

**CETÁCEOS E TRÁFEGO MARINHO NA BACIA DE SANTOS:
UMA ABORDAGEM ESPACIALIZADA DE AVALIAÇÃO DE
RISCO**

MURILO RAINHA PRATEZI

SÃO VICENTE – SP

2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”



Instituto de Biociências
Câmpus do Litoral Paulista

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

**CETÁCEOS E TRÁFEGO MARINHO NA BACIA DE SANTOS:
UMA ABORDAGEM ESPACIALIZADA DE AVALIAÇÃO DE
RISCO**

ALUNO: MURILO RAINHA PRATEZI

ORIENTADOR: MARIO MANOEL ROLLO JUNIOR

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, UNESP para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros.

SÃO VICENTE – SP

2023

P912c Pratezi, Murilo Rainha
Cetáceos e o Tráfego Marinho na Bacia de Santos :
Uma abordagem espacializada de avaliação de risco /
Murilo Rainha Pratezi. -- São Vicente, 2023
48 p. : il., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Biociências, São Vicente
Orientador: Mario Manoel Rollo Junior

1. Cetáceos. 2. Embarcações. 3. Tráfego marinho. 4.
Sobreposição de nicho. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”



Instituto de Biociências
Campus do Litoral Paulista

Dedico essa dissertação de mestrado à minha família, composta por pessoas guerreiras, humildes e que me ensinaram valores poderosos e, que além disso, instigam a desenvolver as minhas maiores virtudes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, por estarem comigo todo o tempo, sempre me incentivando a ser melhor. Vocês são a minha base, minha alma e meu coração. São meus heróis que me fortalecem diariamente com seus sorrisos.

Obrigado Dr. Mario Manoel Rollo Junior, por nestes dois anos nunca ter perdido a confiança em meu trabalho e meu caráter. Você é um profissional extremamente competente, o qual eu admiro imensamente, além de um amigo incrível que esteve em todos os momentos difíceis neste percurso acadêmico.

Meus agradecimentos ao Paulo Sergio Valobra, companheiro de trabalho, líder e amigo incrível, que fez parte desta trajetória com um suporte imensurável e uma paciência digna de nota.

A todos os meus amigos próximos, meus sinceros agradecimentos. Vocês desempenham um papel significativo em minha vida e em meu crescimento.

Por fim, agradeço ao JAKOTA | FleetMon por cederem dados tão preciosos e incentivarem a pesquisa de forma tão bela. Além disso, agradeço a todos da Aiuká que me apoiaram e incentivaram durante esse período. Tenho certeza de que tenho colegas de trabalho incríveis.

SUMÁRIO

DESTAQUES.....	2
ABSTRACT	3
RESUMO	4
1. INTRODUÇÃO	5
2. CAPÍTULO ÚNICO – CETÁCEOS E O TRÁFEGO MARINHO.....	8
2.1. Introdução	8
2.2. Metodologia.....	9
2.2.1. Compilação e organização dos dados.....	10
2.2.1.1. Registros de cetáceos	10
2.2.1.2. Registros de embarcações	11
2.2.2. Delineamento experimental.....	11
2.2.2.1. Análises espaciais	11
2.2.2.2. Análises estatística	12
2.3. Resultados e discussão.....	12
2.4. Conclusão	38
2.5. Glossário	40
3. REFERÊNCIAS.....	41

DESTAQUES

- *Pontoporia blainvillei*, *Megaptera novaeangliae* e *Tursiops truncatus* foram as espécies que apresentaram os maiores valores de correlação espaciais com a distribuição de embarcações na Bacia de Santos.
- Áreas Marinhas Protegidas podem adotar medidas de suporte para a conservação de cetáceos em relação ao conflito potencial com embarcações por meio de Planos de Manejo.
- Redução na velocidade de embarcações e adoção de zonas de exclusão voluntária são estratégias efetivas para conservação de cetáceos.
- Estratégias de conservação devem ser discutidas à luz de aspectos legais e penais.

ABSTRACT

Cetaceans inhabit all oceans and coexist with the increasing intensification of activities associated with the aquatic environment, with motorized vessel traffic being one of the main human activities in this environment. The study of spatial correlations makes it possible to elaborate adequate responses to these impacts. Therefore, this project investigated the spatial correlation between cetacean distribution and marine traffic activities in the Santos Basin, Brazil. Information was collected from two different databases, the first referring to the distribution of cetaceans and the other on the types of marine traffic in general. 2352 records of cetaceans and 718777 of vessels were obtained. Subsequently, Structural Similarity analyzes were carried out in order to identify niche overlap, with a result corresponding to 0.88. In addition, analysis of the nearest neighbor and the fixed method of Kernel density were carried out, which allowed the identification of overlapping records of marine traffic with cetaceans and the creation of heat maps, respectively. Through the relevant information identified, mandatory and voluntary conservation strategies were then proposed. Among the main ones are speed reduction and voluntary exclusion zones. It is hoped that this work will contribute to the implementation of these strategies in the studied area, as well as to the conservation of cetaceans and the biodiversity of Marine Protected Areas.

Keywords: cetaceans; vessels; marine traffic; niche overlap.

RESUMO

Os cetáceos estão presentes em todos os oceanos e coexistem com a crescente intensificação das atividades associadas ao meio aquático, sendo o tráfego de embarcações motorizadas uma das principais atividades antrópicas neste ambiente. O estudo de correlações espaciais possibilita elaborar respostas adequadas para esses impactos. Desta forma, este projeto investigou a correlação espacial entre a distribuição de cetáceos e as atividades de tráfego marinho na Baía de Santos, Brasil. Foram coletadas informações de dois bancos de dados distintos, sendo o primeiro referente a distribuição de cetáceos e o outro sobre os tipos de tráfego marinho em geral. Foram obtidos 2352 registros de cetáceos e 718777 de embarcações. Posteriormente, foram realizadas análises de Similaridade Estrutural com o intuito de identificar sobreposição de nicho, com um resultado correspondente a 0,88. Além disso, foram realizadas as análises do vizinho mais próximo e o método fixo de densidade Kernel, o que permitiu identificar registros de sobreposição do tráfego com cetáceos e a confecção de mapas de calor, respectivamente. Mediante as informações relevantes identificadas, estratégias de conservação mandatórias e voluntárias foram então propostas. Entre as principais, estão a redução de velocidade e zonas de exclusão voluntárias. Espera-se que este trabalho contribua para a implementação destas estratégias na área estudada, assim como para com a conservação de cetáceos e da biodiversidade de Áreas Marinhas Protegidas.

Palavras-chave: cetáceos; embarcações; tráfego marinho; sobreposição de nicho.

1. INTRODUÇÃO

Os cetáceos, representados pelos golfinhos e baleias, são mamíferos que começaram a ocupar o ambiente aquático há cerca de 55 milhões de anos de maneira bem-sucedida devido a um conjunto particular de adaptações fisiológicas e morfológicas. Esse sucesso pode ser constatado pela grande diversidade de espécies, bem como pela ampla distribuição e variedade de ambientes que estes animais ocupam. Os cetáceos atuais, denominados Neoceti, são divididos em dois clados: Odontoceti, providos de dentes, entre os quais temos como exemplos os golfinhos, as baleias-bicudas e os cachalotes; Mysticeti, que incluem todas as baleias filtradoras, as quais possuem estruturas especializadas para filtração denominadas barbatanas [5, 49].

Os cetáceos estão presentes em todos os oceanos, desde zonas tropicais até as polares, tanto em ambientes costeiros e rasos como em regiões profundas e distantes do litoral, além de algumas bacias hidrográficas. Ocupam ampla variedade de níveis tróficos, podendo ser consumidores secundários, ou predadores de topo de teia alimentar dos oceanos. Independentemente da posição na teia alimentar, exercem uma função crucial no equilíbrio dos ecossistemas. Apesar da menor diversidade quando comparada aos mamíferos terrestres, pelo menos 46 espécies de cetáceos ocorrem no mar brasileiro, representando seis famílias de odontocetos e duas de misticetos com diferentes padrões e abundâncias; algumas são sazonais e raras, enquanto outras podem ser vistas o ano todo [5, 50, 49].

A partir da segunda metade do século 20, com a expansão das práticas pesqueiras e o incremento das tecnologias associadas, aumentaram significativamente os impactos das atividades marítimas nos ecossistemas marinhos. Desta forma, este grupo sofre diferentes pressões decorrentes de atividades antrópicas [44, 73] e que podem ter como consequências o esgotamento da biodiversidade marinha, a contaminação por poluição orgânica e química, a diminuição de estoques pesqueiros, a redução da qualidade da água, a perda de habitats e a diminuição da resiliência ecossistêmica [67, 73].

No ambiente marinho, cetáceos utilizam diferentes sons para detectar, navegar, localizar predadores, presas e se comunicar com outros indivíduos; portanto, sons são essenciais para sua sobrevivência. Diferentes estudos indicam que o ruído antropogênico proveniente de embarcações mascara e perturba os sons naturais nos ambientes marinhos, tornando-se assim a maior ameaça aos mamíferos marinhos, a longo prazo [11, 32, 55]. O aumento do tráfego marinho acarreta perda de habitat, bem como distúrbios acústicos, alterações comportamentais

que incluem o abandono de área, mudanças no padrão alimentar e de período reprodutivo [9, 49]. Tais efeitos ecológicos podem representar impactos significativos, pois o padrão de distribuição destes animais é alterado; como eles apresentam fidelidade de área, esta não é aleatória e depende de fatores ambientais específicos [9]. Ademais, a interação destes animais com embarcações também os expõe a derramamento de óleo, descarga de resíduos oleosos, águas residuais e de lastro e lixo sólido de embarcações [32].

As ferramentas de análise espacial podem ser muito úteis no estudo destas interações e na identificação de adversidades. As primeiras tentativas de automatizar o processamento de dados espaciais são datadas dos anos 50 pela Inglaterra e Estados Unidos, com o objetivo de reduzir custos de produção e manutenção de mapas cartográficos. Na década seguinte, programas de processamento de dados foram criados, porém com custo elevado. Nos anos 70, surgiram os primeiros *hardwares* de processamento de dados e foi criada a expressão ‘Sistema de Informações Geográficas’. Os anos seguintes apresentaram grandes avanços e esta área de estudo cresceu rapidamente, reduzindo custos de mapeamentos e desenvolvimento de *hardware*, criando inclusive centros de pesquisas geográficas e espaciais, que formaram o *National Centre for Geographical Information and Analysis* (NCGIA) [10].

Hoje, esse campo permite que sejam realizados estudos espaciais de cenários de áreas epidemiológicas, geográficas e ecológicas. Possibilitam ainda que diversos dados possam ser observados sobre diferentes óticas, bem como implementar respostas adequadas sempre que necessário [36, 37].

O capítulo único desta dissertação foi escrito em forma de manuscrito para submissão como artigo científico para a revista *Marine Policy*. Nele foi abordado a correlação espacial do tráfego de embarcações e a distribuição de cetáceos ao longo da Bacia de Santos. Em seguida, foram descritas estratégias de conservação para esta sobreposição de nicho, assim como listados as dificuldades e os benefícios da implementação de tais estratégias. Por fim, apontamos as conclusões gerais relacionadas às aplicações práticas das estratégias sugeridas elencados nessa dissertação.

Título: Cetáceos e tráfego marinho na Bacia de Santos: uma abordagem espacializada de avaliação de risco

Autores: Murilo Rainha Pratezi¹; Mario Manoel Rollo Junior²

Afiliação:

¹ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Instituto de Biociências do Campus do Litoral Paulista (IB/CLP)

² Department of Ecology and Environmental Sciences (EMG) at Umeå University

Autor para correspondência: murilo.pratezi@unesp.br | murilorpratezi02@gmail.com

Endereço: Praça Infante Dom Henrique s/nº, Parque Bitaru, São Vicente/SP. CEP: 11380-972

Palavras-chave: cetáceos; embarcações; tráfego marinho; sobreposição de nicho.

2. CAPÍTULO ÚNICO – CETÁCEOS E O TRÁFEGO MARINHO

2.1. Introdução

Atividades antrópicas no ambiente marinho, como o tráfego de embarcações e a pesca, tendem a se sobrepôr nas regiões em que ocorrem cetáceos. Interações entre a pesca artesanal e os cetáceos são frequentes ao longo da costa: espinhéis e redes de arrasto são as principais responsáveis por capturas ocasionais [64]. Dados de capturas acidentais de várias espécies de cetáceos indicam que dentre as modalidades de pesca presentes na frota industrial pesqueira, o tipo de pesca com maior probabilidade de capturar acidentalmente cetáceos é a pesca de emalhe, em especial o emalhe de superfície [7].

Os registros de animais emalhados em aparatos de pesca são frequentes [29], bem como diversos tipos de interações negativas de cetáceos com embarcações, as quais podem causar lesões não letais ou a morte dos animais. Podem ocorrer com embarcações de diferentes tipos e portes, desde grandes até pequenas embarcações [27, 51]. Neste âmbito, a pesca acidental por petrechos e que causa lesões e óbito em animais marinhos é reconhecida desde 1970 pela Comissão Baleeira Internacional, do inglês *International Whaling Commission* (IWC), como um fator limitante e reducionista de populações de mamíferos marinhos [56].

Além da pesca, atividades de exploração e produção de óleo e gás possuem o potencial para afetar direta e indiretamente estes animais, tal como a poluição sonora oriunda de atividades ruidosas no ambiente marinho, seja por meio da pesquisa sísmica marítima, como também por perfurações de poços de petróleo, instalação e operação de plataformas, atividades *offloading* para navios tanque e ainda a navegação de embarcações de apoio marítimo. Estes ruídos, apesar de apresentarem menor intensidade, ocupam uma faixa de frequências e intensidades semelhantes à dos sons produzidos por cetáceos. Por persistirem por longos períodos no ambiente, ocasionam impactos crônicos sobre estes animais [51]. A conservação destes animais no Brasil é amparada pela Lei Federal nº 5.197 de 1967, que dispõe sobre a proteção à fauna e pela Portaria IBAMA nº 117 de 1996, que define um conjunto de normas para prevenir e coibir o molestamento intencional de cetáceos.

