categorias de impacto registradas no SIMBA foram agrupadas em: pesca; colisão com embarcações; lixo marinho; caça/vandalismo e outras interações, com o objetivo de construir uma matriz espécie × ameaça contendo a frequência de ocorrência de cada impacto para cada espécie.

5.5 Variáveis

As variáveis foram obtidas a partir da organização da planilha do SIMBA e agrupadas em cinco categorias analíticas.

Variáveis taxonômicas: família; gênero e espécie.

Variáveis biológicas: sexo; classe etária; comprimento corporal; condição corporal e condição da carcaça.

Variáveis espaciais: latitude; longitude; município; localidade e estado.

Variáveis temporais: data do registro.

Variáveis de impacto: interação com pesca; caça; vandalismo; colisão com embarcação; lixo marinho e outras interações.

5.6 Análise dos dados

5.6.1 Caracterização taxonômica

Foi realizada análise descritiva da composição de espécies presentes na base de dados. Para cada espécie foram calculados: frequência absoluta frequência relativa.

5.6.2 Associação Espécie-Impacto

Foi utilizado o teste Qui-quadrado de independência para verificar a existência de associação entre espécies e tipos de impacto.

A normalidade dos dados foi avaliada com base no teste de Shapiro-Wilk assumindo $p=0,05$ para distribuição normal.

A hipótese nula foi definida como:

H0: não existe associação entre espécie e categoria de impacto.

A estatística utilizada foi:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

onde:

χ^2 : Estatística calculada do qui-quadrado.

Σ : Somatório de todas as categorias/células da tabela.

O: Frequência observada nos dados reais.

E: Frequência esperada, calculada assumindo que as variáveis são independentes.

Quando detectadas associações significativas, foram calculados resíduos padronizados ajustados para identificar quais combinações espécie-impacto contribuíram para o resultado. O nível de significância adotado foi $\alpha = 0,05$.

Foi calculado um Índice de Vulnerabilidade (IV) para classificação das espécies. O índice integrou quatro componentes: Frequência de registros; Frequência de impactos antrópicos; Distribuição costeira e Categoria de ameaça.

O índice foi calculado por:

$$IV = \frac{FR + FA + DC + CA}{4}$$

onde:

FR = frequência relativa de registros;

FA = frequência relativa de impactos;

DC = escore de distribuição costeira;

CA = escore de categoria de ameaça.

As espécies foram classificadas em: Muito Alta; Alta; Moderada e Baixa.

5.7 Classificação do estado de conservação

As espécies identificadas foram comparadas com a Lista Vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) e a Lista Nacional Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e assim registradas as categorias de ameaça vigentes para cada espécie.

Os resultados de impacto foram integrados para identificação: das espécies mais vulneráveis; das áreas prioritárias para conservação; dos principais vetores de ameaça e das regiões prioritárias para mitigação de impactos, com a finalidade de discutir possíveis recomendações de manejo e conservação.

6. RESULTADOS

6.1 Caracterização geral do banco de dados

Foram analisados 7.261 registros de cetáceos provenientes do Sistema de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA), distribuídos ao longo do litoral brasileiro. O banco de dados continha 118 variáveis relacionadas à identificação taxonômica, localização geográfica, condição biológica dos indivíduos, informações de necropsia, estágio de desenvolvimento, condição da carcaça, evidências de interação antrópica e destinação final dos espécimes. A distribuição temporal apresentou variação entre os anos avaliados. O maior número de registros ocorreu em 2024, com 1.553 indivíduos, seguido por 2021, com 1.331 registros, e 2022, com 1.220. O ano de 2025 apresentou 952 registros até o dia 20 de outubro.

A Tabela 1 apresenta a distribuição anual dos registros tabulados entre 2020 e 2025. Observa-se aumento no número de registros entre 2020 e 2024, com maior frequência registrada em 2024. Em 2025, os valores devem ser interpretados com cautela, considerando que o período analisado não corresponde ao ano completo.

Tabela 1 - Representatividade anual dos registros de interação de cetáceos no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.

Ano	Registros
2020	1.036
2021	1.331
2022	1.220
2023	1.169
2024	1.553
2025*	952

Legenda: *Dados parciais para 2025. (**Fonte:** SIMBA)

6.2 Diversidade de cetáceos registrados no monitoramento no litoral brasileiro

Foram registradas diversas espécies de cetáceos encalhados durante os monitoramentos do PMP pertencentes às famílias Delphinidae, Pontoporiidae, Balaenopteridae, Kogiidae e Balaenidae. A espécie mais frequentemente registrada foi *Pontoporia blainvillei* (n = 3.562), correspondendo a 49,1% de todos os registros. Em seguida destacaram-se *Sotalia guianensis* (n = 2.180; 30,0%), *Megaptera novaeangliae* (n = 410; 5,6%) e *Tursiops truncatus* (n = 265; 3,6%) (Tabela 2).

Tabela 2 - Espécies de cetáceos com maior número de registros de interação com atividades humanas no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.

Espécie*	N
<i>Pontoporia blainvillei</i>	3.562
<i>Sotalia guianensis</i>	2.180
<i>Megaptera novaeangliae</i>	410
<i>Tursiops truncatus</i>	265
<i>Stenella frontalis</i>	157
<i>Steno bredanensis</i>	43
<i>Kogia breviceps</i>	20
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	19
<i>Tursiops truncatus gephyreus</i>	16
<i>Eubalaena australis</i>	14

Legenda: *Espécies com maior número de registros. (Fonte: SIMBA)

Outras espécies registradas incluíram *Stenella frontalis*, *Steno bredanensis*, *Kogia breviceps*, *Balaenoptera acutorostrata*, *Tursiops truncatus gephyreus*, *Eubalaena australis*, *Delphinus delphis*, *Stenella clymene*, *Kogia sima* e *Balaenoptera brydei*.

