

Matheus Caiaffa Ribeiro de Lima

**SOBREPOSIÇÃO ESPACIAL ENTRE CETÁCEOS E ATIVIDADES
PESQUEIRAS NA BACIA DE SANTOS.**

Florianópolis

2018



Matheus Caiaffa Ribeiro de Lima

**SOBREPOSIÇÃO ESPACIAL ENTRE CETÁCEOS E ATIVIDADES
PESQUEIRAS NA BACIA DE SANTOS.**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Oceanografia do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Gonçalves Daura Jorge

Coorientador: Dr. Leonardo Liberali Wedekin

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra

Ribeiro de Lima, Matheus Caiaffa
Sobreposição espacial entre cetáceos e atividades
pesqueiras na Bacia de Santos / Matheus Caiaffa
Ribeiro de Lima ; orientador, Fábio Gonçalves Daura
Jorge, coorientador, Leonardo Liberali Wedekin,
2018.

54 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em
Oceanografia, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Oceanografia. I. Daura Jorge, Fábio Gonçalves.
II. Wedekin, Leonardo Liberali. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em
Oceanografia. IV. Título.

Matheus Caiaffa Ribeiro de Lima

**SOBREPOSIÇÃO ESPACIAL ENTRE CETÁCEOS E ATIVIDADES
PESQUEIRAS NA BACIA DE SANTOS.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Oceanografia e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 01 de Novembro de 2018.

Profa. Juliana Leonel, Dr^a.

Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Fábio Gonçalves Daura Jorge, Dr.

Presidente da Banca – Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Leonardo Liberali Wedekin, Dr.

Coorientador

Socioambiental Consultores Associados Ltda

Prof. Paulo César Simões Lopes, Dr.

Membro Titular

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Andrea Santarosa Freire, Dr.^a.
Membro Titular
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Barbara Segal Ramos, Dr.^a.
Membro Suplente
Universidade Federal de Santa Catarina

Ao Planeta Terra.

AGRADECIMENTOS

Antes de mais nada agradeço aos meus pais. Além da vida, me proporcionam a cada dia a possibilidade de trilhar meu caminho com a confiança de que estou fazendo o meu papel neste plano. Sem vocês estas palavras não estariam aqui escritas.

Agradeço também a todos que de alguma forma influenciaram meu caminho para chegar até aqui: a Cris, Paulo e Thais, vocês são parte do que me tornei, o meu amor pela natureza muito têm de vocês, do Mamangá...; ao Projeto Golfinho Rotador, por me abrir as portas para o mundo dos cetáceos, uma experiência que levo para a vida – agradecimento especial ao Rafa e a Ritinha, grandes amigos que Noronha me deu; ao Fábio e ao Leo, pela confiança e dedicação, trabalhar com vocês é uma honra, só tenho a agradecer pelo apoio e parceria durante o desenvolvimento deste trabalho; a Socioambiental, por me proporcionar a oportunidade de participar de um Projeto incrível, aprendo muito a cada dia trabalhado – agradecimento especial ao Zé e a Aline, vocês são parte deste trabalho, e ao Vítor e Maria Eduarda pelo auxílio na elaboração dos mapas; ao LAMAQ, pelos bons – por mais que raros momentos vividos, agradecimento especial a Maca e ao Ale pela ajuda com o R; e a todos os professores que tive durante a graduação. Conhecimento compartilhado é conhecimento que não se perde.

Agradeço também ao restante da minha família, me sinto abençoado de ter os avós, tixs, primxs e amigxs que tenho. Estar com vocês é sempre um conforto,² me faz lembrar de onde vim e do quão especial somos.

A você Karen, por além de todo apoio emocional ter me ajudado também na elaboração deste trabalho. Você não acredita, mas é verdade: se não fosse você o Fabio e o Leo teriam muito mais trabalho nas revisões... E por todo o amor compartilhado, você é demais.

RESUMO

Interações entre cetáceos e atividades pesqueiras ocorrem em todo o mundo, podendo ser negativas ou positivas. Interações negativas envolvem emalramento acidental, competição por recursos e danos à petrechos de pesca causados por cetáceos, tornando-se um potencial problema ecológico, social e econômico. Compreendê-las pode fornecer importantes subsídios para o manejo da pesca e conservação de cetáceos. O presente estudo busca investigar esta relação na Bacia de Santos, costa do Brasil, por meio da identificação de áreas de sobreposição espacial entre barcos ou petrechos de pesca e cetáceos. A coleta de dados foi feita desde regiões próximas da costa até áreas oceânicas, por meio de campanhas de avistagem embarcada e avistagem aérea. Estas amostragens percorreram a área de forma homogênea e sistemática, sendo realizadas semestralmente de novembro de 2015 até o final de 2017, totalizando mais de 57.000 km percorridos em esforço em 10 campanhas. Os dados foram extraídos de um sistema online de gerenciamento de dados e processados por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) usando o programa R. Com o SIG gerou-se mapas de Similaridade Estrutural (SSIM) e de densidade Kernel para cetáceos e para atividades de pesca. As atividades pesqueiras se concentraram na região costeira, enquanto a distribuição geral de cetáceos apresentou distribuição mais ampla. A maior sobreposição entre cetáceos e pesca ocorreu na plataforma continental externa norte da área de estudo, mesmo que a relação mais negativa tenha sido identificada na plataforma continental interna norte, onde cetáceos e pesca parecem usar o mesmo recurso. As espécies de cetáceos que apresentaram a maior sobreposição com as áreas das modalidades de pesca que oferecem maior risco à cetáceos foram *Pontoporia blainvillei*, *Tursiops truncatus*, *Stenella frontalis*, *Megaptera novaeangliae* e *Balaenoptera brydei*, já a pesca de emalhe foi a modalidade que sobrepôs a maior parcela das áreas de cetáceos estudadas.

Palavras-chave: Impactos antrópicos. Conservação. Manejo.

ABSTRACT

Interactions between cetaceans and fisheries occur around the world, being positive or negative for both sides. Negative interactions involve bycatch, competition for resources and depredation of fisheries caused by cetaceans, making it a potential ecological, economic and social problem. Understanding this relationship can provide useful tools for fisheries management and conservation of cetaceans. The present study seeks to investigate this relationship in the Santos Basin, by identifying areas of spatial overlap between fisheries and cetaceans. The data was collected from coastal to oceanic areas, through on board and aerial sighting surveys, which considered the presence of cetaceans or active fisheries, such as boats and gill nets. This sampling method covers the area in a homogeneous and systematic way, being executed semiannually from November 2015 until the end of 2017, traveling more than 57.000 km through 10 surveys. The data was extracted from an online database and processed through a Geographic Information System (GIS), using the R program. Structural similarity and kernel density maps were generated with GIS for different species of cetaceans and fisheries. Fisheries in this area were concentrated near the coast, while the overall distribution of cetaceans was broader occurring in shelf, slope and oceanic water. The largest overlap between fisheries and cetaceans occurred in the northern outer shelf, even through the most critical area has been identified in the northern inner shelf, where cetaceans and fisheries appear to use the same resources. The species of cetaceans that presented the greatest overlap with fisheries were *Pontoporia blainvillei*, *Tursiops truncatus*, *Stenella frontalis*, *Megaptera novaeangliae* and *Balaenoptera brydei*, while gill net fishing was the fishing modality that overlapped most of the cetaceans areas.

Keywords: Anthropic impacts. Conservation. Management.

LISTA DE FIGURAS

<p>Figura 1 – Localização da Bacia de Santos, litoral dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, sudeste e sul do Brasil, neste trabalho definida em plataforma continental interna da isóbata de 0 até 30 m de profundidade, plataforma continental externa de 30 a 200 m de profundidade; talude continental de 200 a 2000 m de profundidade; e região oceânica para profundidades acima dos 2000 m.</p>	22
<p>Figura 2 – Rota planejada para a 5ª campanha de avistagem embarcada (direita) e para a 5ª campanha de avistagem aérea (esquerda). O quadro apresenta as coordenadas dos vértices das linhas de transecção lineares para cada mapa. As linhas verdes representam rotas sob isóbatas abaixo de 1000 m, já as linhas vermelhas representam rotas sob isóbatas acima de 1000 m.</p>	24
<p>Figura 3 – Área de concentração (em cinza – densidade Kernel 50%) de todos os registros de cetáceos (A) e de todos os registros de pesca (B) dentro da Bacia de Santos. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.</p>	30
<p>Figura 4 – Área de concentração (em cinza – densidade Kernel 50%) de pesca de arrasto (A) e de pesca de emalhe (B) dentro da Bacia de Santos. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.</p>	30
<p>Figura 5 – Sobreposição (em vermelho) entre a área de concentração (densidade Kernel 50%) de todos os registros de cetáceos (linha pontilhada) e área de concentração de todos registros de atividades pesqueiras (linha tracejada).</p>	32
<p>Figura 6 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de <i>Pontoporia blainvillei</i> (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada.</p>	34
<p>Figura 7 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de <i>Tursiops truncatus</i> (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada.</p>	35
<p>Figura 8 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de <i>Stenella frontalis</i> (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os</p>	36

registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada.	
Figura 9 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de <i>Megaptera novaeangliae</i> (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.	37
Figura 10 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de <i>Balaenoptera brydei</i> (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.	38
Figura 11 – Sobreposição entre as áreas de concentração (densidade Kernel 50%) das espécies de cetáceos que demonstraram distribuição ampla e homogênea sob a Bacia de Santos e apresentaram alta sobreposição com as áreas de emalhe e arrasto (em vermelho), indicando um <i>hot-spot</i> de concentração de espécies críticas com relação a pesca. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.	39
Figura 12 - Sobreposição entre o <i>hot-spot</i> de concentração de espécies de cetáceos críticas com relação a pesca e as áreas de pesca. Em vermelho, a área de sobreposição. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.	40
Figura 13 – Resultados quantitativos e qualitativos dos índices SSIM, SIM, SIV e SIP para a correlação espacial entre cetáceos e atividades de pesca na Bacia de Santos. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas,	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões das áreas de ocorrência (densidade Kernel 95%) e de concentração (densidade Kernel 50%) estimadas e suas relações com a Baía de Santos.	31
Tabela 2 – Porcentagens de áreas de cetáceos sobrepostas com as áreas de atividades pesqueiras na Baía de Santos. Em negrito as cinco espécies de cetáceos que tiveram mais de 50% da área sobreposta com a média entre pesca de arrasto e pesca de emalhe.	41
Tabela 3 – Resultados dos Índices de Similaridade Estrutural.	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAS – Água Central do Atlântico Sul

CB – Corrente do Brasil

CM – Corrente das Malvinas

PMC-BS – Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIM – Similaridade na Média

SIP – Similaridade no Padrão

SIV – Similaridade na Variância

SSIM – Índice de Similaridade Estrutural

SisPMC – Sistema de gerenciamento de dados do Projeto de Monitoramento na Bacia de Santos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO GERAL	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	ÁREA DE ESTUDO	20
3.2	COLETA DE DADOS	22
3.3	ANÁLISE E PROCESSAMENTO DE DADOS	25
4	RESULTADOS	29
4.1	ÁREAS DE OCORRÊNCIA E CONCENTRAÇÃO	29
4.2	SOBREPOSIÇÃO ENTRE ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO	32
5	DISCUSSÃO	43
6	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

Os oceanos compreendem cerca de 71% da superfície da Terra e oferecem comida e micronutrientes vitais para aproximadamente 3 bilhões de pessoas (WORM, 2016). Consequentemente, seu destino e recursos disponibilizados são uma questão de prioridade para estudos ecológicos (PAULY & ZELLER, 2016).

Os ambientes marinhos vêm sofrendo com crescentes pressões advindas de diferentes atividades humanas (WORM et al., 2006). Neste contexto, um painel de ecólogos e cientistas pesqueiros projetou em 2006, empiricamente, as consequências de um esgotamento contínuo da biodiversidade marinha, como a diminuição dos estoques pesqueiros, a redução da qualidade da água, a perda de habitats e ecossistemas menos resilientes (WORM et al., 2006). O documento gerado apresentou resultados para um cenário de colapso da pesca global até o ano de 2048, derivado da extrapolação das tendências de captura. Contribuindo para este cenário preocupante, o aumento significativo no tráfego de embarcações aumenta os casos de interação destas com cetáceos, aumentando consequentemente o número de casos de animais emalhadados em aparatos de pesca (e.g. LLOYD & ROSS, 2015), colisão de cetáceos com embarcações (e.g. LAIST et al., 2001) e poluição orgânica, química (TANABE, 2002) e sonora (FORNEY et al., 2017). Outra problemática emergente neste sentido são as mudanças climáticas globais, que principalmente devido ao aumento da temperatura da água dos oceanos podem afetar, significativamente, a área de vida de diversas espécies de cetáceos (MACLEOD, 2009).

Estes fatores colocam sob risco diversas espécies que vivem neste meio, como por exemplo os cetáceos, espécies de topo de cadeia que demandam uma alta energia e consomem presas de uma variada gama de níveis tróficos (TRITES, 2001). Em geral os cetáceos são importantes reguladores da estrutura e função de comunidades marinhas (ESTES et al., 2011), embora apresentem características biológicas – como baixa taxa reprodutiva, crescimento lento e potencial bioacumulador – que os tornam mais vulneráveis a impactos (ROCHA-CAMPOS, 2011).

A interação entre cetáceos e pesca ocorre ao redor de todo o mundo. Essas interações costumam ser conflituosas, resultando em efeitos prejudiciais para ambas as partes (KASCHNER & PAULY, 2004). Desde a década de 1950, interações entre cetáceos e pesca vêm sendo estudadas (PERRIN, 1969). Na década de 1980, Northridge (1984) elaborou uma importante revisão e este assunto passou a receber ainda mais atenção. Neste contexto,

estudos vêm sendo realizados sobre como a pesca pode impactar populações de mamíferos marinhos (e.g. LEWISON et al., 2004), e como mamíferos marinhos podem competir ou causar danos às atividades de pesca (e.g. GERBER et al., 2009).

Essas interações entre cetáceos e atividades pesqueiras podem ser classificadas como “operacionais ou diretas” ou “ecológicas, biológicas, tróficas ou indiretas” (BEVERTON, 1985). As primeiras se referem às interações que resultam em pesca acidental de cetáceos ou prejuízo à estoques de pesca causados por cetáceos, enquanto interações biológicas se referem à competição entre ambos pelo mesmo recurso, seja direta ou indiretamente. Ainda, de acordo com as consequências, essas interações podem ser classificadas como “positivas” ou “negativas”. Segundo Gaskin (1985), interações positivas são aquelas em que a presença de uma das partes envolvidas não interfere na presença do outro ou, quando isto ocorre, a interferência é benéfica para um ou ambos os participantes. Já as interações negativas são aquelas que causam prejuízo a uma das partes, seja material ou físico.

No Brasil há relatos tanto de interações positivas quanto negativas. Um dos primeiros relatos de interação positiva refere-se ao caso dos botos vermelho (*Inia geoffrensis*) da Região Amazônica, que auxiliava um pescador encurralando peixes e recebendo em troca uma parte do que era capturado (LAMB, 1954). Este tipo de pesca, aparentemente cooperativa, entre pescadores e pequenos cetáceos, parece se repetir em algumas comunidades costeiras no Brasil, com variações e nuances específicas de cada caso (e.g. HETZEL & LODI, 1993; SIMÕES-LOPES et al., 1998; MONTEIRO-FILHO et al., 1999). Porém, a grande maioria dos casos são de interações negativas.

Perrin et al. (1994) afirmam que, dentre as interações negativas conhecidas, a pesca acidental é a que gera maior prejuízo, seja para cetáceos ou para pescadores. Ainda, afirmam que petrechos fixos como rede de emalhe são particularmente os mais comuns nas interações negativas com cetáceos, podendo levar a morte do indivíduo e gerar prejuízos ao pescador pelo dano em equipamentos. Há relato também de captura acidental causada por pesca de arrasto no sul do Brasil, embora a interação de cetáceos com este tipo de pesca seja ainda pouco conhecida (MONTEALEGRE-QUIJANO & FERREIRA, 2010).

Segundo Revees et al. (2003), a pesca acidental pode ter consequências significativas para a demografia de populações de cetáceos, podendo inclusive pôr em risco a existência de determinadas espécies (e.g. D'AGROSA et al., 2000), principalmente quando se trata de pequenos cetáceos (READ, 2008). Por fim, mamíferos marinhos podem competir (via compartilhamento do mesmo recurso) com a comunidade pesqueira (YODZIS, 2001; GERBER et al., 2009), com consequências desconhecidas para ambos os lados.