Desta forma, estudos com estas espécies, consideradas espécies guarda-chuva, são essenciais para auxiliar em sua proteção e mitigar os efeitos diretos sobre a estrutura e função de comunidades marinhas [13, 19, 48]. No âmbito do Planejamento Espacial Marinho, a proteção destas espécies pelas Unidades de Conservação Marinhas, como demonstrado por

SERGIO e colaboradores [61], resulta em elevados níveis de biodiversidade no local, pois o manejo de áreas protegidas que contenham predadores de topo é altamente eficiente para a conservação e preservação dos ecossistemas marinhos como um todo. À vista disso, a proteção de habitats de cetáceos, espécies de topo, se torna uma questão prioritária dentro do planejamento espacial marinho, pois a proteção destes animais funciona como medida indireta de gestão de áreas protegidas para com a conservação das espécies e aumento da biodiversidade [18, 48, 49, 62].

A análise de dados espaciais e espaço-temporais advém de uma ampla gama de fontes, inclusive para com a conservação de mamíferos marinhos. Estudos que utilizam ferramentas de análise geoespacial, a fim de avaliar interações no ambiente marinho, contribuem com a melhor compreensão da inter-relação entre mamíferos marinhos e o tráfego de embarcações, pois possibilitam visualizar suscetibilidades, possíveis ameaças e áreas quentes destas interações [1, 15, 17, 48, 57, 71].

As lacunas de conhecimento sobre os impactos do tráfego marinho sobre os cetáceos justificam a condução da análise espacial apresentada neste trabalho. Investigar a existência de uma correlação espacial entre a distribuição de cetáceos e a atividade marítima contribuirá com conservação do modo de vida cetáceos e a gestão da navegação marítima. Para tal, escolheu-se a área da bacia sedimentar de Santos, a qual contém atividades antrópicas marítimas diversas e abriga 38, das 46 espécies de cetáceos registradas no Brasil, sendo que 7 delas se encontram em alguma categoria de ameaça [50].

2.2. Metodologia

As observações foram concentradas na região da Bacia sedimentar de Santos, situada na região sudeste da margem continental brasileira, entre os paralelos 23° e 28° Sul (**Figura 1**). A bacia ocupa cerca de 350000 km² e atinge a cota batimétrica de 3000 m de profundidade. Limita-se ao norte com a Bacia de Campos e ao sul com a Bacia de Pelotas, estendendo-se pelos litorais dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina [38].

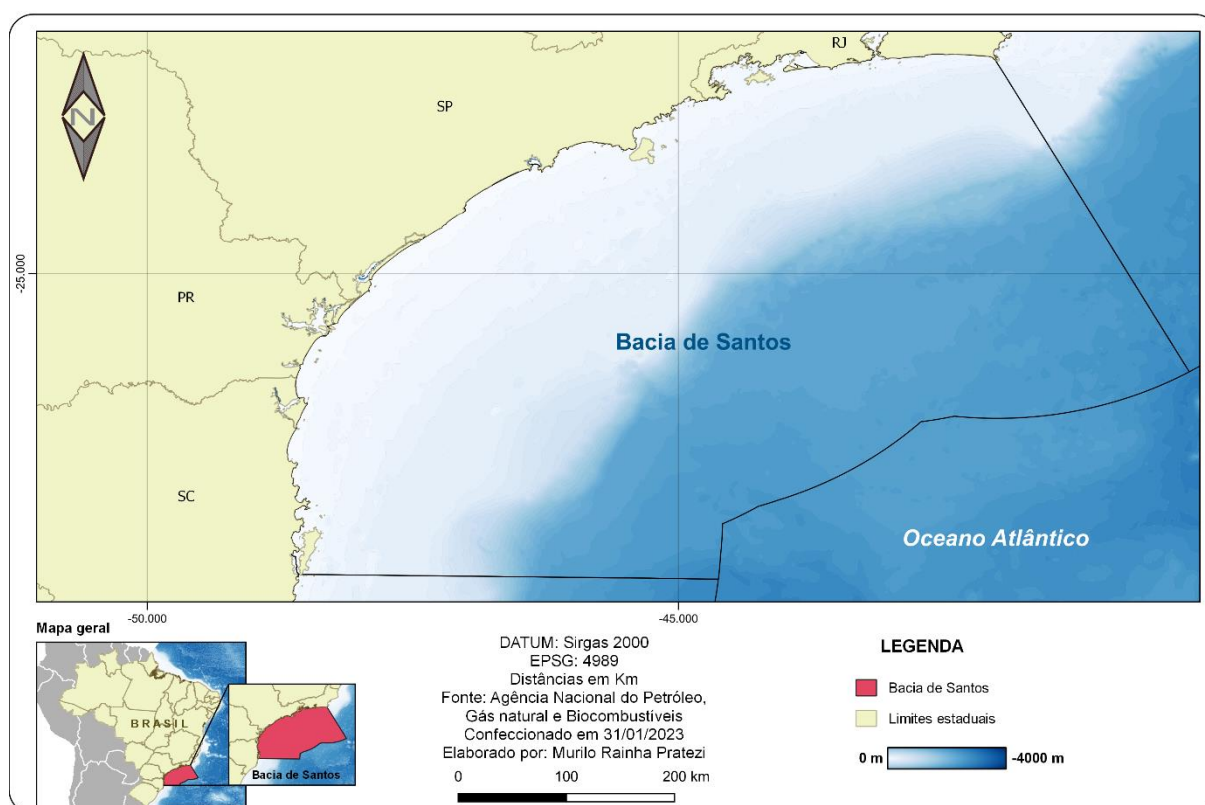


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo: bacia sedimentar de Santos, na região sudeste do Brasil.

2.2.1. *Compilação e organização dos dados*

Para a análise de correlação espacial, foram coletados dois conjuntos de dados entre os anos de 2018 a 2020, sendo o primeiro relativo aos registros de avistagem de cetáceos e o outro referente aos registros do tráfego marinho. Esses dados foram baixados como arquivos de planilhas no formato MS Excel. Em seguida, foram convertidos em arquivos de texto separado por vírgulas para manipulação posterior em programas de análise estatística.

2.2.1.1. *Registros de cetáceos*

As informações sobre a distribuição de cetáceos contêm coordenadas geográficas e identificação até o menor grupo taxonômico possível, entre outras informações e foram coletadas a partir dos dados disponibilizados pela plataforma do Sistema de Armazenamento de Dados *On-line* do Projeto de Monitoramento de Cetáceos (SisPMC). Este sistema é gerenciado pela empresa Socioambiental Consultores Associados e tem como objetivo a sistematização de dados provenientes das atividades de monitoramento de longo prazo das populações cetáceos nas áreas costeiras e oceânicas da Bacia de Santos [50].

Ressalta-se que o SisPMC está vinculado ao Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos (PMC-BS) e existe para atender demanda dos Processos de Licenciamento Ambiental vinculadas às atividades da Petrobras realizadas na Bacia de Santos, sendo estes instituídos pela resolução CONAMA nº 237 de 19 de novembro de 1997 [33, 50, 51]. Tais processos são conduzidos pela Coordenação Geral de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Marinhos e Costeiros (CGMAC) via Diretoria de Licenciamento Ambiental (DILIC), vinculada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) [51].

2.2.1.2. Registros de embarcações

A empresa JAKOTA | FleetMon, que cedeu o banco de dados referente às embarcações, conta com um sistema de inteligência marítima, capaz de armazenar e fornecer informações sobre o rastreamento de navios, possibilitando o mapeamento da movimentação de embarcações ao redor do mundo [30].

A companhia disponibilizou dados entre dois pontos distintos, representados pelas coordenadas geográficas lat.: -29° e long.: -40° (ponto 1) e lat.: -22° e long.: -49° (ponto 2). A área delimitada cobriu toda a extensão da Bacia de Santos. As informações coletadas referentes ao tráfego marinho foram coordenadas geográficas, tipo de embarcação, tamanho estimado, velocidade de navegação e finalidade/uso, entre outras informações. Todas as informações adquiridas são equivalentes às localizações das embarcações por dia, definido pelo MMSI (*Maritime Mobile Service Identity*), que representa uma espécie de identificação de cada navio [30].

2.2.2. Delineamento experimental

2.2.2.1. Análises espaciais

Os dados coletados foram visualizados no Sistema de Informações Geográficas QGIS (versão 3.18 Zurich), o qual permite organizar, editar e analisar dados espaciais [53]. Ambos os bancos de dados, originários das planilhas foram previamente tratados e posteriormente importados pelo *software*. Para a identificação das áreas de distribuições dos dois conjuntos de dados, utilizou-se uma função do QGIS, escrita em linguagem Python e denominada Mapa de Calor. Essa função permite avaliar padrões de concentração dos conjuntos de pontos georreferenciados dentro da área estudada. O mapa de calor é gerado por meio do método fixo

de densidade Kernel [74], o qual proporciona análises confiáveis, precisas e possibilita a geração de mapas de densidade, do tipo Kernel, para avaliação precisa do cenário obtido [26].

Em seguida, empregou-se uma análise vetorial denominada análise do vizinho mais próximo (do inglês, *Nearest Neighbor Analysis*). Esta ferramenta cria uma matriz de correlação entre dois bancos de dados, sendo o dado de entrada correspondente ao registro de cetáceos. O banco de dados alvo foi a tabela de registros de embarcações. O arquivo de matriz gerado (texto separado por vírgulas) apresenta as distâncias e o lapso espacial entre os eventos mais próximos.

Posteriormente, foi executado um procedimento de união (do inglês, *Table Join*). Nele, as informações da matriz resultante da correlação foram inseridas como colunas adicionais aos dados de registros de cetáceos. Desta forma, para cada registro destes mamíferos marinhos foram associados dois atributos correspondentes: a) os tipos de embarcações, que são o seu vizinho mais próximo e b) a distância entre os registros de cetáceos e embarcações.

2.2.2.2. Análises estatística

Para as análises estatísticas, foi utilizado o programa R, um ambiente de programação de código aberto que permite a elaboração de gráficos e análises estatísticas geoespaciais [54]. As predições da distribuição de cetáceos e do tráfego marinho foram comparadas usando o Índice de Similaridade de Shoener e Warren [72]. Esta estatística varia de 0 (sem sobreposição entre áreas) até 1 (as distribuições são idênticas). Esta análise foi realizada a partir da função *nicheOverlap* do pacote *dismo* e representada pela função abaixo [16].

nicheOverlap (*x*, *y* *stat* = 'I', *mask* = *TRUE*, *checkNegatives* = *TRUE*)

Para esta análise estatística, foi necessário obter o número de linhas e colunas da imagem da área estudada. Antes da operação, os dados vetoriais dos registros de cetáceos e embarcações foram transformados em arquivos raster, a partir do uso do *software* QGIS, sendo raster uma imagem que contém a descrição de cada pixel. Em seguida, foi realizada a coleta das informações de pixels do raster. Os valores então obtidos foram incorporados ao *script* no programa R.

2.3. Resultados e discussão

Foram obtidos 1381 registros de avistamentos de Odontoceti e Mysticeti provenientes do monitoramento embarcado e 971 por meio do monitoramento aéreo, totalizando 2352

registros de cetáceos. Dentre as espécies mais frequentemente registradas de Mysticeti (n = 965), tivemos *Megaptera novaeangliae* (baleia-jubarte, n = 476). Para Odontoceti (n = 1142), as espécies mais frequentes foram, respectivamente, *Stenella frontalis* (golfinho-pintado-do-Atlântico, n = 148), *Tursiops truncatus* (golfinho-nariz-de-garrafa, n = 81) e *Grampus griseus* (golfinho-de-risso, n = 37). 1148 registros não puderam ser atribuídos a espécies conhecidas. Todos os taxa registrados durante o esforço de monitoramento na bacia de Santos podem ser observados na **Figura 2**.

Figura 2. Proporções correspondentes aos *taxa* identificados durante o esforço de monitoramento de cetáceos na Baía de Santos.

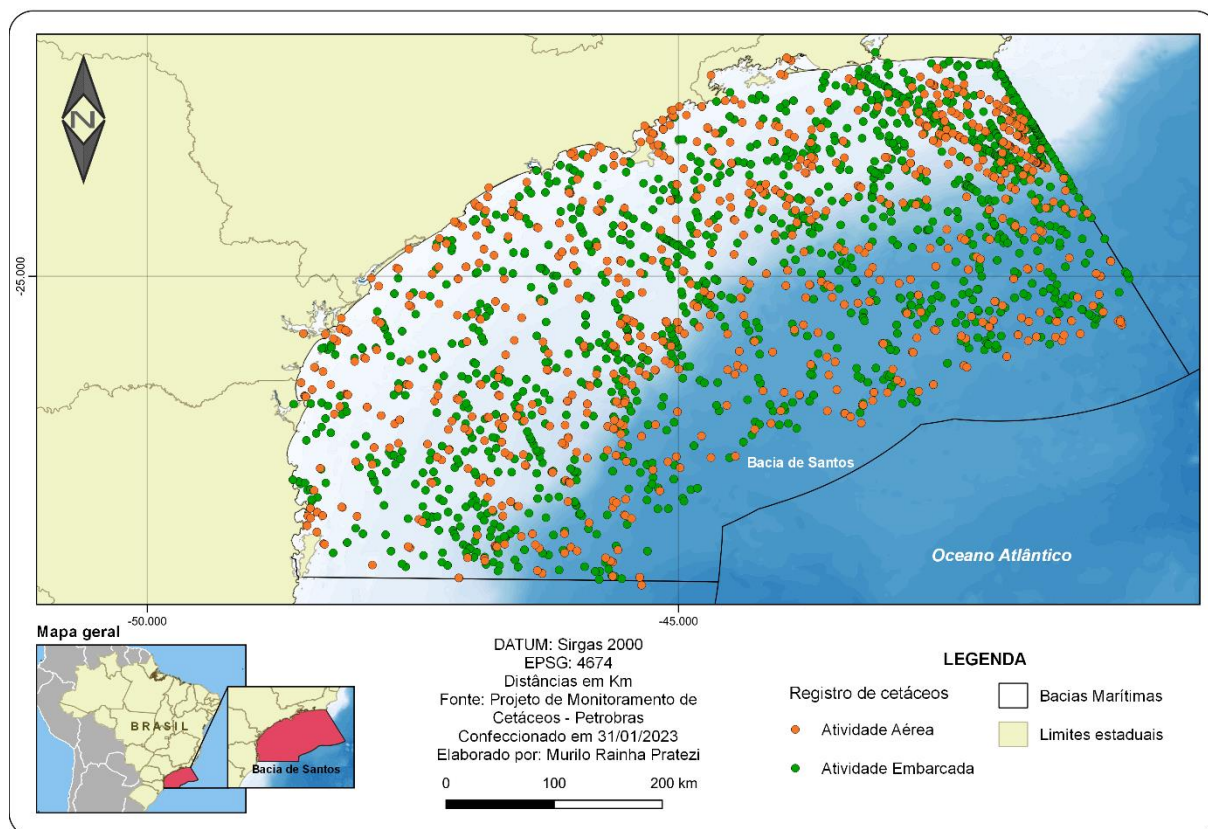


Figura 3. Mapa de localização das avistagens de indivíduos e/ou grupos de cetáceos ao longo da bacia de Santos.