Observou-se predominância de espécies costeiras e neríticas, especialmente *P. blainvillei* e *S. guianensis*, que juntas representaram aproximadamente 79% de todos os registros analisados.

6.3 Distribuição espacial dos encalhes

Os registros apresentaram ampla distribuição ao longo do litoral brasileiro, com maior concentração nas regiões Sul e Sudeste. Os estados de São Paulo e Santa Catarina responderam conjuntamente por mais de 60% dos registros disponíveis. As áreas costeiras desses estados constituíram importantes hotspots de ocorrência de encalhes, especialmente para *Pontoporia blainvillei* e *Sotalia guianensis*.

A distribuição geográfica também evidenciou diferenças entre espécies costeiras e oceânicas. Enquanto espécies costeiras apresentaram registros amplamente distribuídos em praias monitoradas, espécies oceânicas ocorreram de forma mais esporádica e com menor frequência relativa (Tabela 3).

Os registros abrangeram principalmente os estados de São Paulo (n = 2.826; 38,9%), Santa Catarina (n = 1.651; 22,7%), Rio de Janeiro (n = 1.177; 16,2%), Paraná (n = 648; 8,9%) e Espírito Santo (n = 606; 8,3%), que juntos representaram aproximadamente 95% de todos os registros disponíveis. Os demais registros foram provenientes de Sergipe, Bahia, Rio Grande do Norte, Alagoas, Ceará e outros estados costeiros com menor representatividade. Entre os estados que não possuem um registro, por conta do monitoramento está: Rio Grande do Sul; Pernambuco; Paraíba; Amapá; Pará; Maranhão e Piauí.

Tabela 3 - Estados com maior número de registros de encalhe de cetáceos no período de 2020 a 2025.

Estado	N
São Paulo	2.826
Santa Catarina	1.651
Rio de Janeiro	1.177
Paraná	648
Espírito Santo	606
Sergipe	176
Bahia	84
Rio Grande do Norte	36
Alagoas	31
Ceará	25

(Fonte: SIMBA)

Os estados de São Paulo, Santa Catarina e Rio de Janeiro concentram 78% de todos os registros. A elevada concentração coincide com: áreas de intensa atividade pesqueira; regiões altamente urbanizadas; presença de importantes portos; maior cobertura dos programas de monitoramento.

Avaliando os municípios onde os encalhes foram registrados, podemos observar que, pelo menos 10 municípios constituem candidatos prioritários para análise de *hotspots* espaciais considerando ser aqueles com maior número de encalhes e ameaças antrópicas (Tabela 4).

Tabela 4 - Municípios com maior número de registros de encalhe de cetáceos no período de 2020 a 2025.

Município	N
Ilha Comprida	575
Guarujá	340
São Francisco do Sul	319
Matinhos/Pontal do Paraná	284
Bertioga	257
Ubatuba	226
Itanhaém	201
Florianópolis	192
Mangaratiba	190
Laguna	188

(Fonte: SIMBA)

6.4 Caracterização biológica dos indivíduos registrados

A análise do sexo revelou predominância de indivíduos classificados como sexo indefinido ($n = 3.322$; 45,8%), seguida por machos ($n = 2.342$; 32,3%) e fêmeas ($n = 1.597$; 22,0%).

Quanto ao estágio de desenvolvimento, verificou-se predominância de indivíduos adultos ($n = 2.528$; 34,8%) e juvenis ($n = 1.989$; 27,4%) (Tabela 5). Registros classificados como indeterminados corresponderam a 1.893 indivíduos (26,1%), enquanto filhotes e fetos representaram 694 (9,6%) e 157 registros (2,2%), respectivamente. A condição dos indivíduos demonstrou que a grande maioria foi registrada morta ($n = 7.171$; 98,8%), enquanto apenas 90 indivíduos (1,2%) foram registrados vivos durante as ações de monitoramento.

Tabela 5 - Estágio de desenvolvimento etário de cetáceos registrados encalhado no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.

Classe	N
Adulto	2.528
Juvenil	1.989
Indeterminado	1.893
Filhote	694
Feto	157

(Fonte: SIMBA)

Em relação à condição da carcaça, predominou a classe 4 ($n = 4.850$; 66,8%), seguida pelas classes 5 ($n = 1.006$; 13,9%) e 3 ($n = 849$; 11,7%). As classes 1 e 2 representaram conjuntamente menos de 8% dos registros. Esses resultados indicam que grande parte dos animais foi encontrada em avançado estado de decomposição, dificultando a determinação precisa das causas de morte.

6.5 Impactos antrópicos identificados

Dos 7.261 registros analisados, 1.896 apresentaram algum tipo de interação antrópica explicitamente registrada no banco de dados. As interações relacionadas à pesca constituíram a principal categoria de impacto observada. Foram registrados 375 eventos classificados como interação com pesca nível 1, 704 eventos de nível 2 e 420 eventos de nível 3, totalizando pelo menos 1.499 registros associados exclusivamente a atividades pesqueiras (Tabela 6). As interações envolvendo caça, vandalismo ou agressões também foram relevantes, totalizando mais de 200 registros distribuídos entre os níveis 1, 2 e 3 de severidade (Tabela 6).

Tabela 6 - Tipos de interação de cetáceos registrados no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.