Siciliano (1994) elaborou uma revisão sobre interações entre pequenos cetáceos e atividades de pesca em águas costeiras brasileiras, e concluiu que as espécies com maior número de registros de interação negativa são as toninhas (*Pontoporia blainvillei*) e os botos-cinza (*Sotalia guianensis*). Mesmo que menos recorrentes, encontrou ainda registros envolvendo golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), golfinho-comum (*Delphinus delphis*), golfinho-pintado-do-atlântico (*Stenella frontalis*) e golfinho-rotador (*Stenella longirostris*). Ainda, se tratando de médios e grandes cetáceos, citou casos envolvendo baleia-piloto-de-peitorais-longas (*Globicephala melas*), orca (*Orcinus-orca*) e baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*). A grande maioria destes casos é resultado de emalhamento em rede de pesca. Em 2003, um trabalho semelhante foi feito para a região do Espírito Santo e, além das espécies citadas acima, foram relatados casos envolvendo baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) e a baleia-cachalote (*Physeter macrocephalus*) (NETTO & BARBOSA, 2003). Outros estudos reforçam a ocorrência frequente desta interação negativa entre pesca e cetáceos na costa brasileira, principalmente se tratando de espécies de pequenos cetáceos, consideradas as mais vulneráveis (e.g. MONTEIRO-NETO et al., 2000; DI BENEDITTO et al., 1998)

Atualmente, no Brasil, o caso das toninhas (*Pontoporia blainvillei*) é o mais preocupante. A toninha é um pequeno cetáceo endêmico de águas costeiras do Oceano Atlântico Sudoeste, ocorrendo até a isóbata de 30 metros de profundidade, da costa do Espírito Santo até a costa de Chubut, na Argentina (BORDINO et al., 2002). A captura acidental em redes de emalhe é uma ameaça real para a sobrevivência da espécie na região (SECCHI & WANG, 2002). Na década de 1990 no litoral do Rio Grande do Sul a mortalidade de toninhas em redes de emalhe costeira foi estimada em 460 indivíduos/ano (SECCHI et al., 1997a). Estima-se que caso os níveis atuais de captura da espécie continuem, a população nesta área entre em colapso (SECCHI, 1999; SECCHI et al., 2000), enfatizando assim a necessidade imediata de implementar um manejo com fins a preservá-la. Dentro da área de estudo, Rosas et al. (2002) estimou uma mortalidade de 11 indivíduos/ano no litoral sul do Estado de São Paulo (região de Cananéia – 25°00’S, 47°54’W e 25°04’S), e 10 indivíduos/ano no litoral do Estado do Paraná (25°18’S, 48°05’W e 25°58’S, 48°35’W), causadas por pesca acidental entre os anos de 1997 e 1999. Entretanto, devido ao grande número de comunidades pesqueiras ainda não monitoradas, a mortalidade de toninhas nestas regiões pode ser substancialmente maior (BERTOZZI & ZERBINI, 2002).

Essas interações negativas são complexas, pouco compreendidas e deficientes em manejo (CORNICK et al., 2006), o que continua a aumentar a preocupação ao redor do mundo. Segundo Riet-Sapriza (2013), compreender esses conflitos requer primariamente dados de sobreposição espacial e conhecimento sobre as presas alvo dos mamíferos marinhos e pescarias. Um agravante é que a depredação de aparatos de pesca e perda ou danos nos estoques pesqueiros gera prejuízos econômicos (GILMAN, 2006). No entanto, a magnitude dessas perdas é pouco compreendida. São também escassas as informações sobre os efeitos resultantes de lesões e mortalidade na interação com a pesca para as populações de cetáceos.

Tendo em vista esses fatores, interações negativas entre cetáceos e a pesca tornam-se um potencial problema ecológico, social e econômico, fato oficialmente reconhecido por instituições internacionais como a Assembleia Geral das Nações Unidas, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), a Comissão Baleeira Internacional (IWC), o Acordo para a Conservação dos Pequenos Cetáceos do Mar Báltico e Mar do Norte (ASCOBANS) e o Acordo sobre a Conservação de Cetáceos no Mar Negro, Mar Mediterrâneo e área Atlântica adjacente (ACCOBANS). A combinação entre a lacuna de conhecimento e os riscos ecológicos associados a essas interações negativas, justificam a proposição do presente projeto.

Um esforço sistemático recente vem gerando informações de ocorrência de cetáceos e atividades de pesca em uma ampla área do litoral do Brasil, que compreende a Baía de Santos. Este estudo utilizou o banco de dados disponibilizado por este esforço sistemático para responder a seguinte pergunta: “Qual o grau de sobreposição entre a distribuição de cetáceos e a atividade pesqueira na Baía de Santos?” Ao tentar responder esta pergunta, espera-se compreender a distribuição das artes de pesca e dos cetáceos em uma escala ampla como a Baía de Santos, identificar quais as espécies de cetáceos que tem maior probabilidade de interagir com a atividade pesqueira e quais as áreas que essa interação tem maior chance de ocorrer. Esta informação é fundamental para subsidiar futuras ações de manejo e conservação dos cetáceos, como a definição de áreas marinhas protegidas, ou a regulamentação de atividades pesqueiras e artes de pesca mais impactantes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a relação entre distribuição de cetáceos e atividades pesqueiras na região da Baía de Santos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar áreas com maior probabilidade de interação entre cetáceos e atividade pesqueira.
- Identificar espécies de cetáceos mais suscetíveis a interação com atividade pesqueira.
- Identificar artes de pesca que apresentam maior sobreposição com a distribuição de cetáceos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia de Santos é caracterizada por ser a maior bacia sedimentar offshore do país, com uma área total de 272 mil km² (**Figura 1**). Situa-se na região Sudeste da margem continental brasileira, entre os paralelos 23°S e 28°S e os meridianos 40°O e 49°O, e compreende os litorais dos estados do Rio de Janeiro à Santa Catarina, limitando-se ao norte com a Bacia de Campos pelo Alto de Cabo Frio, e ao sul com a Bacia de Pelotas pela Plataforma de Florianópolis (MOREIRA et al., 2007).

A porção sul da bacia apresenta plataforma continental ligeiramente mais extensa que a porção norte. O declive do talude continental é suave em relação às regiões marinhas ao norte de Cabo Frio. A plataforma continental está inserida no ecossistema marinho denominado Plataforma Sul do Brasil, baseado em características batimétricas, hidrografia, produtividade e relações tróficas (SHERMAN et al., 1990).

A corrente predominante é a Corrente do Brasil (CB), uma corrente de contorno oeste com águas quentes e salinas (Água Tropical) que fluem do norte para o sul. Apesar dessas correntes normalmente serem caracterizadas por fluxos intensos, estreitos e bem definidos, esta é descrita na literatura como uma corrente fraca quando comparada, por exemplo, com a Corrente do Golfo, sua análoga no Atlântico Norte. Origina-se próximo ao paralelo 10°S, onde um ramo da Corrente Sul Equatorial se bifurca (SILVEIRA et al., 1994, SOUTELINO et al., 2013). A CB flui para o sul até convergir com águas frias da Corrente das Malvinas (CM), formando o lado oeste da Convergência Subtropical do Atlântico Sul, entre Uruguai e Argentina. Nesta zona de mistura, as águas frias submergem e deslocam-se abaixo da Água Tropical, alcançando áreas oceânicas das regiões sul e sudeste do Brasil como parte da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (SVERDRUP et al., 1942; MATSUURA, 1986; CAMPOS et al., 1995). A riqueza de espécies de cetáceos nessa área de convergência é notadamente elevada, abrangendo espécies de distribuição em águas quentes e frias (SIMÕES-LOPES & XIMENEZ, 1993).

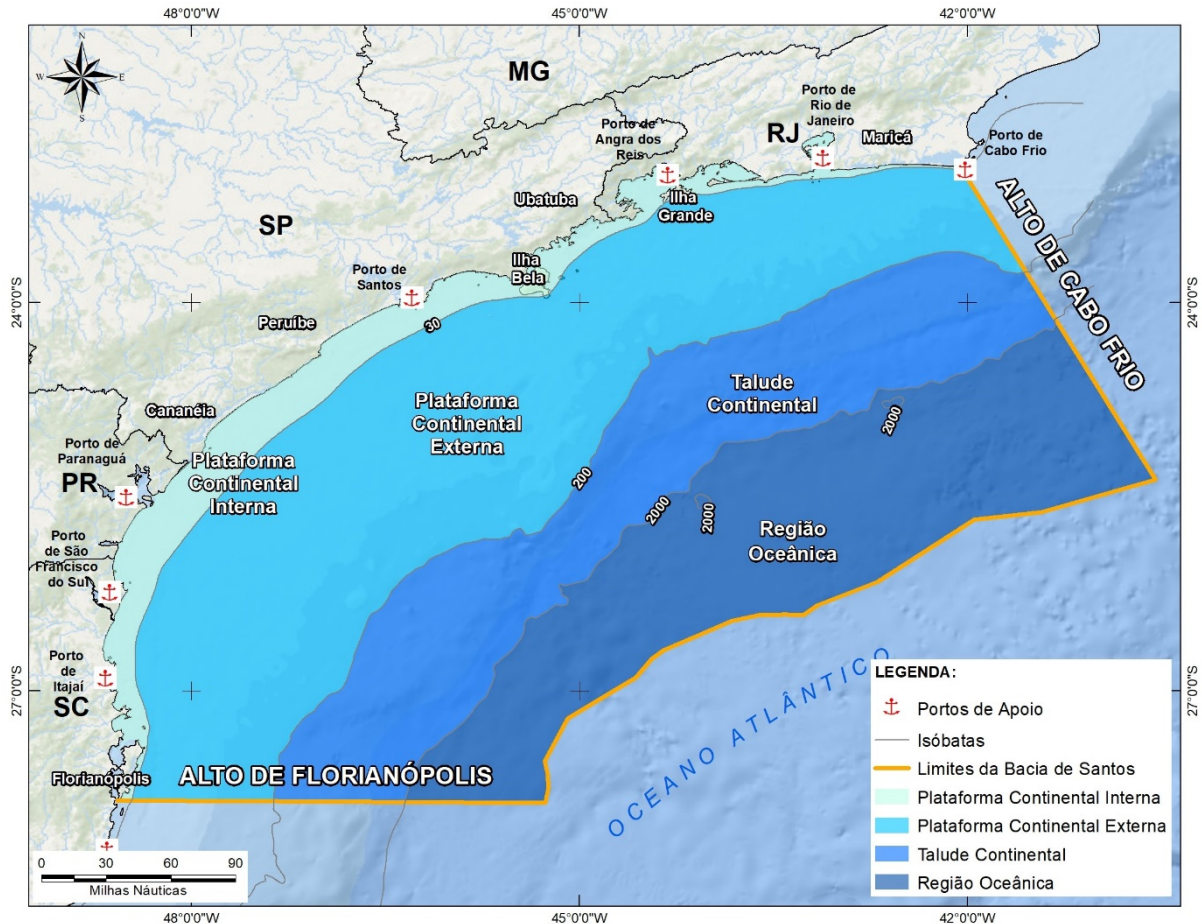
A estrutura oceanográfica da Bacia de Santos ainda é complementada por um regime de ventos bem definidos, a formação de frentes hidrográficas e as ressurgências de bordo de plataforma (BRANDINI, 1986; MATSUURA, 1986; BRANDINI et al., 2018). Tais características favorecem o aporte de nutrientes inorgânicos na zona eufótica, e conseqüentemente estimulam o desenvolvimento da biomassa planctônica, colocando a