Manchas de calor, representadas no mapa de densidade tipo Kernel, correspondem à densidade de animais avistados. A **Figura 4** mostra que a maior concentração de avistamentos ocorre na região nordeste da bacia sedimentar de Santos, no limite com a bacia de Campos.

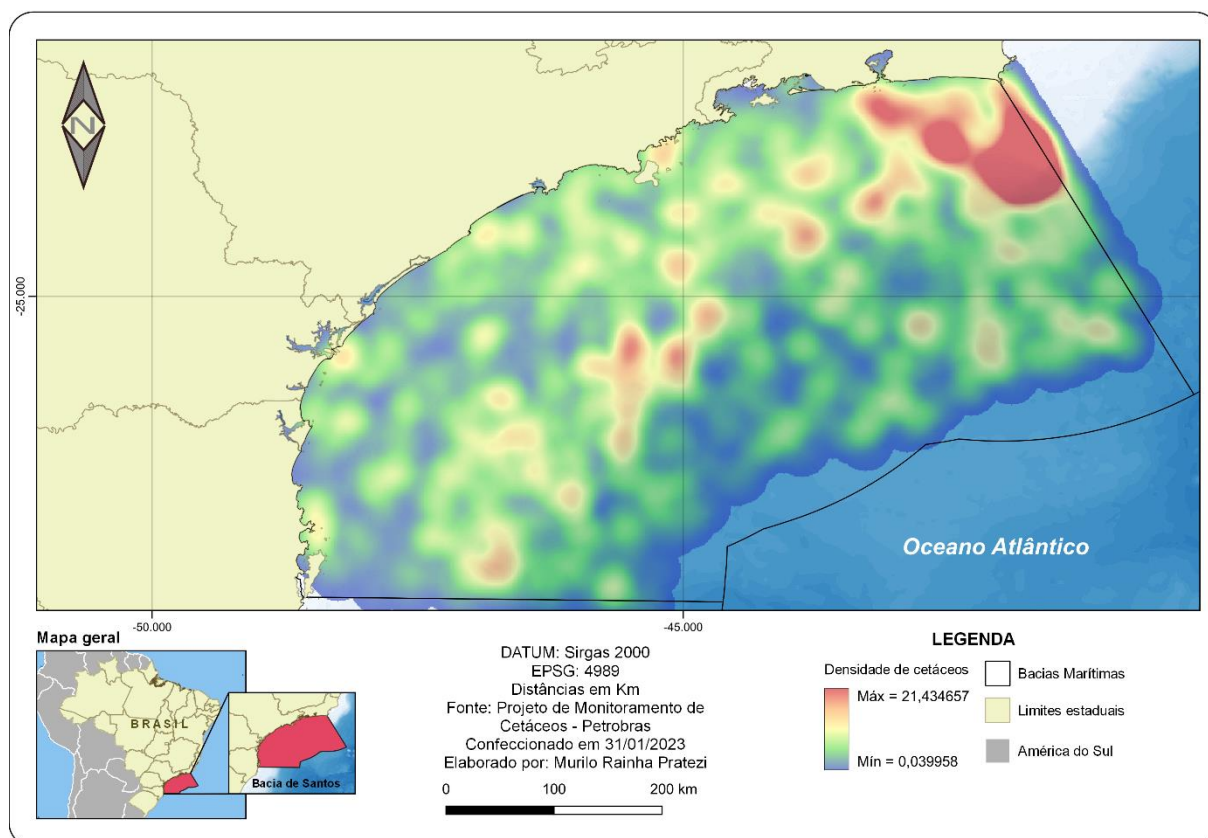


Figura 4. Mapa de calor do número de animais avistados. Os valores de densidade obtidos indicam um mínimo de 0,039 e máximo de 21,434 para o local de estudo.

Os dados disponibilizados de embarcações foram distribuídos, ao longo de 2018 e 2020 e contêm um volume de informações equivalente a 718777 linhas e 25 colunas. Os dados contêm a latitude e a longitude das embarcações, assim como a velocidade, o curso, a direção, o *status* de navegação, a bandeira, o tipo de embarcação e o seu comprimento, entre outros elementos.

Do número total de informações das embarcações, 436519 representam embarcações de carga, 118866 representam embarcações pesqueiras e 163392 de embarcações tanque, como exposto na **Figura 5** e totalizam 718777 registros de embarcações.

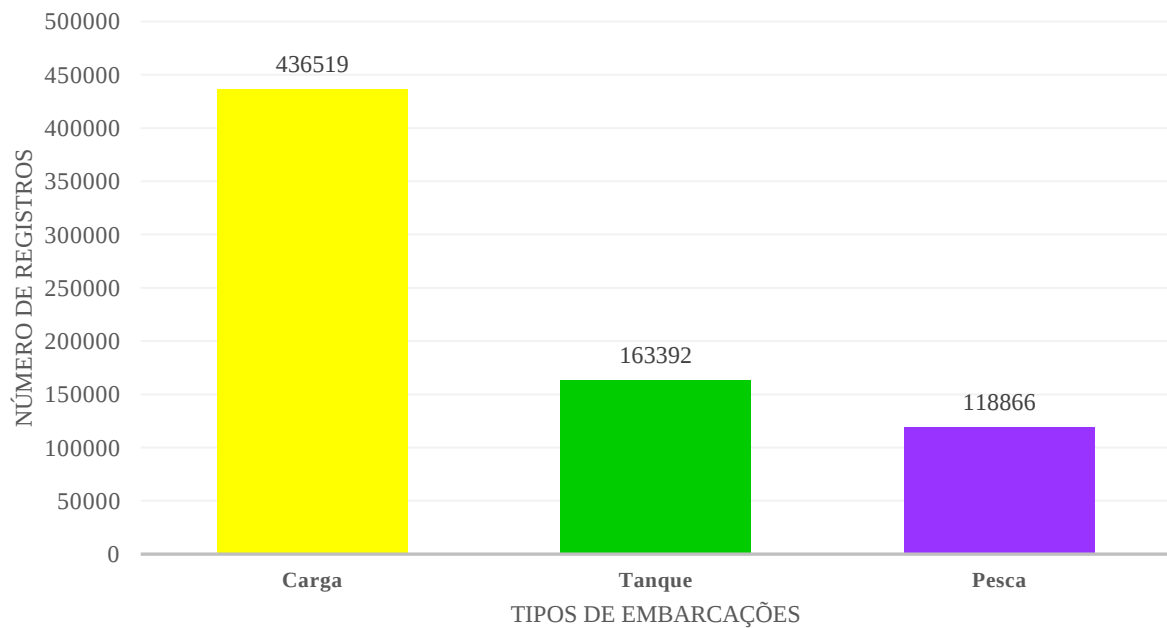


Figura 5. Número de embarcações na bacia de Santos durante o período de 2018 a 2020.

A localização dos tipos das embarcações é representada pela **Figura 6**, a qual ilustra a densidade, por ponto, de navios acerca da área de estudo.

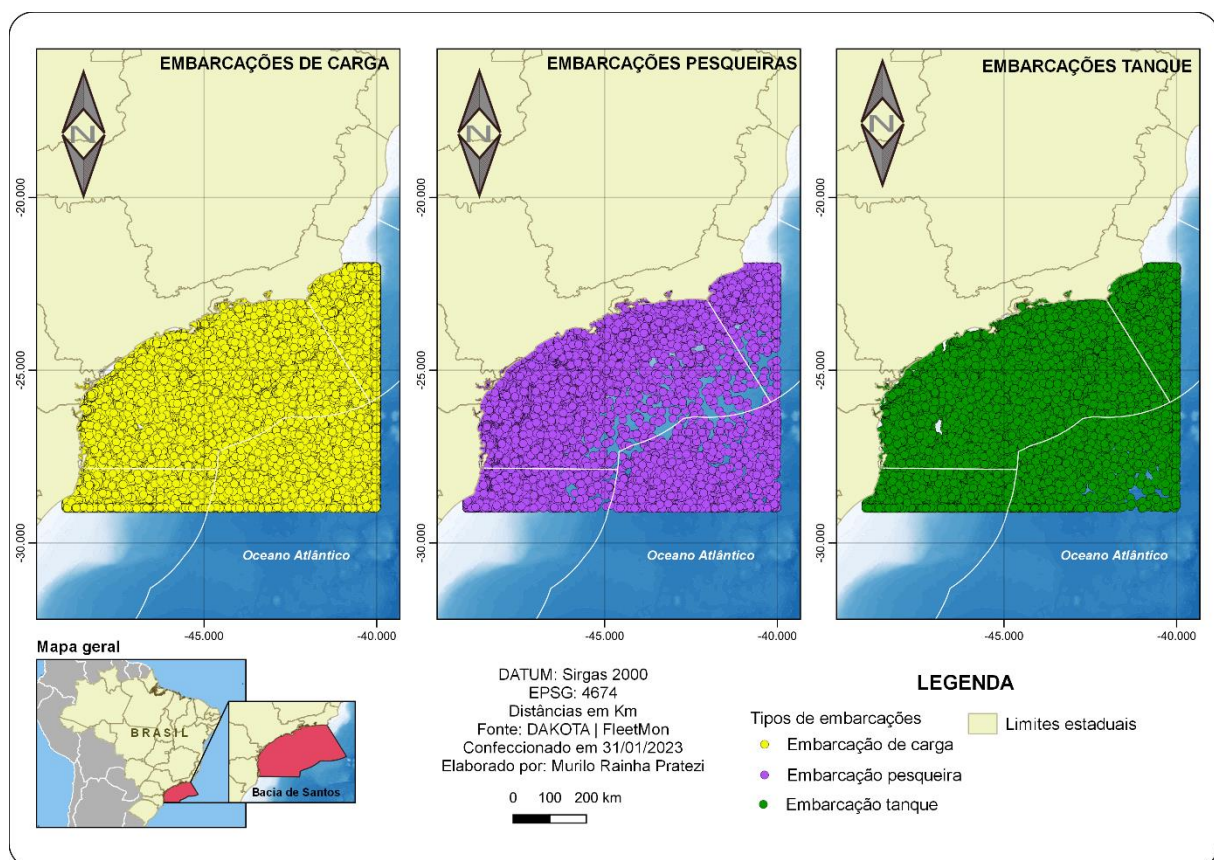


Figura 6. Mapa de localizações de registros dos tipos de embarcações na bacia de Santos.

As manchas de calor, ilustradas na **Figura 7** por intermédio do mapa de densidade tipo Kernel, representa o número de embarcações registradas pelo método MMSI da companhia JAKOTA | FleetMon.

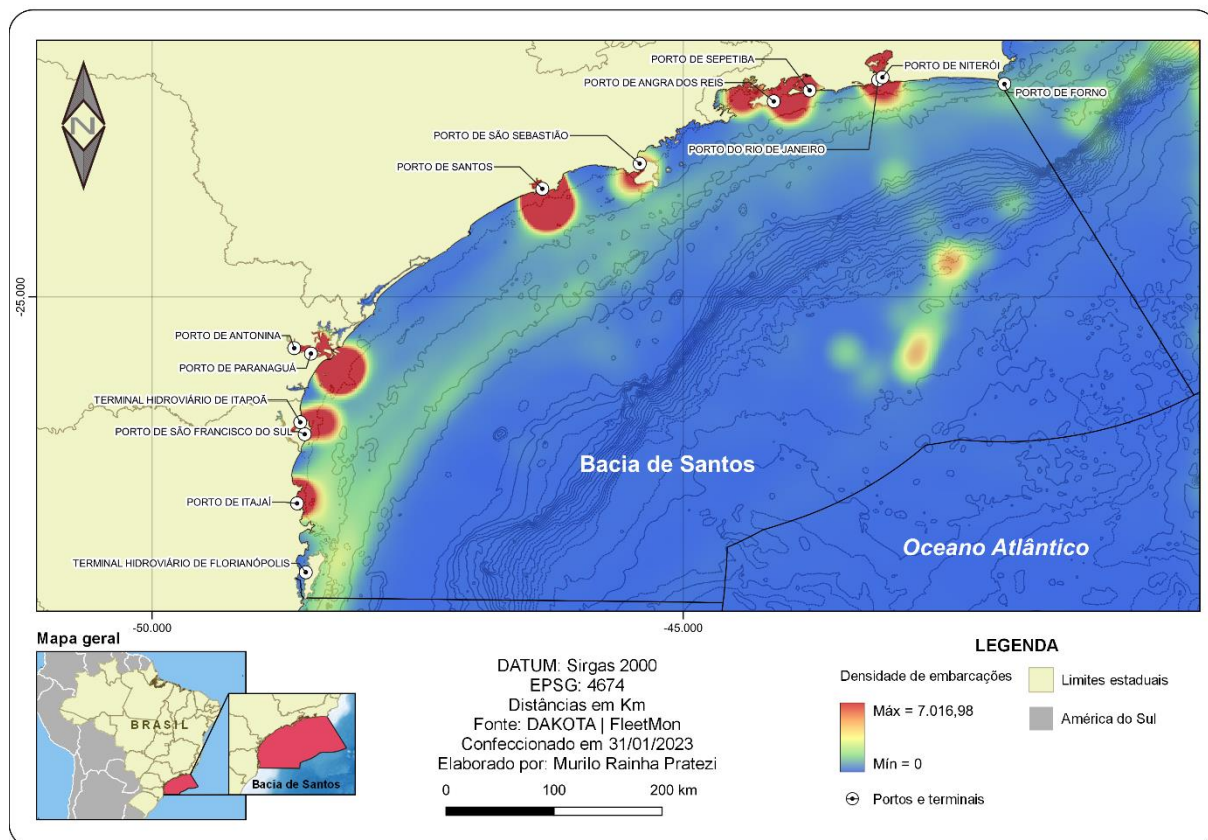


Figura 7. Mapa de calor da densidade de embarcações registradas na baía de Santos. Os valores de densidade obtidos indicam um mínimo de 0 e máximo de 7016,98 para o local de estudo.