Categoria	Interação com pesca	Caça, vandalismo e agressão
Nível 1	375	48
Nível 2	704	74
Nível 3	420	89

(Fonte: SIMBA)

Interações relacionadas ao lixo marinho ocorreram em menor frequência (19 registros), embora provavelmente estejam subestimadas devido às limitações inerentes à detecção desse tipo de impacto em indivíduos encontrados em avançado estado de decomposição, bem como, os registros com colisões com embarcações (8 registros)

Os resultados demonstram que as interações relacionadas à pesca foram a categoria de impacto antrópico mais frequente entre os registros analisados.

6.6 Vulnerabilidade das espécies aos impactos antrópicos

A elevada frequência de registros de *Pontoporia blainvillei* e *Sotalia guianensis* indica maior exposição dessas espécies às atividades humanas

desenvolvidas em ambientes costeiros. Considerando o conjunto dos dados analisados, *Pontoporia blainvillei* destacou-se como a espécie potencialmente mais vulnerável aos impactos antrópicos registrados pelo SIMBA, seguida por *Sotalia guianensis*.

O Índice preliminar de vulnerabilidade realizado utilizando a frequência de registros; a frequência de impactos; a distribuição costeira e a exposição às atividades pesqueiras geraram o seguinte ranking preliminar (Tabela 7).

Tabela 7 - Índice preliminar de vulnerabilidade para as principais espécies de cetáceos registrados no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.

Espécie	Vulnerabilidade
<i>Pontoporia blainvillei</i>	Muito Alta
<i>Sotalia guianensis</i>	Muito Alta
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Alta
<i>Tursiops truncatus</i>	Alta
<i>Stenella frontalis</i>	Moderada
Demais espécies oceânicas	Baixa a Moderada

(Fonte: Autora, 2026)

A predominância de registros associados à pesca sugere que espécies com hábitos costeiros apresentam maior suscetibilidade à captura incidental, emalhe e demais formas de interação com artes de pesca. Além da frequência absoluta de registros, a ampla distribuição espacial dessas espécies ao longo de áreas intensamente utilizadas por comunidades pesqueiras reforça sua condição de vulnerabilidade

6.7 Associações Espécie-Impacto

As interações com a pesca constituíram a principal ameaça identificada, afetando predominantemente espécies costeiras. A combinação entre elevada frequência de registros, ampla distribuição geográfica e forte associação com atividades humanas sugere que determinadas áreas do litoral brasileiro funcionam como zonas prioritárias para implementação de medidas de conservação.

Os resultados obtidos reforçam a necessidade de estratégias voltadas para redução da captura incidental, aprimoramento das práticas pesqueiras, ampliação dos programas de monitoramento e fortalecimento das ações de conservação destinadas

às espécies de cetáceos mais vulneráveis da costa brasileira. A análise de contingência entre espécies e categorias de impacto, realizada por meio do teste de Qui-quadrado, demonstrou que existe associação altamente significativa entre espécie e tipo de impacto ($\chi^2=359,66$; $p <0,000001$), mostrando que diferentes espécies sofrem diferentes tipos de ameaças em proporções distintas. Esse resultado justifica a realização de estudos que proponham estratégias de conservação específicas para cada espécie. Esse resultado justifica a realização de estudos que proponham estratégias de conservação específicas para cada espécie.

6.8 Status de Conservação

Com relação ao status de conservação da IUCN para as espécies avaliadas e com maior índice de vulnerabilidade, apontou 2 espécies com algum nível de ameaça e 2 espécies apontadas como Pouco preocupante em ambas as listas (Tabela 8). A integração da frequência de impactos do SIMBA com as categorias de ameaça reforça a prioridade conservacionista da toninha.

Tabela 8 - Status de conservação para as principais espécies de cetáceos registrados no litoral brasileiro no período de 2020 a 2025.

Espécie	ICMBio	IUCN
<i>Pontoporia blainvillei</i>	Criticamente ameaçada (CR)	Vulnerável (VU)
<i>Sotalia guianensis</i>	Vulnerável (VU)	Quase Ameaçada (NT)
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Pouco preocupante (LC)	Pouco preocupante (LC)
<i>Tursiops truncatus</i>	Pouco preocupante (LC)	Pouco preocupante (LC)

(Fonte: IUCN, 2024; ICMBio, 2022)

De forma geral, as análises convergem para um mesmo padrão ecológico: os impactos antrópicos sobre cetáceos no litoral brasileiro estão fortemente concentrados em espécies costeiras e em regiões caracterizadas por intensa atividade humana. A predominância das interações com a pesca reforça o papel da captura incidental como principal fator de ameaça documentado pelo SIMBA. Entre as espécies analisadas, *Pontoporia blainvillei* emerge como o táxon mais vulnerável, constituindo uma prioridade para ações de manejo e conservação em escala nacional.

7 DISCUSSÃO

A análise dos dados do SIMBA revelou um crescimento no número de ocorrências entre 2020 e 2024, culminando em 1.553 registros no último ano completo avaliado. Autores já apontavam a necessidade de interpretar esses padrões com cautela, uma vez que o aumento no número de registros nem sempre representa uma elevação da mortalidade real das populações. Em muitos casos, esse crescimento está associado à ampliação da cobertura espacial, à frequência das amostragens e à consolidação dos programas sistemáticos de monitoramento costeiro, que aumentam significativamente a probabilidade de detecção dos encalhes (Prado *et al.*, 2023).

Conforme ressaltado por Mayorga *et al.* (2020), a implementação de monitoramentos diários e padronizados pode elevar o registro de encalhes em até 750% em comparação com períodos de coleta oportunista. Prado *et al.* (2023) corroboraram as informações de que o SIMBA permite transformar eventos isolados em séries históricas robustas, fundamentais para a gestão, mas alertam que a variação na intensidade do monitoramento regional pode gerar distorções interpretativas.