região entre uma das mais produtivas do Brasil (MATSUURA, 1987). A produtividade é considerada moderada/alta e é caracterizada por considerável variabilidade temporal e espacial (EKAU & KNOPPERS, 2003). Este tipo de produtividade pode ser observada, por exemplo, em Cabo Frio (23°S, 42°W), litoral norte do estado do Rio de Janeiro, região caracterizada pela ressurgência da ACAS durante o verão (PALMA & MATANO, 2009). Muito deste fenômeno é decorrente de sua posição geográfica, caracterizada por ser um ponto de inflexão na linha de costa brasileira, e estar sob o domínio do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, com predominância de ventos nordeste altamente favoráveis à ocorrência de ressurgência costeira na Baía de Santos (VALENTIN, 2001). Esta predominância pode ser quebrada pela passagem de sistemas frontais, que invertem o vento para o quadrante sul.

A partir de observações hidrográficas, Miranda & Castro (1979) detectaram um padrão meandrante da CB na região adjacente a Cabo Frio/RJ, caracterizando um vórtice ciclônico. Campos et al. (1995) sugeriram um vórtice com núcleo de água fria e se propagando para sudoeste. Sua circulação no sentido horário apresenta ressurgência característica na parte dianteira e subsidência na parte traseira, gerando fluxo de água ressurgida para regiões rasas.

Outro fator importante que pode exercer grande influência no aporte de nutrientes ao sul da área de estudo é a dispersão da pluma do Rio da Prata, condicionada pela combinação entre alta descarga fluvial de águas ricas em nutrientes provindas do Rio do Prata e fatores meteoceanográficos (PIOLA et al., 2004). Segundo PIOLA et al. (2004), no inverno de 2003, por exemplo, vestígios da Água da Pluma do Prata misturadas às águas da plataforma continental se estenderam para além dos 26°S. Em virtude dessa alta produtividade, as águas ao sul da baía possuem, principalmente no inverno, um número grande de recursos pesqueiros, o que torna essa área uma importante zona de pesca (DUARTE, 2012).

Figura 1 – Localização da Bacia de Santos, litoral dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, sudeste e sul do Brasil, neste trabalho definida em plataforma continental interna da isóbata de 0 até 30 m de profundidade, plataforma continental externa de 30 a 200 m de profundidade; talude continental de 200 a 2000 m de profundidade; e região oceânica para profundidades acima dos 2000 m.



Fonte: Socioambiental Consultores Associados LTDA – Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos (2018).

3.2 COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados nas campanhas do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos (PMC-BS) que atende às condicionantes do Licenciamento Ambiental da Etapa 2 de produção e escoamento de petróleo e gás natural do pólo Pré-sal da Bacia de Santos. O PMC-BS tem como objetivo principal gerar dados e análises que permitam, no longo prazo, a avaliação de possíveis impactos dessas atividades de petróleo e gás sobre os cetáceos. Para tal, realiza o monitoramento das populações desses animais nas áreas costeiras e oceânicas da Bacia de Santos. Dentre as diferentes metodologias utilizadas, duas coletas sistemáticas forneceram dados sobre cetáceos e atividades pesqueiras para a realização deste

trabalho: cruzeiros de avistagem embarcada e sobrevoos de avistagem aérea. Para tanto, foram realizados semestralmente um cruzeiro marítimo e um sobrevoos.

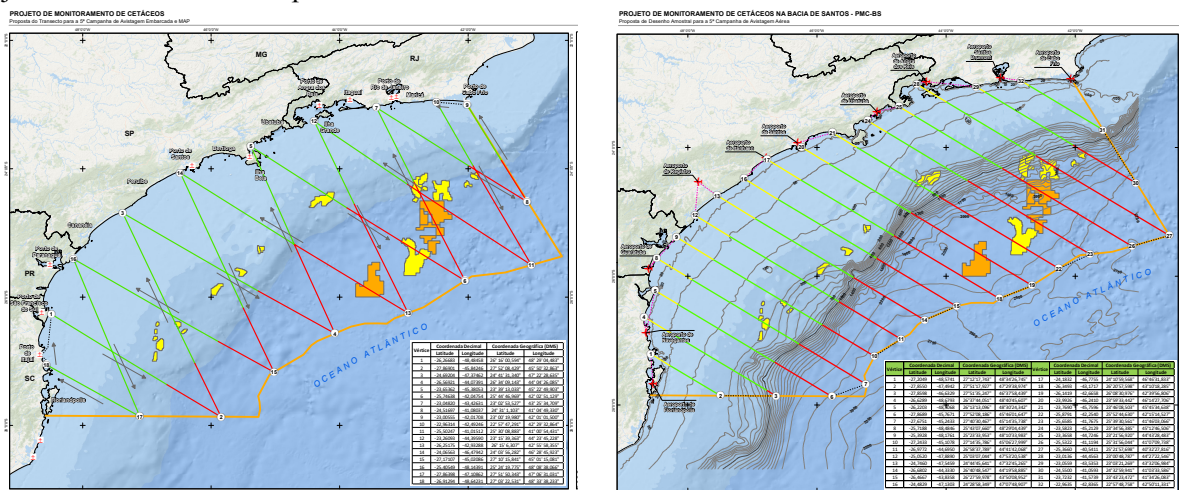
A amostragem teve início no segundo semestre de 2015. Com os dados extraídos no final de 2017, totalizou-se 2 anos e meio de dados provenientes de 5 ciclos e, portanto, 10 saídas de avistagens, sendo 5 de sobrevoos de avistagem e 5 de avistagem embarcada.

Os quatro primeiros sobrevoos de avistagem foram realizados com uma aeronave bimotora AeroCommander 500. O quinto, utilizou uma aeronave monomotora modelo Cessna 20B Grand Caravan. Em todas elas, quatro observadores amostraram simultaneamente a olho nú em regime de revezamento: dois em janela bolha – um em cada bordo, e dois em janela plana – um em cada bordo. Em cada campanha a aeronave cobriu a área de estudo uma vez, sempre iniciando no sul e terminando no norte. Um máximo de dois sobrevoos por dia foi realizado com duração máxima de 4 horas cada, fatores estes dependentes de condições meteoceanográficas avaliadas pelo coordenador da atividade e pela tripulação da aeronave. Nestes sobrevoos, a aeronave manteve uma altitude de aproximadamente 750 pés e velocidade média de aproximadamente 240 km/h. As campanhas tiveram duração média de 8 dias, o que resultou em um esforço amostral de mais de 137 horas e 30.466,55 km percorridos.