No intuito de identificar áreas conflitantes, foi confeccionado um mapa, assim como calculado o modelo estatístico (**Figura 8**). O resultado demonstrou uma correlação positiva entre a ocorrência de cetáceos e o tráfego marinho na baía de Santos, equivalente a 0,88 de sobreposição entre os nichos.

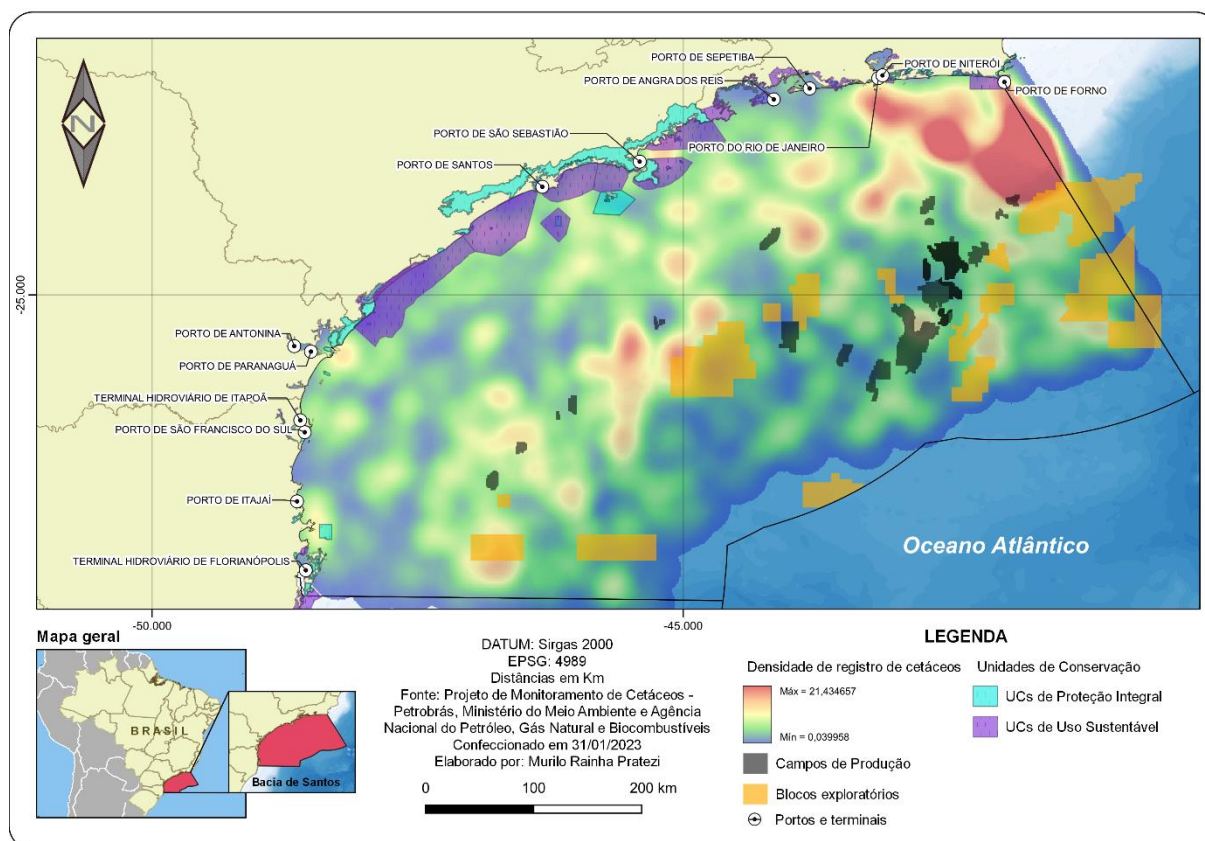


Figura 8. Mapa de uso e ocupação, sob as perspectivas das atividades antrópicas e conservacionistas na bacia de Santos.

Dentre as espécies que mais se sobrepuseram às embarcações (< 1 km), atendendo a análise do vizinho mais próximo, tivemos *Pontoporia blainvillei* (toninha), *Tursiops truncatus* (golfinho-nariz-de-garrafa) e *Megaptera novaeangliae* (baleia-jubarte), com distâncias equivalentes a 0,008, 0,017 e 0,03 quilômetros, respectivamente. Para *P. blainvillei* tivemos 19 registros próximos espacialmente às embarcações, 47 registros para *T. truncatus* e para *M. novaeangliae*, 414 registros. Para cada espécie, os tipos de embarcações que mais interagiram foram embarcações pesqueira e de carga, respectivamente.

Espécies como *S. guianensis* (boto-cinza), *S. bredanensis* (golfinho-de-dentes-rugosos), *S. frontalis* (golfinho-pintado-do-Atlântico), *G. macrorhynchus* (baleia-piloto-de-peitorais-curtas), *B. brydei* (baleia-de-bryde), *O. orca* (orca), *B. borealis* (baleia-sei), *B. bonaerensis* (baleia-minke-antártica), *P. macrocephalus* (cachalote), *G. griseus* (golfinho-de-Risso), *S. longirostris* (golfinho-rotador), *S. clymene* (golfinho-de-Clymene), *D. delphis* (golfinho-comum) e *S. attenuata* (golfinho-pintado-pantropical) também apresentaram distâncias mínimas menores que 1 quilômetro dos registros de embarcações.

A **Tabela 1** mostra a relação de espécies e as respectivas distâncias mínimas e máximas de embarcações. Também informa o número de registros de embarcações próximas às espécies analisadas.

Tabela 1. Distâncias mínimas e máximas, em quilômetros, em que cada espécie se sobrepôs espacialmente às embarcações, assim como o número de registros, por tipo de embarcação, evidenciadas pela análise do vizinho mais próximo.

QUANTIDADE DE REGISTROS	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	DISTÂNCIAS EM KM		NÚMERO DE EMBARCAÇÕES		
			<i>Mínima</i>	<i>Máxima</i>	<i>Tanque</i>	<i>Pesqueiro</i>	<i>Carga</i>
1	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Baleia-minke-anã	1,367	10,42	1	1	2
2	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Baleia-minke-antártica	0,55	4,626	0	0	2
3	<i>Balaenoptera borealis</i>	Baleia-sei	0,491	5,79	5	1	12
4	<i>Balaenoptera brydei</i>	Baleia-de-bryde	0,35	6,99	3	2	5
5	<i>Balaenoptera physalus</i>	Baleia-fin	1,57	2,89	0	1	2
6	<i>Balaenoptera spp.</i>	Baleia	0,1	9,05	25	27	36
7	<i>Delphinus delphis</i>	Golfinho-comum	0,94	2,39	0	2	2
8	<i>Delphinus spp.</i>	Golfinho	2,41	2,41	0	1	0
9	<i>Feresa attenuata</i>	Orca-pigmeia	1,77	4,03	0	0	6
10	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Baleia-piloto-de-peitorais-curtas	0,32	1,4	0	1	1
11	<i>Globicephala spp.</i>	Baleia-piloto	0,43	4,62	3	0	10
12	<i>Grampus griseus</i>	Golfinho-de-risso	0,71	4,905	3	0	21
13	<i>Kogia simus</i>	Cachalote-anão	1,06	4,2	0	0	2
14	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Golfinho-de-Fraser	1,98	1,98	0	0	1
15	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleia-jubarte	0,03	7,65	117	52	245
16	Não identificado	Não se aplica	0,07	19,46	195	146	358
17	<i>Peponocephala electra</i>	Golfinho-cabeça-de-melão	1,98	2,71	0	0	3
18	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	0,63	6,97	3	2	10
19	<i>Pontoporia blainvillei</i>	Toninha	0,008	15,466	4	14	1
20	<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa-orca	2,4	7,16	2	0	3
21	<i>Sotalia guianensis</i>	Boto-cinza	0,09	6,96	0	4	9
22	<i>Stenella attenuata</i>	Golfinho-pintado-pantropical	0,95	5,768	3	2	7
23	<i>Stenella clymene</i>	Golfinho-de-Clymene	0,88	5,44	2	1	3
24	<i>Stenella frontalis</i>	Golfinho-pintado-do-Atlântico	0,19	11,66	20	32	40
25	<i>Stenella longirostris</i>	Golfinho-rotador	0,82	7,54	3	6	8
26	<i>Stenella spp.</i>	Golfinho	0,56	3,44	2	1	11
27	<i>Steno bredanensis</i>	Golfinho-de-dentes-rugosos	0,13	6,44	1	2	6
28	<i>Tursiops truncatus</i>	Golfinho-nariz-de-garrafa	0,017	10,11	11	12	24
29	<i>Ziphius cavirostris</i>	Baleia-bicuda-de-Cuvier	1,35	1,35	0	0	1

Apesar dos avanços das pesquisas nas três últimas décadas contribuírem significativamente para com os estudos de cetáceos, pesquisas que considerem a sobreposição de nichos devem ser igualmente realizadas [2, 19, 48]. Nesta perspectiva, PENNINO e AVILA e seus colaboradores [2, 48] sugerem que o primeiro passo para mitigar a pressão antrópica que as embarcações exercem sobre os cetáceos é identificar as principais espécies ameaçadas, compreender a extensão espacial de suas distribuições e áreas de maior concentração (do inglês *hotspot*), assim como os possíveis estressores e áreas de conflito.

Neste âmbito, referente ao grau de conservação dos cetáceos que apresentaram as menores distâncias em relação aos registros de embarcações, temos para a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), do inglês, *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), *Pontoporia blainvillei* (toninha), considerada ameaçada de extinção, na categoria vulnerável (VU, do inglês, *Vulnerable*) [25]. *Tursiops truncatus* (golfinho-nariz-de-garrafa) e *Megaptera novaeangliae* (baleia-jubarte) se encontram na categoria de pouco-preocupante (LC, do inglês, *Least Concern*) [25]. Entretanto, em relação às categorias de conservação empregadas no Brasil, divulgadas pelo Ministério do Meio Ambiente, temos *P. blainvillei* considerada criticamente em perigo de extinção (CR, do inglês, *Critically endangered*), *T. truncatus* como dados deficientes (DD, do inglês, *Data deficient*) e *M. novaeangliae*, que se encontra na categoria de quase-ameaçada (NT, do inglês, *Near threatened*) [35].

A pesca industrial é uma das principais ameaças a esses animais, e bem como a aquicultura, removem enorme quantidade de biomassa dos ecossistemas estuarinos, costeiros e marinhos. Entretanto, também proporcionam uma excelente fonte de proteína animal e desempenham um papel essencial no sustento de milhões de pessoas ao redor do planeta. Todavia, a pesca artesanal também pode ser um agente estressor preocupante para os pequenos cetáceos citados acima, que são sensíveis a essa atividade [12, 39]. Em contrapartida, a prática da pesca que utiliza petrechos que causam lesões em mamíferos marinhos é reconhecida pela IWC desde 1970, como um fator limitante, quando não redutor, de populações de mamíferos marinhos [56].

No Brasil, a Lei de Proteção à Baleia (Lei nº 7.643, de 18 de fevereiro de 1987) rege que a pesca de qualquer cetáceo é proibida no Brasil. Porém, esses animais não escapam da captura acidental decorrente da pesca artesanal, devido às atividades pesqueiras com determinados petrechos [52]. Apesar da prática comum, os animais capturados em redes não

possuem nenhum valor comercial. Por isso, são descartados no mar, dificultando estimar quantos animais são efetivamente capturados pela pesca artesanal. No Brasil, as redes de emalhe, particularmente as redes miraguaia, pescada e feiticeira, são potencialmente as mais impactantes para as populações de cetáceos costeiros, pois os levam a óbito por asfixia [52].

Toninhas (*P. blainvillei*) apresentam um agravante: a espécie não apresenta uma distribuição contínua em sua área de vida. Embora toninhas sejam observadas desde Itaúnas (Espírito Santo) até o Golfo Nuevo (Argentina), existem áreas em que estes animais são muito raros ou ausentes. No Brasil, estudos recentes observaram estes animais em áreas como Ubatuba (São Paulo) e Regência (Espírito Santo), onde havia uma lacuna de informações sobre sua distribuição [49, 60, 77, 78]. Adjunto a distribuição descontínua, que é um problema para a conservação da espécie, devido à alta mortalidade ocasionada pela separação genética da população, ocorre o agravante ocasionado pela atividade pesqueira acidental [49, 60].