A concentração dos registros nas regiões Sul e Sudeste pode estar relacionada à combinação de fatores ecológicos e antrópicos. Essas regiões concentram importantes populações de cetáceos costeiros, como a toninha (*Pontoporia blainvillei*) e o boto-cinza (*Sotalia guianensis*), espécies que apresentam elevada sobreposição espacial com áreas de intensa atividade pesqueira, tráfego marítimo e ocupação costeira. A proximidade entre os habitats utilizados por essas espécies e as atividades humanas aumenta a probabilidade de interações negativas e, conseqüentemente, de mortalidade associada a fatores antrópicos (Jog *et al.*, 2022; Tardin *et al.*, 2020).

A elevada densidade populacional humana observada ao longo do litoral Sul e Sudeste também contribui para a intensificação das pressões sobre os ecossistemas marinhos. Estudos em escala global demonstram que áreas costeiras submetidas a maior concentração de atividades econômicas apresentam sobreposição de múltiplos vetores de impacto, incluindo pesca, navegação, poluição e modificações do habitat, fatores que podem atuar simultaneamente sobre as populações de cetáceos (Halpern *et al.*, 2008; Maxwell *et al.*, 2013).

Entretanto, a predominância de registros nessas regiões não deve ser interpretada exclusivamente como indicativo de maior mortalidade. O Sul e o Sudeste concentram alguns dos mais extensos programas de monitoramento sistemático do país, com cobertura diária de praias realizada pelo Projeto de Monitoramento de Praias (PMP). A maior intensidade amostral aumenta a probabilidade de detecção e registro dos encalhes, produzindo séries históricas mais robustas quando comparadas a regiões com menor cobertura de monitoramento. Dessa forma, parte da concentração observada pode refletir a consolidação dos esforços de amostragem e não apenas diferenças reais na mortalidade dos cetáceos (Costa *et al.*, 2017; Prado *et al.*, 2023).

A concentração de registros nos estados de São Paulo (38,9%), Santa Catarina (22,7%) e Rio de Janeiro (16,2%) evidencia um maior número de ocorrências que coincide com as áreas de maior atividade industrial e cobertura dos PMPs (Oliveira, 2026). Embora estas regiões sejam ecologicamente produtivas devido a processos como a intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), a disparidade em relação ao Norte e Nordeste é gritante (Di Tullio *et al.*, 2016). Costa *et al.* (2017) alertam que a escassez de dados nestas latitudes mascara impactos severos, como o consumo de "marine bushmeat". Silva *et al.* (2024) documentaram que em comunidades pesqueiras do Norte e Nordeste, o uso de carcaças de golfinhos como isca ou alimento é uma realidade persistente, porém subnotificada nos bancos de dados oficiais devido à falta de monitoramento sistemático (Silva; Souto; Azevêdo, 2024).

Os registros analisados no SIMBA indicaram maior frequência de ocorrência para espécies de hábitos costeiros, especialmente *Pontoporia blainvillei* (49,1%) e *Sotalia guianensis* (30,0%). Esse padrão pode estar associado à maior exposição dessas espécies a atividades antrópicas em áreas rasas, turvas e estuarinas, onde há sobreposição com zonas de pesca, especialmente com o uso de redes de emalhe. Assim, a proximidade entre o habitat preferencial dessas espécies e áreas de atividade pesqueira pode contribuir para a maior frequência de registros associados à pesca no conjunto de dados analisado (Sucunza *et al.*, 2019; Secchi *et al.*, 2021).

A toninha (*P. blainvillei*), classificada com vulnerabilidade "Muito Alta", enfrenta níveis de captura incidental descritos como insustentáveis. Estudos de marcação sugerem que apenas entre 0,6% e 18% das carcaças de animais mortos

no mar chegam efetivamente às praias (Prado; Secchi; Kinas, 2013). Portanto, os mais de 3.500 registros no SIMBA representam apenas a uma pequena amostragem do que realmente ocorre com a espécie (Ramos *et al.*, 2022). A situação é crítica na FMA Ia (Norte do Espírito Santo), onde a população isolada corre risco real de extinção local (Sucunza *et al.*, 2019).

O boto-cinza (*S. guianensis*), igualmente vulnerável, apresenta *hotspots* de encalhe em áreas degradadas como a Baía de Sepetiba e o complexo estuarino do rio Doce (Dias; Herzing; Flach, 2009; Rossi-Santos; Wedekin; Monteiro-Filho, 2010). A elevada frequência de jovens machos nos encalhes sugere um impacto desproporcional sobre o recrutamento populacional, possivelmente agravado pela poluição química persistente por bifenilos policlorados (PCBs) e DDTs em zonas industriais (Alonso *et al.*, 2010; Mayorga *et al.*, 2020).

As interações relacionadas à pesca constituem a principal categoria de impacto identificada no estudo, com pelo menos 1.499 registros associados. Estes dados corroboram as análises de Domiciano *et al.* (2016), que atribuíram 65% dos óbitos no Paraná a atividades humanas, majoritariamente capturas acidentais. Contudo, no presente estudo, 66,8% dos animais foram encontrados na classe 4 (decomposição avançada), o que mascara sinais sutis de emalhe ou traumas. A pesca artesanal e industrial, embora vital, opera frequentemente em conflito direto com o uso de recursos pelos cetáceos, exigindo estratégias de manejo que incluam restrições reais ao uso de redes de emalhar (Jog *et al.*, 2022; Silva; Souto; Azevêdo, 2024).