Para as campanhas de avistagem embarcada, foi utilizada uma embarcação de apoio marítimo do tipo rebocador/arrastador (*supply boat*). Nesta, três observadores amostraram simultaneamente em uma torre de observação com altura de 7 metros acima do nível do mar, onde dois observadores (bombordo e boreste) cobriam os bordos (do través – 90°) até a proa e parte do outro bordo (10°) a olho nú e com o auxílio de binóculos reticulados com alcance de 7X50. O terceiro cobria somente a proa da embarcação (30° para cada bordo) com auxílio de um binóculo de longo alcance (15x50) com estabilizador de imagem. Além de realizar a amostragem visual, este observador da proa foi o responsável por anotar e georreferenciar os registros. Os observadores amostraram em regime de revezamento, mantendo um ou dois integrantes em descanso. Durante a amostragem, a embarcação manteve uma velocidade de aproximadamente 7-8 nós. O esforço ocorreu do amanhecer ao entardecer, enquanto existiu luz natural (aproximadamente 10-12 horas/dia) e condições apropriadas para a amostragem, estas pré-definidas e avaliadas pelo coordenador da equipe com consentimento do capitão da embarcação. As campanhas tiveram duração de 40 a 45 dias, o que totalizou aproximadamente 2.090 horas de esforço amostral ao longo de 14.593,13 milhas náuticas percorridas.

A escolha destas duas metodologias de coleta é devido ao desenho amostral sistemático utilizado. A técnica consiste em percorrer linhas de transecção lineares com amostragem de distâncias (*Distance Sampling*), utilizando embarcações ou aeronaves, e realizar a contagem de animais de interesse ao longo dessas linhas (BUCKLAND et al., 2001). As linhas são desenhadas para cobrir uma área de estudo de maneira homogênea e sistemática, e permitir que as contagens possam ser extrapoladas para uma área mais ampla visando estimar a abundância. Nestas, além das detecções visuais de cetáceos, são registradas as embarcações e petrechos de pesca que estão usando a região. Para percorrer a área, as campanhas de avistagem embarcada mantiveram um zig-zag de ida e outro de volta, formando duas malhas de linhas paralelas com ângulos diferentes em relação à costa, de aproximadamente 60 milhas náuticas de distância entre as linhas, iniciando sempre no sul da área de estudo. Já as campanhas de avistagem aérea, percorreram a área somente em um sentido, seguindo um grid de linhas de transecção paralelas com distância entre estas de aproximadamente 47 km. Todas as campanhas de avistagem aérea iniciaram no sul da área de estudo e finalizaram no norte. Para melhor entendimento, as rotas planejadas para a 5ª campanha de avistagem embarcada e para a 5ª campanha de sobrevoo de avistagem são apresentadas na **Figura 2**.

Figura 2 – Rota planejada para a 5ª campanha de avistagem embarcada (direita) e para a 5ª campanha de avistagem aérea (esquerda). O quadro apresenta as coordenadas dos vértices das linhas de transecção lineares para cada mapa. As linhas verdes representam rotas sob isóbatas abaixo de 1000 m, já as linhas vermelhas representam rotas sob isóbatas acima de 1000 m.



Fonte: Socioambiental Consultores Associados LTDA – Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Baía de Santos (2017).

Os dados coletados foram anotados pelo observador responsável em um modelo de ficha de registros pré-estabelecido, o qual contém as variáveis: evento, horário, transecção, waypoint, latitude, longitude, espécie, código ID, tamanho do grupo, filhotes, observador,

pista de detecção, meio de detecção, alidade, beaufort, tempo, reflexo, visibilidade, cobertura de nuvens e observações/milhas náuticas percorridas.

3.3 ANÁLISE E PROCESSAMENTO DE DADOS

As planilhas foram filtradas a partir de um sistema de armazenamento de dados online (SisPMC), que contém as informações de registros anotadas pelos observadores, além de fotografias, rotas percorridas e outras informações coletadas pelo PMC.

Os eventos considerados foram: registros de atividades pesqueiras e de avistagens de cetáceos. Para registros de atividades pesqueiras, considerou-se as seguintes variáveis: latitude, longitude e comentários (especificações do registro). Com base no conteúdo apresentado, a variável comentários foi convertida em modalidade/petrecho de pesca. Já para registros de avistagens de cetáceos considerou-se: latitude, longitude, taxonomia, tamanho do grupo e comentários. A fim de evitar duplicação de dados provenientes de sobrevoos de avistagem, considerou-se somente registros efetuados por janela bolha e, portanto, excluídos dados de janelas plana.

Para estimar a área de distribuição espacial de cetáceos e da atividade pesqueira, foi utilizado o método fixo de densidade Kernel (WORTON, 1989). A densidade Kernel é um método probabilístico que busca avaliar a concentração de um conjunto de pontos georreferenciados (por exemplo: registros de grupos de cetáceos ou barcos e/ou petrechos de pesca) dentro de uma área. O método se mostra confiável por evitar análises tendenciosas e geralmente apresentar melhor precisão do que os outros métodos (KERNOHAN et al., 2001).

A estimativa da área de densidade Kernel foi realizada por meio do pacote adehabitatHR (CALENGE, 2006), disponível no software R (R CORE TEAM, 2014). Para tal, foram estimadas duas áreas de densidade Kernel por grupo de registros: área de concentração (densidade Kernel 50%, ou seja, uma área que abrange 50% dos registros) e área de ocorrência (densidade Kernel 95%, ou seja, uma área de abrange 95% dos registros). Para tal, o parâmetro de suavização foi definido como $h=h_{ref}$ por meio do método de referencia h (WORTON, 2013).

As áreas de concentração e ocorrência com base em registros de cetáceos foram estimadas para: todos os registros de cetáceos, golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), toninhas (*Pontoporia blainvillei*), golfinhos-pintados-pantropicais (*Stenella attenuata*), golfinhos-pintados-do-atlântico (*Stenella frontalis*), golfinhos-rotadores (*Stenella longirostris*),

golfinhos-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), golfinhos-de-Risso (*Grampus griseus*), cachalotes (*Physeter macrocephalus*), baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), baleias-sei (*Balaenoptera borealis*) e baleias-de-Bryde (*Balaenoptera brydei*). Considerando os registros de pesca, foram estimadas as áreas de concentração e ocorrência para: todos os registros de pesca, somente arrasto e somente emalhe. O objetivo da segregação de todos os registros de pesca em registros de emalhe e de arrasto foi identificar a arte de pesca com maior sobreposição com as áreas de cetáceos, destacando assim as artes com maior tendência a interação negativa com base na literatura. Já para a escolha das espécies de cetáceos, o critério foi o número de registros mínimos necessários para estimar a densidade Kernel ($n \geq 5$).

Para sobrepor as áreas e estimar a probabilidade de interação entre cetáceos e atividade de pesca foi utilizado o pacote ‘raster’ do programa R (HIJMANS et al., 2017). Para tal, foram utilizadas as áreas de concentração. As áreas de ocorrência não foram utilizadas por serem pouco informativas para avaliar a sobreposição. A maioria das áreas de ocorrência se estendeu ao longo de grandes parcelas da área de estudo, devido à ampla distribuição espacial dos registros. Em um caso (*Balaenoptera brydei*) a área estimada pelo método de densidade kernel abrangeu toda a Bacia de Santos. Foram sobrepostas, por vez, duas áreas: uma referente à pesca e outra referente aos cetáceos. Cada área referente aos cetáceos foi sobreposta com as três áreas referentes à pesca. Por fim, as áreas de concentração das espécies de cetáceo que apresentaram uma média de sobreposição alta com as áreas de emalhe e arrasto (>50% de sua área total) e não demonstraram uma área de concentração relacionada à uma região específica foram sobrepostas entre si, a fim de identificar regiões de hot-spot de cetáceos amplamente distribuídos e que demonstraram distribuição crítica com relação às modalidades de pesca mais propícias a interagir negativamente com cetáceos. Posteriormente, esta área de hot-spot foi sobreposta com as três áreas de pesca.

Ainda buscando avaliar a probabilidade de interação entre cetáceos e a atividade de pesca, os dados de ocorrência de espécies e atividades de pesca foram incluídos em uma análise de correlação espacial, utilizado o Índice de Similaridade Estrutural (SSIM) (JONES et al., 2016). O SSIM é um método de comparação espacial adaptado de técnicas desenvolvidas em ciência da computação para determinar a qualidade de compressão de imagem, podendo ser usado para extrair informações adicionais de dados ecológicos espaciais. O índice utiliza uma janela móvel espacialmente local para gerar componentes independentes de média e variância para cada mapa, assim como a covariância entre os dois mapas que estão sendo comparados, gerando uma correlação espacial entre eles. Além disso, avalia dados contínuos e

simultaneamente considera a magnitude local e a estrutura espacial, o que o torna adequado para a aplicação em dados espaciais ecológicos comparativos (JONES et al., 2016).