Os golfinhos-nariz-de-garrafa (*T. truncatus*) apresentam uma extensa distribuição. Entretanto, isso expõe a espécie a uma ampla variedade de ameaças. Entre elas, temos a pesca acidental, o tráfego de embarcações e a exploração excessiva de recursos pesqueiros, importantes na sua dieta, assim como sua utilização oportunística como isca para pesca do cação, como consequência de sua captura acidental [25, 28, 49, 75]. Em contrapartida, baleias-jubarte (*M.a novaeangliae*), foram extremamente exploradas pela indústria baleeira entre os séculos 18 e 20 no Brasil devido aos seus hábitos e distribuição [49]. Apesar disso, a espécie vem se recuperando desde que medidas protetivas foram tomadas [3, 6]. Atualmente, essa população lida com diversos agentes estressores e que novamente ameaçam sua conservação. Entre eles temos a pesca, o emalhe acidental em petrechos de pesca, degradação e perda de habitat e, principalmente, o crescimento das atividades de exploração de óleo e gás [3, 6, 49]. A distribuição destas espécies sobre a bacia de Santos é representada pela **Figura 9**.

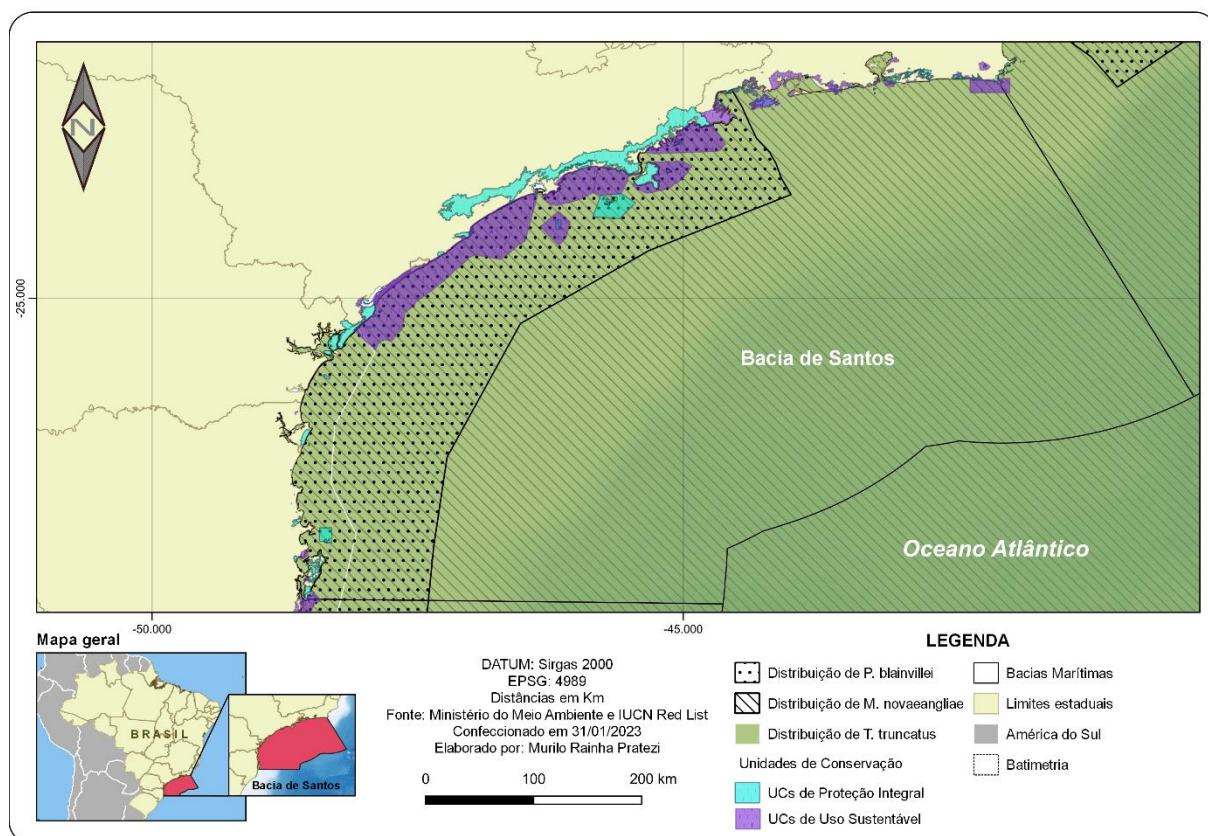


Figura 9. Mapa de distribuição das espécies que obtiveram maior correlação espacial de proximidade com os registros de embarcações, na bacia de Santos.

Pesquisas científicas, entre outras medidas, são importantes como formas de mitigação, pois permitem utilizar o conhecimento para fomentar estratégias de conservação de espécies ameaçadas pelas interações com embarcações e pesca accidental [52]. Nas últimas décadas, houve um aumento nas pesquisas com cetáceos, o que representa uma forma de investigação com potencial para contribuir para a redução da mortalidade de cetáceos e, por consequência, para a sua conservação [66]. Para se tornarem robustas, tais pesquisas devem considerar a vulnerabilidade das espécies, assim como sua suscetibilidade a petrechos pesqueiros. Além disso, devem buscar compreender melhor a distribuição espaço-temporal dos eventos de capturas accidentais, identificar *hotspots* e estudar o comportamento das espécies afetadas, bem como as características das atividades antrópicas, que resultam em depreciação das espécies, as consequências demográficas para as populações e outras práticas de relevante importância para sua conservação [19, 66].

Na análise que foi conduzida aqui, a maior concentração de cetáceos ocorreu na quebra da plataforma continental da região nordeste da bacia sedimentar de Santos. Nesta região, os animais se concentram devido a um conjunto particular de características, como a plataforma continental estreita e a abundância de recursos alimentares, os quais estão associados a

processos de ressurgência e concentração de nutrientes. O primeiro processo decorre do afloramento da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), rica em nutrientes e que eleva a produtividade primária próxima à costa. Assim, várias espécies tipicamente oceânicas se aproximam da costa em busca de alimento [45, 64].

Nas áreas de sobreposição identificadas, ROMERO [58] pressupõe-se que um dos motivos para a aproximação das espécies de cetáceos com embarcações ocorra devido ao aumento significativo da navegação global marítima, a qual cresceu, em 2021, 2,9% e 2,4% para navios tanques e cargueiros, respectivamente [68]. Devido à descoberta do pré-sal na costa brasileira, o crescimento da exploração de óleo e gás contribuiu para o tráfego de embarcações, especialmente de navios tanques e cargueiros, pois estes são principalmente utilizados em negociações comerciais [42, 58]. Tal informação é corroborada neste estudo, pois os dados somados destes dois tipos de registros de embarcações representaram 83,4% dos registros de navios analisados.

De acordo com a *International Maritime Organization* (IMO), 90% das trocas comerciais em âmbito global são realizadas por mar. Em 2020, 99800 embarcações fizeram parte da complexa rede global de rotas marítimas [42, 68]. Intensas movimentações são observadas em áreas portuárias, conforme observado na **Figura 7**. Nessas regiões, os sistemas logísticos portuários atuam fortemente no comércio, pois atraem investimentos e mão de obra. Consequentemente, impulsionam economias regionais [42].

Nesse contexto, o planejamento espacial marinho oferece a oportunidade de reduzir impactos no ecossistema causados por atividades antrópicas, tais como o tráfego marinho, particularmente sobre espécies vulneráveis como os cetáceos [48]. Devem ainda ser identificadas áreas críticas para conservação. A melhor definição de área crítica é aquela utilizada por um grupo de cetáceos para realizar atividades básicas para sua sobrevivência, bem como oferece acesso à alimentação, reprodução, cuidado parental, bem como permitir a sociabilização dos indivíduos e o seu descanso [19].

Uma das ferramentas do planejamento espacial marinho consiste na criação e gestão de Áreas Marinhas Protegidas (AMPs), cujos objetivos são a proteção e conservação de recursos faunísticos e florísticos de uma determinada área marinha. Nesse contexto, as AMPs devem atuar como ferramentas do planejamento para mitigar um conjunto diverso de ameaças ao meio ambiente [3, 32]. As AMPs são utilizadas globalmente para proteção de estoques pesqueiros,

assim como outras espécies marinhas e, conseqüentemente aumentam a diversidade local [3, 19, 32].

O estabelecimento de um sistema realmente efetivo e representativo de AMPs é uma estratégia global de conservação da biodiversidade definida pela Convenção Biológica de Diversidade e acordada por diversos países [6]. Nesse aspecto, as AMPs criadas podem restringir atividades dependendo dos objetivos da Unidade de Conservação [19, 32]. No passado, adjuntos às AMPs, os riscos ocasionados pelo tráfego marinho não eram motivo de preocupação. Contudo, atualmente deve-se considerar que medidas de precaução e proteção devem ser propostas contra os riscos aos quais este grupo de animais está sujeito [32].

No Brasil, a Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) como o sistema responsável por fornecer e regulamentar diretrizes para a implementação e gestão de uma variedade de áreas protegidas no país. As unidades de conservação estão organizadas em dois grupos distintos, **Unidades de Proteção Integral** e **Unidades de Uso Sustentável**. As primeiras possuem finalidade de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais. Por isso, as regras e normas são restritivas. Já as segundas visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais [34]. De forma resumida, estratégias de conservação e preservação de cetáceos, de acordo com as categorias do SNUC, podem ser consultadas na **Tabela 2**.

Tabela 2. Sugestões de estratégias de conservação, as quais podem ser implementadas e/ou discutidas, em relação às Áreas Marinhas Protegidas para preservação dos cetáceos e demais recursos. Para esta tabela, as estratégias descritas em ‘**Unidades de Proteção Integral**’ são consideradas táticas para áreas críticas, as quais permitirão aos cetáceos executarem seus comportamentos básicos. As estratégias apresentadas para ‘**Unidades de Uso Sustentável**’ poderão ser aplicadas em Unidades pertencentes a esta categoria e/ou Zonas de Amortecimento. Tabela adaptada de HOYT [19].

UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL E/OU ÁREAS CRÍTICAS	UNIDADES DE USO SUSTENTÁVEL E/OU ZONAS DE AMORTECIMENTO
Atividades pesqueiras devem ser proibidas.	Atividades pesqueiras devem ser controladas. O uso de petrechos de pesca, como emalhe e arrasto, devem ser proibidas ou desencorajadas. Atividade pesqueira industrial deve ser avaliada antes de sua implementação por meio de estudos de captura accidental, do inglês, <i>bycatch</i> e, devidamente regulamentada via Planos de Manejo de Unidades de Conservação.
Tráfego comercial e militar deve ser proibido.	Tráfego comercial e militar deve ser devidamente regulamentado por intermédio de Planos de Manejo de Unidades de Conservação.
A prática de observação de cetáceos (do inglês, <i>whale watching</i>), deve ser proibida ou limitada. Se permitida, deve conter limitações, as quais devem ser descritas em Planos de Manejo de Unidades de Conservação e, constantemente fiscalizadas.	A prática de observação de cetáceos (do inglês, <i>whale watching</i>), deve ser devidamente regulamentada através de Planos de Manejo de Unidades de Conservação.
Embarcações de recreação não devem perseguir ou aproximar-se de cetáceos, bem como respeitar orientações de boas práticas com mamíferos marinhos [24].	Embarcações de recreação devem ser impedidas de perseguir cetáceos, bem como respeitar orientações de boas práticas com mamíferos marinhos [24].
Atividades de pesquisa e conservação, bem como embarcações científicas devem ser regulamentadas por meio de Planos de Manejo de Unidades de Conservação. As atividades devem ser revisadas periodicamente.	Atividades de pesquisa e conservação, bem como embarcações científicas devem ser regulamentadas por intermédio de Planos de Manejo de Unidades de Conservação. As atividades devem ser revisadas periodicamente.
Descargas industriais, domésticas e de embarcações não são permitidas no território marinho de Unidades de Conservação.	Novas descargas industriais, domésticas e de embarcações não devem ser permitidas no território marinho de Unidades de Conservação. Esta prática deve ser fiscalizada e se enquadrar conforme lei federal.
Extração e/ou exploração de minérios, ou qualquer outra atividade industrial deve ser proibida na área.	Extração e/ou exploração de minérios, ou qualquer outra atividade industrial que for permitida na área, deve ser devidamente regulamentada via Planos de Manejo de Unidades de Conservação.
Qualquer atividade humana de interação com cetáceos deve ser proibida e/ou regulamentada via Planos de Manejo de Unidades de Conservação. Tais atividades devem ser revisadas periodicamente.	Qualquer atividade humana de interação com cetáceos deve ser proibida e/ou regulamentada via Planos de Manejo de Unidades de Conservação. Tais atividades devem ser revisadas periodicamente.

Estudar e conhecer a distribuição, os *hotspots*, a sazonalidade e a intensidade da ocorrência das atividades antrópicas são importantes para manter os esforços de conservação dos animais, minimizando impactos nocivos destas atividades [6, 19]. As criações ou o refinamento de estratégias de conservação de áreas marinhas protegidas devem levar em consideração não apenas critérios ecológicos, mas também aspectos econômicos e sociais (como, por exemplo, o conhecimento local e atividades antrópicas da área), assim como envolver diversas partes interessadas no processo de planejamento e manejo destas áreas [6]. Nesse aspecto, estes animais estão frequentemente atrelados a águas limpas, o que possibilita impulsos na economia local pelo turismo, assim como a utilização de sua imagem como ferramentas de ensino, conscientização e preservação ambiental sobre o papel das Áreas Marinhas Protegidas [6, 19, 43].

Os esforços de conservação de cetáceos dentro da gestão de AMPs constituem um desafio, pois estas espécies apresentam muita mobilidade, assim como diferentes padrões espaciais e sazonais de uso de área [6, 19]. Áreas Marinhas de Proteção estacionárias não são consideradas ideais para cetáceos, devido ao uso e ocupação do ambiente marinho por diversas espécies deste táxon. Assim, adotar áreas móveis para proteção (limite de área variável no aspecto temporal e espacial) podem refletir melhor distribuição e o comportamento dinâmico destes animais [6].