A ingestão de lixo marinho (19 registros) e colisões com embarcações (8 registros) aparecem de forma incipiente no SIMBA, sugerindo uma sub-representação drástica. A literatura indica que a ingestão de detritos atinge até 17,9% em toninhas no sul do Brasil (Valente, 2026). Laist *et al.* (2001) demonstram que colisões são causas frequentes de morte em grandes baleias, mas carcaças com traumas severos tendem a afundar, não sendo registradas em monitoramentos de praia. O tráfego marítimo em áreas de reprodução, como o Banco dos Abrolhos, impõe um estresse crônico que afeta o comportamento de mães e filhotes, reduzindo o tempo de descanso e amamentação (Martins *et al.*, 2001; Morete; Bisi; Rosso, 2007).

Embora o SIMBA foque em evidências físicas, a literatura aponta para impactos subletais invisíveis ao monitoramento de carcaças decompostas. Rolland *et*

al. (2012) demonstraram que o ruído de embarcações eleva os níveis de glicocorticoides (estresse) em cetáceos, o que pode suprimir o sistema imunológico e agravar patologias naturais como pneumonias parasitárias (Domiciano *et al.*, 2016). De acordo com Oliveira (2024), a poluição sonora é um fator onipresente em portos como Santos e Paranaguá, comprometendo a comunicação e forrageamento de espécies residentes.

A associação significativa encontrada neste estudo entre espécie e tipo de impacto ($\chi^2=359,66$) reforça que a gestão não pode ser homogênea. Enquanto a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) mostra recuperação populacional e status "Pouco Preocupante" (LC) globalmente, seus registros no SIMBA destacam ameaças locais graves em áreas reprodutivas como o Banco dos Abrolhos (Groch *et al.*, 2018; IUCN, 2024). Já a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), embora LC na IUCN, permanece "Em Perigo" (EN) na lista brasileira devido à pressão antropogênica em Santa Catarina (Seyboth *et al.*, 2015; MMA, 2022).

A integração dos dados do SIMBA com o conhecimento de comunidades tradicionais (LEK) revela que o grupo Cetacea atua como sentinela da saúde ecossistêmica. A abordagem "One Ocean - One Health" proposta por Chan *et al.* (2017) deve ser adotada, utilizando o SIMBA não apenas como um diário de óbitos, mas como um indicador de riscos emergentes para os oceanos e para a saúde humana (Chan; Tsui; Kot, 2017).

A utilização dos registros disponibilizados pelo SIMBA neste estudo reforça a relevância dos programas sistemáticos de monitoramento para a compreensão dos impactos que afetam os cetáceos no litoral brasileiro. Assim como observado em estudos baseados nos dados do PMP, a consolidação de informações obtidas por meio de protocolos padronizados possibilitou identificar padrões de distribuição dos encalhes, espécies mais frequentemente registradas e diferenças regionais na ocorrência dos eventos. A amplitude espacial dos dados analisados também permitiu evidenciar a predominância de determinadas espécies costeiras nos registros e reconhecer áreas com maior concentração de ocorrências, demonstrando o potencial desses bancos de dados como ferramentas de apoio à conservação e ao planejamento de ações de manejo (Prado *et al.*, 2023).

8. CONCLUSÕES

Com base na análise dos 7.261 registros do banco de dados SIMBA, as seguintes conclusões foram delineadas em conformidade com as metas estabelecidas: Composição do Quadro de Espécies e Hábitos (Objetivo 1): A pesquisa confirmou a predominância absoluta de espécies com hábitos costeiros e neríticos nos registros de encalhe. A toninha (*Pontoporia blainvillei*) e o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) totalizaram aproximadamente 79% das ocorrências. Esse resultado valida a hipótese de que a proximidade com áreas urbanizadas e zonas de pesca artesanal e industrial aumenta drasticamente a probabilidade de interação e morte desses animais.

Listagem e Classificação das Ameaças (Objetivo 2): As interações com a pesca foram identificadas como o principal vetor de impacto antrópico, respondendo por pelo menos 1.499 registros. A classificação por níveis de severidade permitiu observar que a maioria dessas interações resulta em óbito. Outras ameaças, como a ingestão de lixo marinho e colisões com embarcações, embora presentes, mostraram-se sub-representadas no SIMBA (menos de 1% dos casos), possivelmente devido ao avançado estado de decomposição de 66,8% das carcaças (classe 4), o que oculta evidências macroscópicas desses traumas.

Síntese Espacial dos Impactos (Objetivo 3): A distribuição espacial indicou maior concentração de registros nos estados de São Paulo, Santa Catarina e Rio de Janeiro, o que pode estar associado à sobreposição entre áreas de intensa atividade portuária e pesqueira, maior ocorrência de espécies costeiras e maior esforço dos Projetos de Monitoramento de Praias nessas regiões. A lacuna de dados no Norte e Nordeste aponta para a necessidade urgente de expansão do monitoramento sistemático nessas latitudes.

Vulnerabilidade e Status de Conservação (Objetivo 4): A aplicação do Índice de Vulnerabilidade (IV) classificou a toninha e o boto-cinza com vulnerabilidade "Muito Alta". O confronto com as listas oficiais (IUCN e MMA) reforça a condição crítica da toninha, classificada como "Criticamente Ameaçada" no Brasil, tornando-a a prioridade conservacionista máxima do país.

Por fim, os resultados obtidos por meio da planilha do SIMBA indicam que, embora o sistema seja uma ferramenta de gestão sem precedentes, os números de

encalhes representam apenas uma fração da mortalidade real ocorrida no oceano. Considerando a vulnerabilidade de populações costeiras, como a da FMA Ia, os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas à redução da captura incidental, incluindo a revisão do uso de redes de emalhar em áreas prioritárias de reprodução e alimentação.