A correlação entre os dois mapas é obtida por meio de uma análise espacial em grids. Considerando dois mapas representados por grids regulares (formato raster), foi definido para cada célula uma vizinhança local definida por unidades espaciais vizinhas que recebem uma ponderação gaussiana. O tamanho da célula foi definido em 4.624 km² (células com lado medindo 68 km, o equivalente a aproximadamente 42 milhas náuticas). A opção por essa dimensão considerou três fatores: dimensão da área de estudo, objetivos do projeto e substancialidade e distribuição dos registros para compor as células. Como vizinhança foram usadas as oito células vizinhas da célula central (3x3), a menor escala aceita pelo índice, já que a célula foi definida com uma dimensão relativamente alta. Vizinhanças menores tornam os resultados mais localizados e, conforme a vizinhanças aumenta, os resultados se tornam mais homogêneos e com menor detalhamento espacial. Para georreferenciar a área, utilizou-se o Sistema de Referência de Coordenadas longitude e latitude, com projeção elipsoide baseada no datum WGS 1984. Foi aplicado ainda um algoritmo de reflexão para corrigir os efeitos de borda.

Para obter o índice SSIM, foram calculados três índices secundários: Similaridade na Média (SIM), Similaridade na Variância (SIV) e Similaridade no Padrão (SIP) de covariância espacial. O SIM é definido como a razão entre o dobro do produto das médias das janelas locais pela soma dos quadrados das mesmas, podendo variar de 0 a 1, sendo que 0 representa uma alta diferença nas médias das janelas locais (i.e. mapa A com alta média nas janelas espaciais e mapa B com baixa média); e 1 representa valores semelhantes para as médias das janelas espaciais locais, o que pode significar alta ou baixa abundância para ambas as janelas locais. O SIV consiste na razão entre o dobro do produto dos desvios padrão locais pela soma das variâncias, e também pode variar de 0 a 1, sendo que 0 representa variâncias diferentes entre os dois mapas (i.e. mapa A apresenta alta variância entre as células das janelas e mapa B valores semelhantes), sugerindo que os registros de um mapa estão homogeneamente distribuídos pelas janelas locais, enquanto os registros do outro mapa estão concentrados em determinadas células; e 1 representa variância semelhante entre as janelas espaciais locais dos mapas, sugerindo que os registros dos dois mapas são espacialmente distribuídos de maneira homogênea ou espacialmente concentrados em determinadas células dentro das janelas locais, independente de sua localização. Por fim, o SIP consiste na razão entre a covariância local e o produto dos desvios padrão locais, podendo variar de -1 a 1, onde -1 indica que valores das

células para cada mapa não estão espacialmente equivalentes (i.e. mapa A apresenta altos valores em determinadas células enquanto mapa B apresenta altos valores em células alternativas), sugerindo que as concentrações de registros estão em localidades distintas; e 1 indica que essa relação é semelhante para as duas janelas, sugerindo que as concentrações de registros dos dois mapas se assemelham espacialmente, ou seja, apresenta altas e baixas abundâncias nas mesmas células.

A média do índice SSIM fornece uma métrica geral da comparação entre os mapas, compilando as semelhanças entre médias, variâncias e covariâncias em um único valor. Este pode variar de -1 até 1, onde -1 indica baixa correlação entre os mapas e 1 indica alta correlação. Além de quantitativos, os quatro índices ainda apresentam resultados gráficos, por quadrantes, onde a cor verde representa valores maiores e a cor laranja representa valores menores para cada um deles.

4 RESULTADOS

4.1 ÁREAS DE OCORRÊNCIA E CONCENTRAÇÃO

As áreas de ocorrência (Kernel 95%) criadas com base em registros de pesca apresentaram, em sua totalidade, dimensão superior a 80% da área de estudo. A área de todos os registros compreendeu 271.451 km², representando 82,05% da área de estudo. Entre as áreas de emalhe e de arrasto, emalhe foi maior, compreendendo 271.451 km² (99,58% da área de estudo), enquanto arrasto compreendeu 225.777 km² (82,82% da área de estudo). Já para cetáceos, a área de ocorrência de todos os registros representou 99,66% da área de estudo. A maior delas foi a de *Balaenoptera brydei*, que representou 100% da área de estudo, enquanto a menor, a de *Pontoporia blainvillei*, representou aproximadamente 37% da área de estudo. 75% das espécies geraram área de concentração que abrangeu mais do que 75% da área de estudo. A média entre a dimensão das áreas de ocorrência das espécies de cetáceos foi de 223.906 km², o que representa aproximadamente 82% da área de estudo.

Quanto às áreas de concentração (Kernel 50%), as criadas para todos os registros de cetáceos e para todos os registros de pesca representaram 45,88% (125.078 km²) e 35,81% (97.616 km²) da área de estudo, respectivamente (**Figura 3**). A área de concentração criada para emalhe, a maior dentre as áreas de concentração de atividades pesqueiras, compreendeu 140.914 km², o que representa 51,69% da área de estudo. A área de concentração de arrasto, por sua vez, representou 38,35% da área de estudo com uma área de 104.451 km². As áreas de concentração de arrasto e de emalhe são apresentadas na **Figura 4**.

Figura 3 – Área de concentração (em cinza) de todos os registros de cetáceos (A) e de todos os registros de pesca (B) dentro da Bacia de Santos. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.

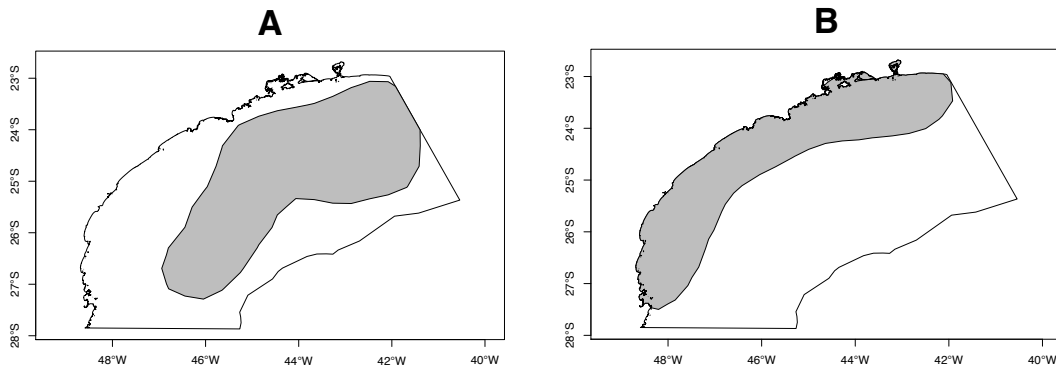
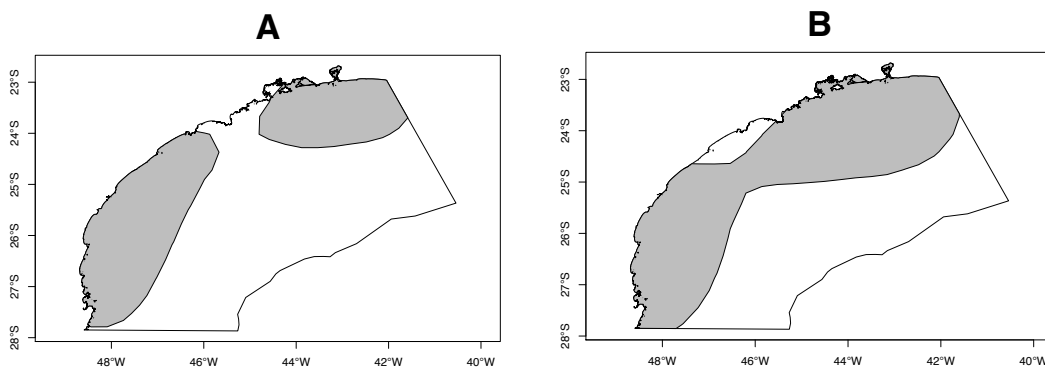


Figura 4 – Área de concentração (em cinza) de pesca de arrasto (A) e de pesca de emalhe (B) dentro da Bacia de Santos. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.



Dentre as áreas de concentração criadas para as espécies de cetáceos, a dimensão variou de 28.087 km² (*Pontoporia blainvillei*) – 10% da área de estudo, a 184.808 km² (*Balaenoptera brydei*) – 68% da área de estudo, sendo esta última a única que representou mais de 50% da Bacia de Santos. A dimensão média entre as áreas de concentração das espécies de cetáceos foi 93.148 km², o equivalente a 36% da área de estudo. As estimativas de dimensão das áreas de ocorrência e de concentração para cetáceos e atividades de pesca na Bacia de Santos, bem como a quantidade de registros utilizados para a criação de cada área são apresentadas na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Dimensões das áreas de ocorrência (densidade Kernel 95%) e de concentração (densidade Kernel 50%) estimadas e suas relações com a Baía de Santos.