HOYT [19] sugere que as AMPs utilizem leis e regulamentos como medidas de gestão para a proteção de cetáceos. Entretanto, sob uma perspectiva governamental, o seu uso para a gestão de embarcações é pouco documentado [8, 32]. Nesse âmbito, as ferramentas legislativas podem ser eficientes para países efetivarem medidas conservacionistas referentes aos impactos do transporte marítimo sobre baleias e golfinhos. Políticas de proteção de cetáceos, como a regulamentação do tráfego marinho, estão entre as poucas medidas que países podem implementar, a fim de evitar o impacto em populações destes animais e proteger seus habitats [19, 32, 48].

Considerando o desenvolvimento das atividades antrópicas no país, assim como o turismo, no Brasil, apenas a Portaria Nº 117, de 26 de dezembro de 1996 institui normas para evitar o molestamento de cetáceos, inclusive por parte de embarcações, em águas jurisdicionais brasileiras. A normativa, em seus artigos veda que embarcações se aproximem (1) a menos de 100 metros de qualquer cetáceo; (2) que desengrenem ou religuem o motor para afastar-se de grupos a uma distância mínima de 50 metros; (3) persigam, com o motor ligado, cetáceos por

mais de 30 minutos, ainda que respeitadas as distâncias estipuladas; (4) interrompam o curso de deslocamento de cetáceos, ou tentem alterar ou dirigir esse curso; (5) penetrem intencionalmente em grupos de cetáceos de qualquer espécie, dispersando-os; (6) produzam ruídos excessivos a menos de 300 metros de qualquer cetáceos; (7) despejem qualquer tipo de detrito, substância ou material a menos de 500 metros destes animais, entre outras normativas [33].

Desta forma, demais sugestões de estratégias de gestão e conservação a serem implementadas em Unidades de Conservação (UCs) ou, em áreas críticas que contenham a presença de mamíferos marinhos e, que complementem a Portaria Nº 117, de 26 de dezembro de 1996 foram identificadas, categorizadas e apresentadas a seguir na **Tabela 3**.

Tabela 3. Estratégias de conservação baseadas na interação de cetáceos com embarcações marítimas, as quais poderão ser utilizadas como ferramentas de gestão. Tabela adaptada de HOYT [19] e MCWHINNIE e colaboradores [32].

ESTRÁTEGIAS DE CONSERVAÇÃO	RECOMENDAÇÃO	ABORDAGEM	EVIDÊNCIAS DE IMPLEMENTAÇÃO	DIFICULDADES
Zona de Exclusão Obrigatória	Proibição de embarcações dentro da área relevante para conservação de cetáceos.	Definir Zona de Exclusão Mandatória, a fim de garantir completa proteção para cetáceos; Inserir abordagem em Planos de Manejo; Definir Programas de patrulhas, monitoramento e fiscalização; Implementação penas administrativas.	A Reserva Ecológica de Robson Bight, no Canadá, garante uma zona de exclusão como medida protetiva de uma população residente de orcas [46].	Ferramenta custosa, difícil e lenta de se implementar. Extremamente restritiva, o que leva a oposição de todas as partes interessadas e/ou público em geral.
Zona de Acesso Restrito	Designação de determinados tipos de embarcações que podem adentrar área estipulada.	Definir Zona de Acesso Restrito; Definir Capacidade suporte, ou seja, limitação do número de embarcações; Definir periodicidade do acesso à Zona Restrita (sazonal); Definir Programas de patrulhas, monitoramento e fiscalização; Implementação penas administrativas.	Na Baía Glacier, Alaska, não mais que 25 embarcações por dia, são permitidas durante determinado período [31].	Ferramenta de complexa implementação e custosa. A indefinição de quem será responsável por desenvolver, financiar, implementar e manter o sistema de acesso pode gerar conflitos.
Zona de Exclusão Voluntária/Áreas a serem evitadas	Orientações e recomendações para embarcações, a fim de que estas evitem atravessar determinadas áreas.	Definir Zona de Exclusão Voluntária; Implementar Programas de Educação Ambiental, visando orientar pilotos, tripulação e público em geral sobre evitar a área em questão.	Na Baía de Roseway, Canadá, a organização Marítima Internacional adotou uma zona de exclusão voluntária, onde 71% dos navios cumpriram as recomendações, o que reduziu em 82% o risco de colisão com baleias-francas [70].	O cumprimento das ações não pode ser garantido. Pode-se realizar esquema de incentivo para aumentar o cumprimento das ações, mas este pode apresentar custo elevado.
Reprogramação de rota	Áreas conflitantes devem apresentar rotas de navegação restritas dentro de uma área designada, portanto	Identificar áreas críticas que contenham a presença de cetáceos;	Na Baía Grand Manan, Canadá, as embarcações que evitaram a área de conservação da baleia-franca reduziram o risco de colisão em 62% [69]. O <i>National Oceanic and Atmospheric</i>	Em diversas instâncias, a reprogramação de rota não é uma opção devido às questões de segurança operacional.

	embarcações devem seguir outra rota.	Traçar novas rotas, que não ofereçam risco operacional às embarcações; Orientação bem definidas de mudança de rota em áreas com sobreposição de nichos; Programas de divulgação das informações.	<i>Administration</i> (NOAA) instituiu o guia de recomendação de rotas alternativas [41].	O cumprimento das ações não pode ser garantido.
Praticagem	Pilotos especializados ou barcos rebocadores deverão ser utilizados em casos de áreas com alta probabilidade de conflitos entre embarcações e cetáceos.	Implementa cursos e treinamentos sobre conflitos entre cetáceos e embarcações.	No Parque Marinho de Saguenay-St Lawrence em Quebec, Canadá 72% dos pilotos cumpriram as restrições de velocidade [47].	A praticagem é custosa e difícil em termos de logística. Globalmente pilotos experientes são custosos e difíceis de recrutar [76].
Código de Conduta	Estabelecimento de Códigos de Conduta e boas práticas na interação com mamíferos marinhos.	Definir Códigos de Conduta internos; Orientação para a criação de políticas internas; Ampla divulgação das boas práticas e dos códigos de conduta, a fim de aumentar a probabilidade de seu cumprimento.	Manual de boas práticas em interação com mamíferos marinhos [24].	Códigos de conduta devem ser sucintos, pois caso contrário a tripulação não seguirá e a adesão será uma dificuldade.
Comunicação	Reporte, em tempo real, de ocorrências envolvendo embarcações e cetáceos.	Definir de sistema de comunicação; Implementação de relatório de ocorrência; Preenchimento de informações como localização da embarcação, velocidade, espécie e entre outras, que permitirão compilação de informações e definição de estratégias.	Na Baía de Roseway, no Canadá, devido a regulamentos específicos, é mandatório o informe de chegada e partida em determinadas áreas [69]. O <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> (NOAA) instituiu relatório de ocorrências [41].	Uso impróprio das ferramentas de geolocalização, erros de comunicação e repasse incorreto da localização.
Redução de Velocidade	Redução de velocidade de embarcações a fim de atingir velocidade pré-determinada.	Identificar áreas críticas que contenham a presença de cetáceos;	Redução de velocidade se provaram eficientes para a redução de mortalidade de cetáceos por colisões, à exemplo, na costa leste dos EUA, a redução de velocidade durante temporada é efetiva	Se estas ações forem voluntárias há o risco do não cumprimento das reduções de velocidade. Em águas perigosas, devido às

		Identificar velocidade que não ofereça risco operacional às embarcações; Implementar programas de divulgação das informações; Orientar a mudança de velocidade em áreas com sobreposição de nichos.	para a redução de mortalidade de baleias. [63]. O <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> (NOAA) instituiu orientações de velocidade para áreas pré-determinadas [41].	questões de segurança operacional, a redução de velocidade não é uma opção.
Monitoramento Acústico Passivo	Monitoramento de cetáceos, por meio do emprego de ferramentas acústicas, as quais indicam a presença de cetáceos, a fim de que medidas sejam tomadas.	Identificar áreas críticas que contenham a presença de cetáceos; Implementação da ferramenta acústica de forma relativamente barata, sendo esta não-invasiva e que proporciona contínua coleta de dados.	O País de Gales, na baía de Cardigan permite a detecção acústica durante períodos de visibilidade ruim, permitindo assim o contínuo monitoramento de cetáceos [65]. No Brasil, há a execução desta estratégia para tripulações de navios sísmicos, a fim de interromper as atividades de prospecção de óleo e gás [22].	Grande volume de dados é gerado, sendo custoso o seu processamento, armazenamento e análise. Manutenção do sistema de obtenção de dados também é custosa.
Monitoramento de biota	Monitoramento visual da presença de cetáceos, que visa alertar sobre a presença destes, a fim de que medidas sejam tomadas.	Identificar áreas críticas que contenham a presença de cetáceos; Implementar equipe de monitoramento.	No Brasil, observadores de biota marinha alertam a tripulação da embarcação a fim de interromper as atividades de pesquisa sísmicas para prospecção de óleo e gás [22].	Requer equipe dedicada para a atividade. Ferramenta utilizada apenas quando há condições meteorológicas passíveis de visibilidade.
Monitoramento AIS	Monitoramento via Sistema de Automático de Identificação (AIS), a fim de fiscalizar e monitorar o movimento de embarcações dentro de uma determinada área.	Identificar áreas críticas que contenham a presença de cetáceos; Implementação de ferramenta AIS, visando cobertura contínua do movimento de embarcações dentro da área de interesse.	O Santuário de <i>Stellwagen Bank</i> em Massachusetts, EUA, monitora embarcações que navegam na região, a fim de avaliar o nível de ruído no mar e implementar medidas de mitigação [40].	Grande volume de dados é gerado, sendo custoso o armazenamento. Requer equipe especializada para processamento e análise.
Programas de Educação Ambiental	Programas de Treinamento para equipe de bordo.	Identificação de principais conflitos entre embarcações e cetáceos para determinada área; Produção de material educacional para equipe de bordo;	Material educacional, confeccionado pela <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> [41]. Estratégia semelhante referente às atividades de óleo & gás é realizada no Brasil pelo Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT) [23].	O treinamento é opcional e a adesão completa pode não ser atingida.

		Treinamentos e cursos com fins educativos.		
	Programas de conscientização ambiental para o público em geral	Identificação de principais conflitos entre embarcações e cetáceos para determinada área; Produção de material educacional para população em geral; Treinamentos e cursos com fins educativos.	Equipe dedicada e especializada para condução do Programa de educação ambiental.	Material de divulgação das informações é custoso e verba para construção e divulgação será necessária.
Consultoria Especializada		Identificação de principais conflitos entre embarcações e cetáceos;		
	Projeto de Monitoramento de Impactos de Embarcações sobre Mastofauna Marinha da Baía de Santos.	Regulamentação do Projeto de Monitoramento com o órgão fiscalizador; Criar e fornecer serviços à indústria sobre os impactos de embarcações sobre populações de cetáceos;	Projeto semelhante (PMAVE) implementado no Brasil, tem como objetivo registrar todas as ocorrências envolvendo avifauna em plataformas. Projeto análogo deve ser criado, a fim de orientar as ações de resposta em caso de ocorrência de cetáceos próximo a embarcações [21].	Se não regulamentada, pode ser voluntária e pode não ocorrer a adesão da indústria.

Estratégias de conservação que regulamentem o tráfego marinho apresentam-se como uma medida mais efetiva de conservação [19, 48]. MCWHINNIE e colaboradores [32] orientam que Zonas de Exclusão Voluntária e a redução de velocidade sejam estratégias amplamente adotadas dentro da gestão de áreas críticas para a conservação de cetáceos. São eficientes como estratégias de proteção e governantes e gestores podem implementar de forma rápida e eficiente [19, 48]. MCWHINNIE e colaboradores [32] relatam ainda que estratégias voluntárias de gestão para conservação têm potencial imediato para serem implementadas.

Em alto mar, navios tanques, cargueiros e de passageiros navegam entre 10-15, 15-25 e 20-25 nós, respectivamente. À luz desta informação, a NOAA propôs uma medida voluntária de velocidade de navegação menor que 10 nós para áreas críticas de conservação da baleia-franca-do-Atlântico-norte (*Eubalaena glacialis*) [41]. Neste caso, as reduções de velocidade se efetivaram como estratégias de conservação, pois reduziram entre 80% e 90% o nível do risco de impactos de embarcações sobre os mamíferos marinhos e os gastos com consumo de combustível [20, 63]. Entretanto, esta estratégia pode não ser adequada para algumas embarcações, pois operacionalmente alguns navios, como tanques, necessitam realizar diversas manobras internas para reduzir sua celeridade, além disso, as embarcações podem levar mais tempo até sua destinação final [32, 63]. Este motivo, pode acarretar ao não cumprimento de medidas, ou apenas o cumprimento parcial de redução de velocidade quando navios adentram determinada área [63].

Diversas foram as instituições governamentais, de pesquisa e privadas que propuseram medidas e estratégias de conservação, para mitigar o efeito da sobreposição do tráfego marinho com cetáceos, entre elas podemos citar as localidades da costa atlântica dos Estados Unidos da América, onde foram implementadas as áreas de gestão sazonal (do inglês, *Seasonal Management Areas*) para a proteção das áreas berçário, descanso e alimentação da baleia-franca-do-Atlântico-norte (*E. glacialis*) via da redução de velocidade, reprogramação de rota e zonas de exclusão voluntárias [63]. Na região ártica, a leste do Mar de Beaufort, Golfo de Amundsen, foram implementadas medidas de redução de velocidade dentro das AMPs Tarium Niryutait e Anguniaqvia Niquiyuam para a conservação de belugas (*Delphinapterus leucas*) e baleias-da-Groelândia (*Balaena mysticetus*) [32], bem como no estuário de Saint Lawrence, no Quebec, Canadá, onde mediante a cooperação entre instituições governamentais e privadas, houve a redução de velocidade por grande parte das embarcações que circulam na área, auxiliando na

conservação das espécies de baleia-de-minke (*B. acutorostrata*), baleia-azul (*Balaenoptera musculus*), baleia-jubarte (*M. novaeangliae*) e baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) [47].