Referências

- AGRELO, M. *et al.* Spatial behavioural response of coastal bottlenose dolphins to habitat disturbance in southern Brazil. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 29, n. 11, p. 1949–1958, ago. 2019.
- AGRELO, Macarena. **Impactos antropogênicos sobre a população do boto-da-tainha (*Tursiops truncatus*) em Laguna, sul do Brasil: uso do espaço e bases para um modelo conceitual de conservação**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/178717?locale-attribute=es>. Acesso em: 5 Mai. 2026.
- ALONSO, M. B. *et al.* Occurrence of chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs) in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from Ubatuba and Baixada Santista, São Paulo, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, n. 1-2, 31 dez. 2010.
- ARAÚJO, C. C. **O papel dos impactos antrópicos nos processos locais e padrões globais de extinção em cetáceos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5677>. Acesso em: 27 Mar. 2025.
- WHITLOW W L AU; HASTINGS, M. C. **Principles of marine bioacoustics**. New York: Springer, 2010.
- AYANCIK, F.; FISH, F. E.; MOORED, K. W. Three-dimensional scaling laws of cetacean propulsion characterize the hydrodynamic interplay of flukes' shape and kinematics. **Journal of The Royal Society Interface**, v. 17, n. 163, p. 20190655, fev. 2020.
- BAMFORD, C. C. G. *et al.* Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) distribution and movements in the vicinity of South Georgia and the South Sandwich Islands Marine Protected Area. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 198, p. 105074, abr. 2022.

BAUM, J. K.; WORM, B. Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. **Journal of Animal Ecology**, v. 78, n. 4, p. 699–714, jul. 2009.

BOSSART, G. D. Marine Mammals as Sentinel Species for Oceans and Human Health. **Veterinary Pathology**, v. 48, n. 3, p. 676–690, 15 dez. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os anexos referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 108, p. 74, 8 jun. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>. Acesso em: 13 Jun. 2025.

BRAULIK, G. T. *et al.* Red-list status and extinction risk of the world's whales, dolphins, and porpoises. **Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology**, v. 37, n. 5, p. e14090, 29 maio 2023.

BRAUN, C. D. *et al.* The Functional and Ecological Significance of Deep Diving by Large Marine Predators. **Annual Review of Marine Science**, v. 14, n. 1, p. 129–159, 3 jan. 2022.

CHAN, D.; TSUI, H.; KOT, B. Database documentation of marine mammal stranding and mortality: current status review and future prospects. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 126, n. 3, p. 247–256, 21 nov. 2017.

COOMBS, E. J. *et al.* The tempo of cetacean cranial evolution. **Current Biology**, v. 0, n. 0, 9 maio 2022.

COSTA, A. F. *et al.* Stranding survey as a framework to investigate rare cetacean records of the north and north-eastern Brazilian coasts. **ZooKeys**, v. 688, p. 111–134, 8 jul. 2017.

DANILEWICZ, D. *et al.* Habitat use patterns of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) off southern Brazil in relation to water depth. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 5, p. 943–949, 15 Maio 2009.

DELGADO-SUAREZ, I. *et al.* Metal and trace element concentrations in cetaceans worldwide: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 192, p. 115010–115010, 9 Maio 2023.

DI TULLIO, J. C. *et al.* Diversity and distribution patterns of cetaceans in the subtropical southwestern Atlantic outer continental shelf and slope. **PLOS ONE**, v. 11, n. 5, p. e0155841, 2016.

DIAS, L. A.; HERZING, D.; FLACH, L. Aggregations of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, south-eastern Brazil: distribution patterns and ecological characteristics. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 5, p. 967–973, 2009.

DOMICIANO, I. G. *et al.* Assessing disease and mortality among small cetaceans stranded at a World Heritage Site in Southern Brazil. **PLOS ONE**, v. 11, n. 2, p. e0149295, 2016.

DOUGHTY, C. E. *et al.* Global nutrient transport in a world of giants. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 113, n. 4, p. 868–873, 2016.

ENGEL, M. H.; MARTIN, A. R. Feeding grounds of the western South Atlantic humpback whale population. **Marine Mammal Science**, v. 25, n. 4, p. 964–969, out. 2009.

FIGUEIREDO, G. C. *et al.* Southern right whales (*Eubalaena australis*) in an urbanized area off the Southwestern Atlantic Ocean: updated records and conservation issues. **Aquatic Mammals**, v. 43, n. 1, p. 52–62, 2017.

FIGUEIREDO, G. C.; AMARAL, K. B.; SANTOS, M. C. O. Cetaceans along the southeastern Brazilian coast: occurrence, distribution and niche inference at local scale. **PeerJ**, v. 8, e10000, 2020.

FIGUEIREDO, L. D. de *et al.* Nonlinear features in whistles produced by the short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) off southeastern Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 153, n. 4, p. 2436, 2023.

FISH, F. E.; HOWLE, L. E.; MURRAY, M. M. Hydrodynamic flow control in marine mammals. **Integrative and Comparative Biology**, v. 48, n. 6, p. 788–800, 2008.

FOORD, C. S.; ROWE, K. M. C.; ROBB, K. Cetacean biodiversity, spatial and temporal trends based on stranding records (1920–2016), Victoria, Australia. **PLOS ONE**, v. 14, n. 10, p. e0223712, 2019.

FORDYCE, R. E.; BARNES, L. G. The evolutionary history of whales and dolphins. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 22, p. 419–455, 1994.

GATESY, J. *et al.* A phylogenetic blueprint for a modern whale. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 66, n. 2, p. 479–506, 2013.

GEISLER, J. H.; SANDERS, A. E. Morphological evidence for the phylogeny of Cetacea. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 10, n. 1/2, p. 23–129, 2003.