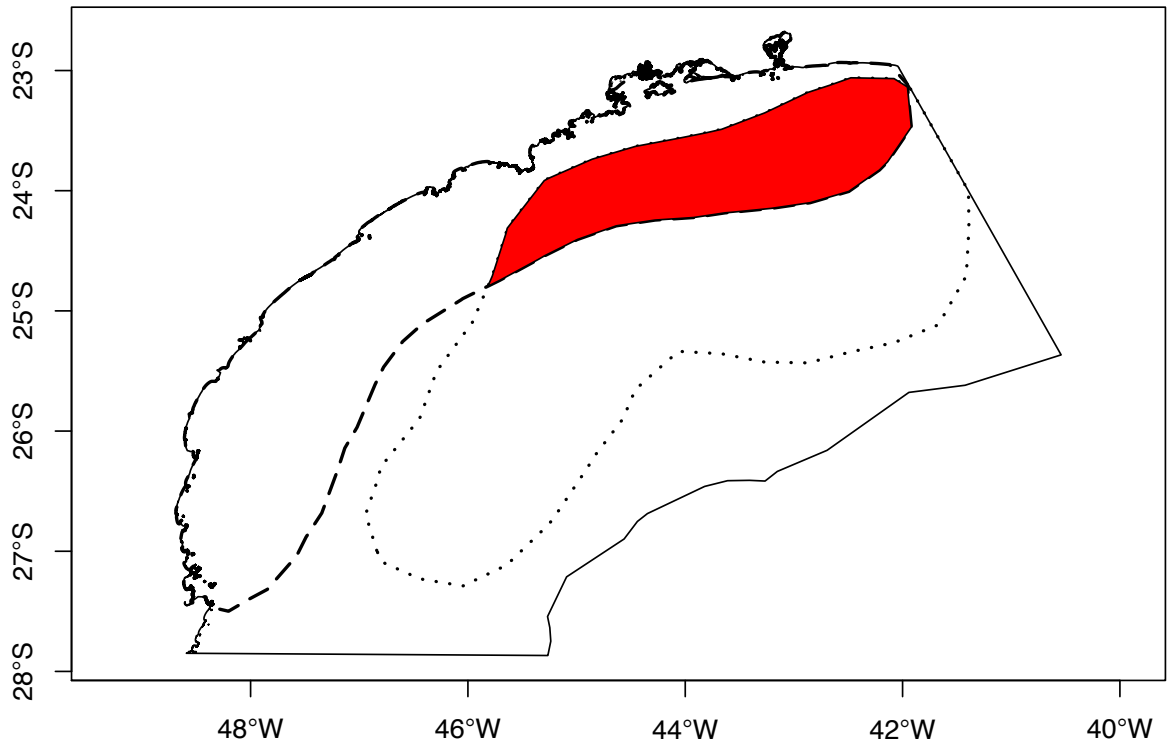
Área	Nº de registros	Área de ocorrência (km ²)	Fração da Baía de Santos (%)	Área de concentração (km ²)	Fração da Baía de Santos (%)
Pesca					
Arrasto	103	225.777	82,82	104.541	38,35
Emalhe	24	271.451	99,58	140.914	51,69
Total	429	223.688	82,05	97.616	35,81
Cetáceos					
<i>Tursiops truncatus</i>	28	270.004	99,04	121.654	44,63
<i>Pontoporia blainvillei</i>	6	100.698	36,94	28.087	10,30
<i>Stenella attenuata</i>	8	265.146	97,26	101.787	37,34
<i>Stenella frontalis</i>	48	261.697	96,00	124.851	45,80
<i>Stenella longirostris</i>	13	242.747	89,05	83.380	30,59
<i>Globicephala</i> sp.	11	175.693	64,45	61.345	22,50
<i>Physeter macrocephalus</i>	13	240.368	88,17	98.329	36,07
<i>Steno bredanensis</i>	8	237.596	87,16	105.702	38,77
<i>Grampus griseus</i>	11	227.301	83,38	82.324	30,20
<i>Megaptera novaeangliae</i>	60	208.022	76,31	67.505	24,76
<i>Balaenoptera borealis</i>	6	184.988	67,86	58.011	21,28
<i>Balaenoptera brydei</i>	8	272.608	100,00	184.808	67,79
Total	749	271.451	99,66	125,078	45,88

Por apresentarem uma quantidade baixa de registros ($n < 5$), não foi possível estimar as áreas de distribuição Kernel para as seguintes espécies de cetáceos: golfinho-de-clímene (*Stenella clymene*), orca (*Orcinus orca*), orca-pigméia (*Feresa attenuata*), baleia-sei (*Balaenoptera borealis*), baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*), baleia-minke-antártica (*Balaenoptera bonaerensis*) e baleia-fin (*Balaenoptera physalus*). Os botos-cinza (*Sotalia guianensis*) também não gerou áreas de distribuição Kernel por apresentar registros exclusivamente em uma pequena área. Vale ressaltar que as espécies que não apresentaram os requisitos necessários para estimar áreas próprias têm seus registros incluídos na base de dados da área “todos os registros”, de cetáceos, bem como na análise utilizando o Índice de Similaridade Estrutural (SSIM).

4.2 SOBREPOSIÇÃO ENTRE ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO

A área de concentração (densidade Kernel 50%) de todos os registros de cetáceos foi sobreposta aproximadamente 24% pela área de concentração (densidade Kernel 50%) de todos os registros de pesca (**Figura 5**). Já com a área de emalhe e com a área de arrasto, a área de concentração de todos os registros de cetáceos foi sobreposta em 49,5% e 23%, respectivamente.

Figura 5 – Sobreposição (em vermelho) entre a área de concentração (densidade Kernel 50%) de todos os registros de cetáceos (linha pontilhada) e área de concentração de todos registros de atividades pesqueiras (linha tracejada). Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.



Quando analisada a média de área sobreposta para cada espécie de cetáceo com as áreas de arrasto e emalhe, *Pontoporia blainvillei* foi a que apresentou maior sobreposição, com uma média de 67%. Deste total, 74% advém da sobreposição com a área de emalhe e 60% com a área de arrasto. *Pontoporia blainvillei* ainda teve 100% sua área sobreposta com a área de todos os registros de pesca (**Figura 6**). No entanto, não foi a espécie de cetáceo que

apresentou maior sobreposição com a área de concentração de emalhes (isto ocorre com *Tursiops truncatus* – 79,4%). Já a espécie com menor sobreposição média com as áreas de arrasto e emalhe foi a *Balaenoptera borealis*, com 2,3% de sua área sobreposta. Esta espécie sequer apresentou sobreposição com a área de todos os registros de pesca. *Globicephala* sp. também não apresentou sobreposição alguma com a área de todos os registros de pesca, tampouco com a área de arrasto, mas tendo 13,5% de sua área sobreposta com a área de arrasto gerou uma média de sobreposição entre a área de arrasto e a área de emalhe superior a *Balaenoptera borealis*.

As espécies que apresentaram sobreposição média com as áreas de emalhe e arrasto acima de 50% foram *Pontoporia blainvillei*, *Tursiops truncatus*, *Stenella frontalis* e *Megaptera novaeangliae* e *Balaenoptera brydei* (**Figuras 6, 7, 8, 9, 10**). Por outro lado, as espécies que apresentaram sobreposição média com arrasto e emalhe abaixo dos 25% foram *Globicephala* sp., *Physeter macrocephalus* e *Steno bredanensis*.

Figura 6 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de *Pontoporia blainvillei* (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.