Inicialmente, estratégias podem ser implementadas como medidas voluntárias para sanar conflitos, entretanto, à medida que se cenários se desenvolvem, sob a perspectiva governamental, outras estratégias de conservação podem ser implementadas e discutidas legalmente, inclusive aspectos penais [6, 32]. Estas ações são necessárias, pois, conforme avaliado por SILBER e colaboradores [63], ações voluntárias tendem a ter menos adesão de frotas, do que quando comparadas com medidas reguladoras e punitivas. Além disso, sugere-se que ferramentas de monitoramento devem ser implementadas simultaneamente, pois esta ação possibilitará a coleta de informações para avaliação da eficácia das estratégias de mitigação dos impactos do tráfego marinho sobre os cetáceos, assim como avaliação da eficácia do Plano de Manejo, quando aplicadas às Unidades de Conservação [6, 32].

Neste âmbito, o monitoramento via *Automatic Identification System* (AIS) e de biota marinha, podem ser estratégias concomitantes implementadas, o que permitirá o rastreamento de embarcações e cetáceos, respectivamente, dentro de uma determinada região de conflito [32]. De forma combinada, o monitoramento acústico passivo pode ser utilizado para acompanhar as mudanças nos níveis de ruído subaquático, após estratégias de gestão serem promulgadas, assim como também pode ser utilizado para monitorar as consequências da sobreposição de mamíferos marinhos e embarcações [32, 65].

Demais estratégias de conservação, referente a gestão de navegação podem ser implementadas. À exemplo temos programas de treinamentos e educação ambiental, os quais, com auxílio de um conjunto de projetos promoverão processos educativos voltados à viabilização, fomento e qualificação da equipe participante, neste caso, tripulação de embarcações [23, 63]. Diante disso, programas de treinamento visarão promover o desenvolvimento das estratégias de conservação e a cultura de preservação [32]. Em outro aspecto, treinamentos técnicos poderão ser aplicados a companhias de transporte marítimo, as quais poderão, mediante à consultoria especializada, implementar ações de conservação. Como exemplo, temos um projeto semelhante denominado Projeto de Monitoramento de Impactos de Plataformas e Embarcações sobre a Avifauna (PMAVE), o qual possui os objetivos de registrar ocorrências incidentais envolvendo aves debilitadas, feridas ou mortas encontradas em plataformas ou embarcações, bem como aglomerações de avifauna em suas estruturas; e,

executar, quando necessário, procedimentos que envolvam captura, coleta, transporte ou manejo de avifauna, sob orientação técnica, visando assegurar o bem-estar dos animais e a segurança da equipe e operação [21].

Ações semelhantes poderão ser implementadas para sanar eventuais necessidades no encontro com cetáceos por parte de embarcações, que em sua grande maioria não são reportados, devido à falta de sistemas de comunicação e regulamentações sobre estes incidentes [47, 63]. Ações como aquelas explicitadas por RONCONI e colaboradores [59] e IBAMA [21] podem ser adaptadas e realizadas por uma consultoria especializada, como o (1) registro incidental obrigatório de cetáceos colididos, avistados ou demais tipos ocorrências; (2) monitoramento, por intermédio de observadores de bordo, ou integrado, com uso de instrumentos; (3) programas de monitoramento regionais padronizados e adoção de uma gestão adaptativa; (4) criação de fundos para pesquisa e avaliação científica independentes.

Tais ações podem também subsidiar um processo de licenciamento ambiental federal dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural [21], assim como demais atividades antrópicas que se sobrepõem a distribuição de cetáceos. Nesse aspecto, o planejamento estratégico de ações sistemáticas para conservação de cetáceos é extremamente valioso para a gestão de Áreas Marinhas Protegidas e preservação das espécies [6]. Deve-se assim considerar diversos processos dinâmicos no espaço e no tempo, assim como possíveis ameaça às espécies em questão [6].

As estratégias de conservação são excelentes ferramentas para conservação de vida marinha, em especial cetáceos, neste aspecto, sugere-se a criação de uma Área Marinha Protegida onde houve a maior concentração de cetáceos. Nesta região, os animais concentram-se devido a um conjunto particular de características, tornando esta uma área crítica para sua distribuição [45, 64]. Visando conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais, sugere-se que esta AMP seja uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável e que as estratégias de conservação apresentadas na **Tabela 3** possam ser implementadas. Nesse aspecto, a AMP poderá restringir atividades e mitigar os riscos ocasionados pelo tráfego marinho [19, 32].

2.4. Conclusão

Considera-se que o uso de ferramentas de modelagem em Sistemas de Informações Geográficas, de acordo com o estudo aqui conduzido, pode contribuir de forma significativa para a identificação de áreas sensíveis. Ademais, as estratégias de conservação propostas neste trabalho possuem potencial para subsidiar tecnicamente a adoção de ações de conservação e manejo das espécies, bem como auxiliar no manejo das Unidades de Conservação marinhas e centros de pesquisas para mamíferos aquáticos, como o vinculado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a elaborar portarias e instruções normativas. Ressalta-se que pesquisas que envolvem a iniciativa privada e o poder público devem ser encorajadas, transformando a pesquisa em ferramenta utilizada no processo de tomada de decisão, pois fornecem suporte robusto na visualização de interações espaciais.

Os cetáceos, como animais carismáticos que são e atrelados aos aspectos negativos da interação com embarcações no ambiente marinhos elencados neste trabalho, possuem o potencial para contribuir com a criação de Áreas Marinhas Protegidas e para a preservação de toda biodiversidade marinha. Neste aspecto, estudos que identifiquem sobreposições de nicho, sob a ótica dos Sistemas de Informações Geográficas, constituem uma ferramenta de grande valia em estudos espaço-temporais de eventos de interações de cetáceos com o tráfego marinho.

Apesar do número limitado de estratégias de conservação para mitigar o impacto do tráfego marinho sobre os cetáceos e da falta de informação sobre este conteúdo em território brasileiro, acredita-se que as estratégias propostas neste trabalho possuem potencial para subsidiar adoção de medidas de conservação e manejo das espécies. Espera-se que este trabalho contribua para o gerenciamento de riscos de colisões de navios com cetáceos na Bacia de Santos, bem como para discussões e iniciativas de conservação que regulamentem o tráfego marinho em áreas críticas.

Neste âmbito, uma Área Marinha Protegida poderá ser implementada na área crítica identificada, bem como gestores de diversas UCs poderão implementar estas estratégias em Planos de Manejo das Unidades de Conservação marinhas, assim como centros de pesquisas poderão subsidiar a elaboração de portarias e instruções normativas, junto ao órgão ambiental federal. Assim sendo, medidas robustas que busquem reduzir o impacto do transporte marítimo

em baleias e golfinhos poderão ser implementadas nesta região, ou até mesmo em outras áreas de todo o Brasil, onde haja interações semelhantes.

2.5. Glossário

ACAS: Água Central do Atlântico Sul

AIS: *Automatic Identification System*

AMP: Áreas Marinhas Protegidas

CGMAC: Coordenação Geral de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Marinhos e Costeiros

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

DILIC: Diretoria de Licenciamento Ambiental

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMBIO: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IMO: *International Maritime Organization*

IWC: *International Whaling Commission*

NOAA: *National Oceanic and Atmospheric Administration*

MMSI: *Maritime Mobile Service Identity*

PEAT: Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores

PMAVE: Projeto de Monitoramento de Impactos de Plataformas e Embarcações sobre a Avifauna

PMC: Projeto de Monitoramento de Cetáceos

SisPMC: Sistema de Armazenamento de Dados *On-line* do Projeto de Monitoramento de Cetáceos

UCs: Unidades de Conservação

3. REFERÊNCIAS

- [1] ASARO, M. J. 2012. Geospatial analysis of management areas implemented for protection of the North Atlantic right whale along the northern Atlantic coast of the United States, *Marine Policy*, v.36, p.915-921.
- [2] AVILA, I. C.; KASCHNER, K.; DORMANN, C. F. 2018. Current global risks to marine mammals: Taking stock of the threats. *Biological Conservation*, n. 221, p. 44–58.
- [3] BORTOLOTTI, G. A.; DANIELEWICZ, D.; HAMMOND, P. S.; THOMAS, L.; ZERBINI, A. N. 2017. Whale distribution in a breeding area: spatial models of habitat use and abundance of western South Atlantic humpback whales. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 585, p. 213–227.
- [4] BRASIL, PORTARIA Nº 117, DE 26 DE DEZEMBRO DE 1996. Proíbe a ação de molestamento de cetáceos em águas jurisdicionais brasileiras. *Diário Oficial da União* de 27 de dezembro de 1996, Brasília, 3 p. 1997.
- [5] CALAZANS, D. 2011. Estudos Oceanográficos: do instrumental ao prático. Ed. Textos. Pelotas, il; color; 17,2x25 cm, p. 462.
- [6] CASTRO, F. R.; MAMEDE, N.; DANIELEWICZ, D.; GEYER, Y.; PIZZORNO, J. L. A.; ZERBINI, A. N.; ANDRIOLO, A. 2014. Are marine protected areas and priority areas for conservation representative of humpback whale breeding habitats in the western South Atlantic? *Biological Conservation*, n. 179, p. 106–114.
- [7] CORDEIRO, A. P. 2008. Análise das interações de cetáceos e a pesca de emalhe da frota industrial de Santa Catarina. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Itajaí. Disponível em: <http://siaibib01.univali.br/pdf/Ana%20Paula%20Cordeiro.pdf>. Acesso em 14 set de 2020.
- [8] CÔTÉ, I.M.; MOSQUEIRA, I.; REYNOLDS, J. D. 2001. Effects of marine reserve characteristics on the protection of fish populations: a meta-analysis. *J. Fish Biol.* v. 59, p. 178–189.
- [9] CRUZ, E. M. 2012. Caracterização do ruído subaquático produzido pelo tráfego marítimo no estuário do Sado e potenciais impactos sobre a população residente de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). Universidade de Lisboa. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/12426353.pdf>. Acesso em 20 set 2020.

- [10] CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M.; D'ALGE, J. C. 2001. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, on-line, 2a. edição, revista e ampliada.
- [11] DUARTE, M. C.; CHAPUIS, L.; COLLIN, S. P.; COSTA, D. P.; DEVASSY, R. P.; EGUILUZ, V. M. *et al.* 2021. The Soundscape of the Anthropocene ocean. *Science*, v. 271, p. 583.
- [12] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2007. Pesca e Aquicultura. Itália. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i0765pt/i0765pt09.pdf>> Acesso em 25 de set. 2022.
- [13] FOLEY, M. M.; HALPERN, B. S.; MICHELI, F.; ARMSBY, M. H.; CALDWELL, M. R.; CRAIN, C. M.; PRAHLER, E.; ROHR, N.; SIVAS, D.; BECK, W. M.; CARR, M. K.; CROWDER, L. R.; DUFFY, E. J.; HACKER, D. S.; MCLEOD, K. L.; PALUMBI, S. R.; PETERSON, C. H.; REGAN, H. M.; STENECK, R. S.; 2010. Guiding ecological principles for marine spatial planning. *Mar. Pol.*; v. 34, n. 5, p. 955–966.
- [14] FORNEY, K. A.; SOUTHALL, B. L.; SLOOTEN, E.; DAWSON, S.; READ, A. J.; BAIRD, R. W.; BROWNELL-JR, R. L. 2017. Nowhere to Go: noise impact assessments for marine mammal populations with high site fidelity. *Endangered Species Research*, v. 32, p. 391-413.
- [15] GRECH, A.; MARSH, H.; COLES, R. 2008. A spatial assessment of the risk to a mobile marine mammal from bycatch. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* v.18, p.1127–1139.
- [16] HIJMANS, R. J.; PHILIPS, S.; LEANTHWICK, J.; ELITH, J. 2021. *Especies Distribution Modeling*, Disponível em < <https://cran.r-project.org/web/packages/dismo/dismo.pdf>> Acesso em março de 2022.
- [17] HINES, E.; PONNAMPALAM, L. S.; JUNCHOMPOO, C.; PETER, C.; VU, L.; HUYNH T.; CAILLAT, M.; JOHNSON, A. F.; MINTON, G.; LEWISON, R. L.; VERUTES, G. M. 2020. Getting to the bottom of bycatch: a GIS-based toolbox to assess the risk of marine mammal bycatch. *Endang Species Res.* v.42, p.37-57.
- [18] HOOKER, S. K.; CAÑADAS, A.; HYRENBACH, K. D.; CORRIGAN, C.; POLOVINA, J. J.; REEVES, R. R. 2011. Making protected area networks effective for marine top predators. *Endanger. Species Res.* v. 13, p. 203–218.

[19] HOYT, E. 2011. Marine Protected Areas for Whales, Dolphins and Porpoises: A world Handbook for Cetacean Habitat Conservation. 2ª Ed. Earthscan, Londres e Nova York, p. 477. ISBN: 978-1-84407-762-5 and 978-1-84407-763-2.

[20] HUNTINGTON, H.P.; DANIEL, R.; HARTSIG, A.; HARUN, K.; HEIMAN, M.; MEEHAN, R.; NOONGWOOK, G.; PEARSON, L.; PRIOR-PARKS, M.; ROBARDS, M.; STETSON, G.; 2015. Vessels, risks and rules: planning for safe shipping in Bering Strait. Mar. Policy, n. 51, p. 119–127.

[21] INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA), 2015. Guia para elaboração do projeto de monitoramento de Impactos de plataformas e embarcações sobre a avifauna - PMAVE nos processos de licenciamento ambiental dos Empreendimentos marítimos de exploração e produção de Petróleo e gás natural. Diretoria de Licenciamento Ambiental (Dilic), Brasília, 21 p.

[22] INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA), 2018. Guia de Monitoramento da Biota Marinha em Pesquisas Sísmicas Marítimas. Diretoria de Licenciamento Ambiental (Dilic), Brasília, 51 p.