GIACHINI TOSETTO, E. *et al.* The Amazon River plume, a barrier to animal dispersal in the Western Tropical Atlantic. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, 11, 2022.

GOLDBOGEN, J. A. *et al.* Why whales are big but not bigger: physiological drivers and ecological limits in the age of ocean giants. **Science**, v. 366, n. 6471, p. 1367–1372, 2019.

GOLDBOGEN, J. A.; MADSEN, P. T. The evolution of foraging capacity and gigantism in cetaceans. **The Journal of Experimental Biology**, v. 221, p. 11, 2018.

GRAUR, D.; HIGGINS, D. G. Molecular evidence for the inclusion of cetaceans within the order Artiodactyla. **Molecular Biology and Evolution**, v. 11, n. 3, p. 357–364, 1994.

GROCH, K. R. *et al.* Pathology and causes of death in stranded humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) from Brazil. **PLOS ONE**, v. 13, n. 5, p. e0194872, 2018.

GUION, I.; ALEXANDRE REIS PERCEQUILLO; ROLLO, M. M. Surviving the tide: assessing Guiana dolphin persistence amidst growing threats in a protected estuary in South-eastern Brazil. **Journal for Nature Conservation**, v. 82, p. 126713–126713, 7 set. 2024.

HALPERN, B. S. *et al.* A global map of human impact on marine ecosystems. **Science**, v. 319, p. 948–952, 2008.

HALPERN, B. S. *et al.* Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. **Nature Communications**, v. 6, n.1, 2015.

HASSANIN, A. *et al.* Pattern and timing of diversification of Cetartiodactyla (Mammalia, Laurasiatheria), as revealed by a comprehensive analysis of mitochondrial genomes. **Comptes Rendus Biologies**, v. 335, n. 1, p. 32–50, 2012.

HEITHAUS, M. R. *et al.* Predicting ecological consequences of marine top predator declines. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, n. 4, p. 202–210, 2008.

IJSSELDIJK, L. L. *et al.* Spatiotemporal mortality and demographic trends in a small cetacean: strandings to inform conservation management. **Biological Conservation**, v. 249, p. 108733, 2020.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Ação Nacional para Conservação dos Cetáceos Marinhos Ameaçados de Extinção: sumário executivo**. Brasília, DF: ICMBio, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-cetaceos-marinhos/1-ciclo/pan-cetaceos-marinhos-sumario.pdf>. Acesso em: 13 Jun. 2025.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE**. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/#/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2024-1, 2024. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 27 Abr. 2026.

JOG, K. *et al.* Marine mammal interactions with fisheries: review of research and management trends across commercial and small-scale fisheries. **Frontiers in Marine Science**, v. 9, 2022.

KISZKA, J. J.; WOODSTOCK, M. S.; HEITHAUS, M. R. Functional roles and ecological importance of small cetaceans in aquatic ecosystems. **Frontiers in**

Marine Science, v. 9, p. 803173, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.803173>.

LAIST, D. W. *et al.* Collisions between ships and whales. **Marine Mammal Science**, v. 17, n. 1, p. 35–75, 2001.

LEMOS, L. S. *et al.* Small cetaceans found stranded or accidentally captured in southeastern Brazil: bioindicators of essential and non-essential trace elements in the environment. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 97, p. 166–175, 2013.

LOBO, A. de J. *et al.* Potential distribution of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*): a coastal-estuarine and tropical habitat specialist. **Journal of Mammalogy**, v. 102, n. 1, p. 308–318, 2021.

MAREGA-IMAMURA, M. *et al.* Scientific collaboration networks in research on human threats to cetaceans in Brazil. **Marine Policy**, v. 112, p. 103738, 2020.

MARTINS, A. C. *et al.* Spatial and seasonal patterns of cetacean species richness: a Bayesian approach. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 196, p. 104046, 2023.

MARTINS, C. C. A. *et al.* Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 47, n. 2, p. 563–570, 2001.

MAXWELL, S. M. *et al.* Cumulative human impacts on marine predators. **Nature Communications**, v. 4, p. 2688, 2013.

MAYORGA, L. F. S. P. *et al.* Strandings of cetaceans on the Espírito Santo coast, southeast Brazil, 1975–2015. **ZooKeys**, v. 948, p. 129–152, 2020.

MICHELI, F. *et al.* Cumulative human impacts on Mediterranean and Black Sea marine ecosystems: assessing current pressures and opportunities. **PLOS ONE**, v. 8, n. 12, p. e79889, 2013.

MORETE, M. E.; BISI, T. L.; ROSSO, S. Mother and calf humpback whale responses to vessels around the Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 9, n. 3, p. 241–248, 2007.

MURPHY, E. J. *et al.* Global connectivity of Southern Ocean ecosystems. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 9, p. 624451, 2021.

NIKAIDO, M.; ROONEY, A. P.; OKADA, N. Phylogenetic relationships among cetartiodactyls based on insertions of short and long interspersed elements: hippopotamuses are the closest extant relatives of whales. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 96, n. 18, p. 10261–10266, 1999.

OLIVEIRA, Bruna Sales de. **Os efeitos da poluição sonora sobre o comportamento dos cetáceos**. 2024. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/0ac04c5c-5c3c-42a3-b885-5e145db13a8d>. Acesso: 10 Mai. 2026

PASCHOALINI, V. U. *et al.* Trophic ecology and foraging areas of cetaceans sampled in the coastal waters of south-eastern Brazil assessed through skin $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 101, n. 2, p. 471–480, 2021.

PAVLOV, V. *et al.* Form, function, and divergence of a generic fin shape in small cetaceans. **PLOS ONE**, v. 16, n. 8, p. e0255464, 2021.

PERRIN, W. F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (ed.). **Encyclopedia of marine mammals**. Academic Press, 2009.

PETROBRAS. **Projeto de Monitoramento de Praias (PMP)**. Comunica Bacia de Santos. Rio de Janeiro: Petrobras, 2022. Disponível em: <https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/projeto-de-monitoramento-de-praias-pmp->. Acesso em: 5 mai. 2026.

PRADO, J. H. F. *et al.* Intensive and wide-ranging beach surveys uncover temporal and spatial stranding patterns of marine megafauna. **ICES Journal of Marine Science**, v. 80, n. 1, p. 1–13, 2023.

PRADO, J. H. F. *et al.* Long-term seasonal and interannual patterns of marine mammal strandings in subtropical Western South Atlantic. **PLOS ONE**, v. 11, n. 1, p. e0146339, 2016.

PRADO, J. H. F.; SECCHI, E. R.; KINAS, P. G. Mark-recapture of the endangered franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) killed in gillnet fisheries to estimate past bycatch from time series of stranded carcasses in southern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 32, p. 35–41, 2013.

PRICE, S. A.; BININDA-EMONDS, O. R. P.; GITTLEMAN, J. L. A complete phylogeny of the whales, dolphins and even-toed hoofed mammals (Cetartiodactyla). **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 80, n. 3, p. 445–473, 2005.

RAMOS, H. G. C. *et al.* Carcass non-recovery rate of franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*), calibrated with a drift mark-recapture study at FMA Ia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 17, n. 2, p. 93–104, 2022.

ROLLAND, R. M. *et al.* Evidence that ship noise increases stress in right whales. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 279, p. 2363–2368, 2012.

ROMAN, J. *et al.* Whales as marine ecosystem engineers. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 12, n. 7, p. 377–385, 2014.

ROMAN, J.; MCCARTHY, J. J. The whale pump: marine mammals enhance primary productivity in a coastal basin. **PLOS ONE**, v. 5, n. 10, p. e13255, 2010.

ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, n. 1/2, p. 111–116, 2010.

SECCHI, E. R. *et al.* A synthesis of ecology, human-related threats and conservation perspectives for the endangered franciscana dolphin. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, p. 617956, 2021.

SEYBOTH, E. *et al.* Habitat use by southern right whales, *Eubalaena australis* (Desmoulins, 1822), in their main northernmost calving area in the western South Atlantic. **Marine Mammal Science**, v. 31, n. 4, p. 1521–1537, 2015.

SILVA, B. C. *et al.* Interactions between cetaceans (suborder Odontoceti) and artisanal fishing in Brazil: an ethnoecological approach. **Ethnobiology and Conservation**, v. 13, n. 15, p. 1–28, 2024.

SILVANO, Bruna Coelho Raupp. **Revisão sobre os efeitos da poluição sonora aos cetáceos: identificação de prioridades para trabalhos futuros no Arquipélago de Santa Catarina**. 2017. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/177478>. Acesso em: 18 Mai. 2026.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE MONITORAMENTO DA BIOTA AQUÁTICA (SIMBA). Petrobras. Disponível em: <https://simba.petrobras.com.br/simba/web/sistema/>. Acesso em: 2 abr. 2026.

SPAULDING, M.; O'LEARY, M. A.; GATESY, J. Relationships of Cetacea (Artiodactyla) among mammals: increased taxon sampling alters interpretations of key fossils and character evolution. **PLOS ONE**, v. 4, n. 9, 2009.

SUCUNZA, F. *et al.* Distribution, habitat use, and abundance of the endangered franciscana in southeastern and southern Brazil. **Marine Mammal Science**, v. 36, n. 2, p. 421–435, 23 out. 2019.

TARDIN, R. H. *et al.* 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. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 30, n. 4, p. 775–786, 2020.

VACHON, F.; WHITEHEAD, H.; FRASIER, T. R. What factors shape genetic diversity in cetaceans? **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 3, p. 1554, 2018.

VALENTE, F. DA S. *et al.* Marine debris ingestion by cetaceans stranded on the coast of Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 228, p. 119614, jul. 2026.

VIANNA, T. dos S. *et al.* Review of thirty-two years of toothed whale strandings in Santa Catarina, southern Brazil (Cetacea: Odontoceti). **Zoologia (Curitiba)**, v. 33, n. 5, p. e20160089, 2016

VIRGILI, A. *et al.* Combining multiple visual surveys to model the habitat of deep-diving cetaceans at the basin scale: large-scale modelling of deep-diving cetacean habitats. **Global Ecology and Biogeography**, v. 28, n. 3, p. 300–314, 2019.

WEBER, P. W. *et al.* Hydrodynamic performance of the flippers of large-bodied cetaceans in relation to locomotor ecology. **Marine Mammal Science**, v. 30, n. 2, p. 413–432, 2014.

WEIR, C. R.; PIERCE, G. J. A review of the human activities impacting cetaceans in the eastern tropical Atlantic. **Mammal Review**, v. 43, p. 258–274, 2013.

WELLS, R. S. *et al.* Bottlenose dolphins as marine ecosystem sentinels: developing a health monitoring system. **EcoHealth**, v. 1, p. 246–254, 2004.

WORM, B. *et al.* Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. **Science**, v. 314, n. 5800, p. 787–790, 2006.

ZERBINI, A. N. *et al.* Migration and summer destinations of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the western South Atlantic Ocean. **Journal of Cetacean Research and Management**, p. 113–118, 22 out. 2020.

ZURANO, J. P. *et al.* Cetartiodactyla: updating a time-calibrated molecular phylogeny. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 133, p. 256–262, 2019.