[23] INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA), 2019. Guia para Elaboração dos Programas de Educação Ambiental no Licenciamento Ambiental Federal. Diretoria de Licenciamento Ambiental (Dilic), Brasília, 49 p.

[24] INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE ICMBIO | CENTRO DE MAMÍFEROS AQUÁTICOS (CMA). 2019. Manual de boas práticas em interação com mamíferos marinhos. Brasília, DF: ICMBio/CMA, il., color. 25 p.

[25] INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em 22 de set. de 2022.

[26] KERNOHAN B. J.; GITZEN, R. A.; MILLSPAUGH, J. J. 2001. Analysis of animal space use and movements. In: Millspaugh JJ, MarzluV JM (eds) radio tracking and animal populations. Academic Press, San Diego, p. 125-166.

[27] LAIST, D. W.; KNOWLTON, A. R.; MEAD, J. G.; COLLET, A. S.; PODESTA, M. 2001. Collisions between ships and whales. Marine Mammal Science, v. 17, n. 1, p. 35–75.

- [28] LODI, L.; ZAPPES, C. A.; SANTOS, A. S. G. 2014. Aspectos etnoecológicos e implicações para conservação de *Tursiops truncatus* (Cetartiodactyla: Delphinidae) no Arquipélago das Cagarras, Rio de Janeiro, Brasil. Sitientibus série Ciências Biológicas, n. 13. DOI: 10.13102/scb200.
- [29] LLOYD, H. B.; ROSS, G. A. 2015. Long-term trends in cetacean incidents in New South Wales, Australia. Australian Zoologist, v. 37 (n. 4), p. 492-500.
- [30] FLEETMON Development Team, 2021. Tracking the seven seas. Disponível em: <www.fleetmon.com>. Acesso em 19 maio 2021.
- [31] MCKENNA, M.F.; GABRIELE, C.; KIPPLE, B.; 2017. Effects of marine vessel management on the underwater acoustic environment of Glacier Bay National Park, AK. Ocean Coast. Manag. n. 139, p. 102–112.
- [32] MCWHINNIE, L. H.; HALLIDAY, W. D.; INSLEY, S. J.; HILLIARD, C.; CANESSA, R. R. 2018. Vessel traffic in the Canadian Arctic: Management solutions for minimizing impacts on whales in a changing northern region. Ocean and Coastal Management, v. 160, p. 1–17.
- [33] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997. 1997. Acesso em 31 janeiro de 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1997_Res_CONAMA_237.pdf>.
- [34] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), Decreto nº 4,519/2002. 2002. Lei Nº 9,985 (18-08-2000). Acesso em 23 set. 2022. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>.
- [35] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2018 Livro vermelho de Fauna Brasileiras Ameaçada de Extinção. ICMBio, Brasília, DF, 492 p. ISBN: 978-85-61842-79-6.
- [36] MORAGA, P. A 2017. Shiny web application for the analysis of spatial and spatio-temporal disease data. Spatial and Spatio-temporal Epidemiology. v. 23, p.47-57.
- [37] MORAGA, P.; CRAMB, S. M.; MENGERSSEN, K. L.; PAGANO, M. 2017. A geostatistical model for combined analysis of point-level and area-level data using INLA and SPDE. Spatial Statistics, v. 21, p. 27-41.
- [38] MOREIRA, J. L. P.; MADEIRA, C. V.; GIL, J. A.; MACHADO, M. A. P. 2007. Bacia de Santos. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p.531-549.
- [39] MORENO, I. B.; TAVARES, M.; DANILEWICZ, D.; OTT, P. H.; MACHADO, R. 2009. Descrição da pesca costeira de média escala no litoral norte do rio grande do Sul:

comunidades pesqueiras de Imbé/Tramandaí e passo de torres/torres. B. Inst. Pesca, São Paulo, v. 35, n.1, p. 129 – 140.

[40] NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION NOAA, 2017. Reducing Ship Strike Risk to Whales. Acesso em 28 de set. de 2022. Disponível em <https://sanctuaries.noaa.gov/protect/shipstrike/shipping_outreach.html>.

[41] NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). 2022. Proposed Modifications to Right Whale Speed Rule. Office Protected Resources. Estados Unidos da América. Acesso em 24 de set. de 2022. Disponível em <https://www.fisheries.noaa.gov/national/endangered-species-conservation/reducing-vessel-strikes-north-atlantic-right-whales>

[42] OLIVEIRA, D. D.; SILVA, E. S.; PEREIRA, S. S.; LOPES, A. P.; SWAN, L.; COSTA, S. B.; VENTURA, M.; FERNANDEZ, M. A. S. 2019. Monitoring vessel traffic in Rio de Janeiro port area: control of marine antifouling regulations. *Oceano and Coastal Management*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.10499>.

[43] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Casa ONU Brasil, Brasília. 2017. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/14>>. Acesso em: 23 de set. de 2022.

[44] PARADELL, O. G.; METHION, S.; ROGAN, E.; LÓPEZ, B. D. 2021. Modelling ecosystem dynamics to assess the effect of coastal fisheries on cetacean species. *Journal of Environmental Management*, n. 285.

[45] PARENTE, C. L.; MOURA, J. F.; SECCO, C. H. K.; REIS, E. C.; DI BENEDITTO, A. P. M. 2017. Diversidade e distribuição de cetáceos na área de influência das atividades de E&P na Bacia de Campos. In: Reis, E.C., Curbelo-Fernandez, M.P., editoras. *Mamíferos, quelônios e aves: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. *Habitats*, v. 7. p. 35-61.

[46] PARKS, B.C. 2017. Robson Bight Ecological Reserve. Acesso em 28 de set. de 2022. Disponível em: https://bcparks.ca/eco_reserve/robsonb_er.html.

[47] PARROTT, L.; CHION, C.; TURGEON, S.; MÉNARD, N.; CANTIN, G.; MICHAUD, R. 2016. Slow down and save the whales. *Solutions*, v. 6, n. 6, p. 40–47.

[48] PENNINO, M. R.; ARCANGELI, A.; FONSECA, V. P.; CAMPANA, I.; PIERCE, G. J.; ROTTA, A.; BELLIDO, J. M. 2016. A spatially explicit risk assessment approach: Cetaceans and marine traffic in the Pelagos Sanctuary (Mediterranean Sea). *PLoS ONE*, v. 12, (n. 6).

- [49] PERRIN, W. F.; WURSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. 2009. *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2. ed., Amsterdam: Elsevier.
- [50] PETROBRAS. 2015. Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos (PMC-BS), Vol. Único, Socioambiental Consultores Associados. Disponível em [https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/PE_PMCBS_rev01_Medio_Pr](https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/PE_PMCBS_rev01_Medio_Prazo_29-12-2020.pdf)azo_29-12-2020.pdf. Acesso em 19 maio 2021.
- [51] PETROBRAS. 2020. Projeto Executivo (Ciclo de Médio Prazo) do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos (PMC-BS), Vol. Único, Socioambiental Consultores Associados. Disponível em https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/sites/default/files/PE_PMC-BS_rev01_Medio_Prazo_29-12-2020.pdf. Acesso em 31 de janeiro de 2022.
- [52] PINHEIRO, L.; CREMER, M. 2003 Etnoecologia e captura acidental de golfinhos (Cetacea: Pontoporiidae e Delphinidae) na Baía da Babitonga, Santa Catarina. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Ed. UFPR, n. 8, p. 69-75.
- [53] QGIS Development Team. 2015. QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: Acesso em: 21 set. 2020.
- [54] R Development Core Team. 2009 R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07- 0, URL <http://www.R-project.org>.
- [55] REEVES, R., ROSA, C., GEORGE, J.C., SHEFFIELD, G., MOORE, M., 2012. Implications of Arctic industrial growth and strategies to mitigate future vessel and fishing gear impacts on bowhead whales. *Mar. Policy*, v. 36, p. 454–462.
- [56] REEVES, R. R., MCCLELLAN, K., WERNER, T. B. 2013. Marine mammal bycatch in gillnet and other entangling net fisheries, 1990 to 2011. *Endang Species Res.* n. 20, p. 71–97.
- [57] ROBERTS, J. J.; BEST, B. D.; DUNN, D. C.; TREML, E. A.; HALPIN, P. N. 2010. *Marine Geospatial Ecology Tools: An integrated framework for ecological geoprocessing with ArcGIS, Python, R, MATLAB, and C++*. *Environmental Modelling & Software*, v.25, p.1197-1207.
- [58] ROMERO, A. F.; ABESSA, D. M. S; FONTES, R. F. C.; SILVA, G. H. 2013. Integrated assessment for establishing an oil environmental vulnerability map: Case study for the Santos Basin region, Brazil. *Mar. Pollut. Bull.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.0>.

- [59] RONCONI, R. A.; ALLARD, K. A.; TAYLER, P.D. 2015. Bird interactions with offshore oil and gas platforms: Review of impacts and monitoring techniques. *Journal of Environmental Management*, n 147, p. 34-45.
- [60] SECCHI, E. R., OTT, P. H., DANILEWICZ, D. 2006. Effects of fishing bycatch and the conservation status of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. *Books Online* v. 5, p. 174-191.
- [61] SERGIO, F.; NEWTON, I.; MARCHESI, L.; PEDRINI, P. 2006. Ecologically justified charisma: preservation of top predators delivers biodiversity conservation. *J. App. Ecol.* V. 43 (n. 6), p.1049–1055.
- [62] SERGIO, F., CARO, T., BROWN, D., CLUCAS, B., HUNTER, J., KETCHUM, J., *et al.* 2008. Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions, and efficacy. *Annu. Rev. Ecol. Evol.* p. 1–19.
- [63] SILBER, G. K.; ADAMS, J. D.; FONNESBECK, C. J. 2014. Compliance with vessel speed restrictions to protect North Atlantic right whales. *PeerJ*, v. 2, e. 399. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.399>.
- [64] SILVA, C. V.; MOREIRA, S. C.; ZAPPES, C. A.; DI-BENEDITTO, A, P, M. 2014. Pesca artesanal e cetáceos que ocorrem no litoral leste do Rio de Janeiro: uma abordagem etnoecológica para verificar a existência de manejo tradicional. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, v. 40 (n. 4), p. 521-539.
- [65] SIMON, M., NUUTTILA, H., REYES-ZAMUOLLO, M.M., UGARTE, F., VERFUB, U., EVANS, P.G.H., 2010. Passive acoustic monitoring of bottlenose dolphin and harbor porpoise in Cardigan Bay, Wales, with implications for habitat use and partitioning. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* v. 90, n. 8, p. 1539–1545.
- [66] SOYKAN, C. U.; MOORE, J. E.; ZYDELIS, R.; CROWDER, L. B.; SAFINA, C.; LEWISON, R. L. 2008. Why study bycatch? An introduction to the Theme Section on fisheries bycatch, *Endang Species Res* n. 5, p. 91–102.
- [67] TANABE, S. 2002 Contamination and toxic effects of persistent endocrine disruptors in marine mammals and birds. *Marine Pollution Bullet*, v. 45, n. 1, p. 67-77.
- [68] UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). 2021. Review of Maritime Transport: overview. United Nations. Acesso em 23 set 2022. Disponível em <https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2021summary_en.pdf>.

- [69] VANDERLAAN, A. S. M.; TAGGART, C. T.; SERDYNSKA, A. R.; KENNEY, R. D.; BROWN, M. W. 2008. Reducing the risk of lethal encounters: vessels and right whales in the Bay of Fundy and on the Scotian Shelf. *Endanger. Species Res.*, v. 4, p. 283–297. <http://dx.doi.org/10.3354/esr00083>.
- [70] VANDERLAAN, A.S.M., TAGGART, C.T. 2009. Efficiency of a voluntary area to be avoided to reduce risk of lethal vessel strikes to endangered whales. *Conserv. Biol.* v. 23, n. 6, p. 1467–1474.
- [71] VERUTES, G. M.; JOHNSON, A. F.; CAILLAT, M.; PONNAMPALAM, L. S.; PETER, C.; VU, L.; *et al.* 2020, Using GIS and stakeholder involvement to innovate marine mammal bycatch risk assessment in data-limited fisheries. *PLoS ONE*, v.15, (n.8).
- [72] WARREN, D.L.; GLOR, R.E.; TURELLI, M. 2008. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. *Evolution* 62:2868-2883.
- [73] WORM, B.; BARBIER, E. B.; BEAUMONT, N.; DUFFY, J. E.; FOLKE, C.; HALPERN, B. S.; JACKSON, J. B. C.; LOTZE, H. K.; *et al.* 2006, Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*, v.314 (n. 5800), p.787-790.
- [74] WORTON, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home range studies. *Ecology*, v.70, p.164-168.
- [75] ZAPPES, C. A.; GATTS, C. E. N.; LODI, L.; ANDRIOLO, A.; DI BENEDITTO, A. P. M. 2011. Interações entre o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) e a pesca artesanal no Arquipélago das Cagarras e áreas adjacentes, Rio de Janeiro, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas*, n. 11. v. 1, p. 24-30.
- [76] BRUNO, K.; LÜTZHÖFT, M., 2009. Shore-based Pilotage: pilot or autopilot? Pilotage as a control problem. *J. Navig* v. 62, p. 427–437. <http://dx.doi.org/10.1017/50373463309005335>.
- [77] SUCUNZA, F; DANILEWICZ, D.; ANDRIOLO, A.; AZEVEDO, A. F.; SECCHI, E. R.; ZERBINI, A. N. (2019). Distribution, habitat use, and abundance of the endangered franciscana in southeastern and southern Brazil. *Mar. Mam. Sci.* p. 1–15. DOI: 10.1111/mms.12650.
- [78] BARRETO, J.; CAJAÍBA, L.; TEIXEIRA, J. B.; NASCIMENTO, L.; GIACOMO, A.; BARCELOS, N.; FETTERMANN, T.; MARTINS, A. (2021). Drone-monitoring: Improvingg the detectability of threatened marine megafauna. *Drones*, n. 5, v. 25. p. 1-14. <https://doi.org/10.3390/drones5010014>.