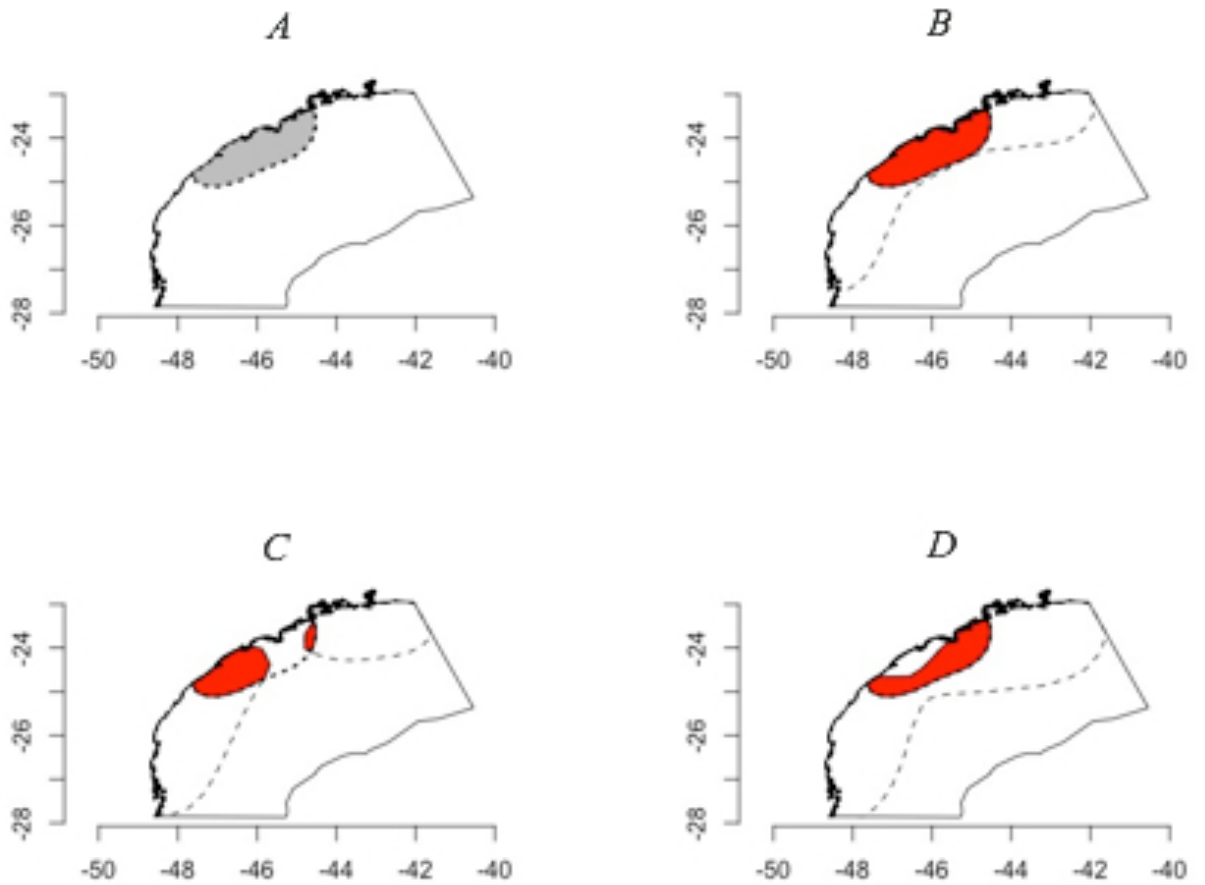


Figura 7 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de *Tursiops truncatus* (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.

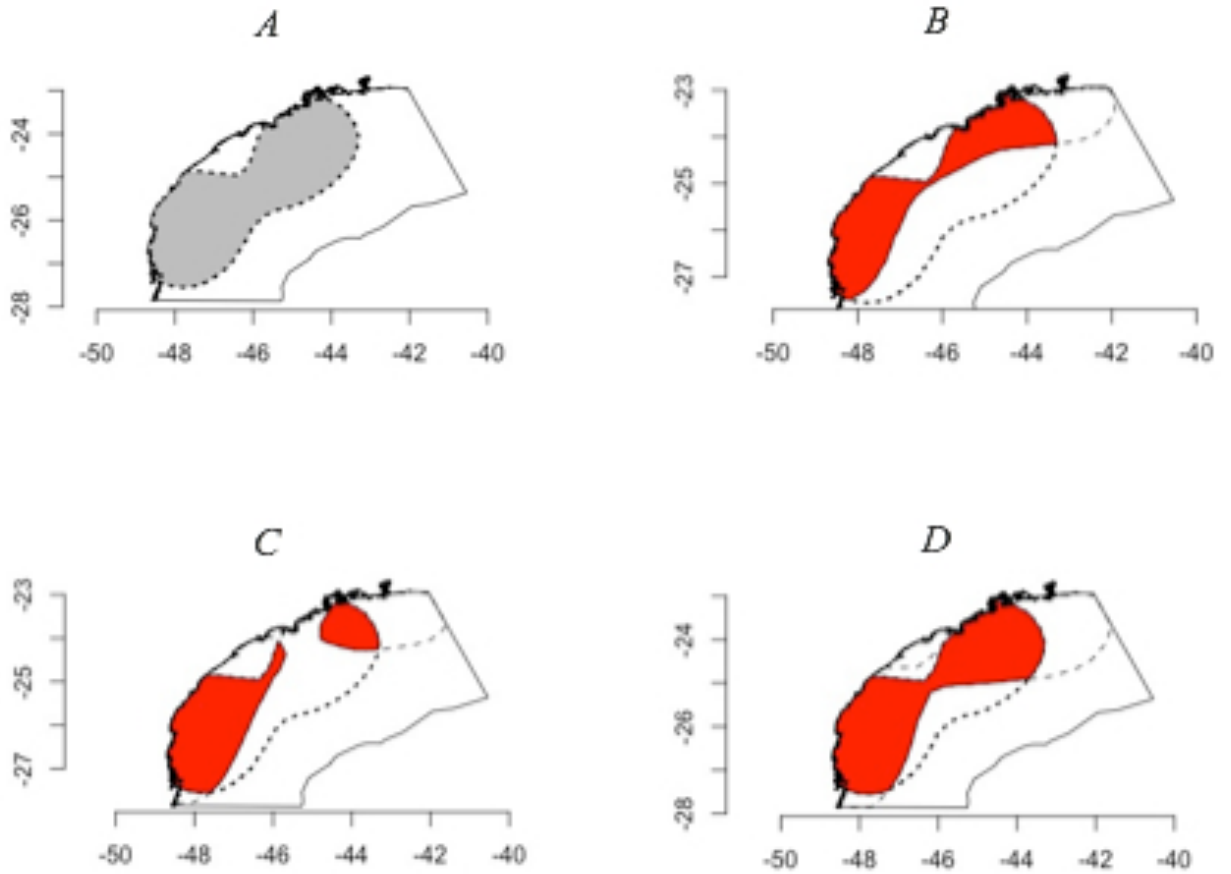


Figura 8 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de *Stenella frontalis* (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.

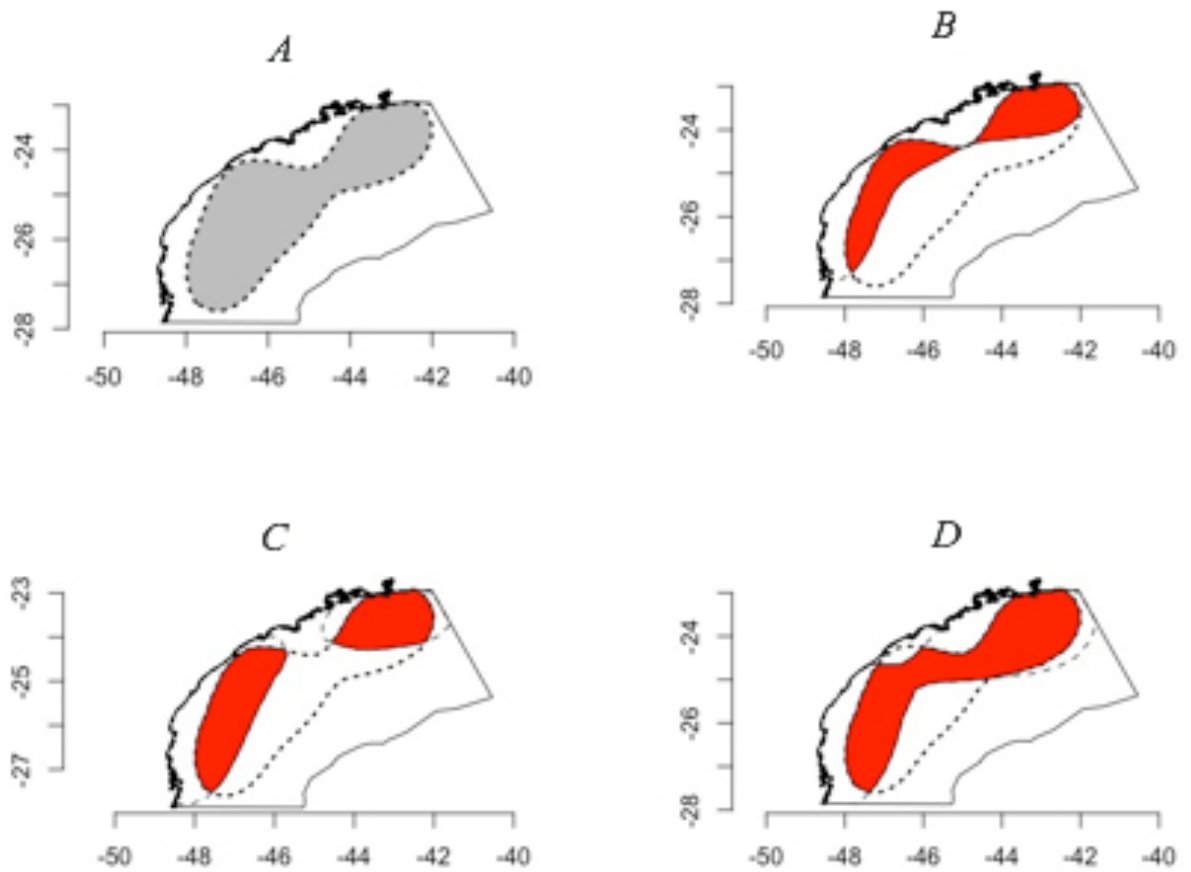


Figura 9 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de *Megaptera novaeangliae* (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.

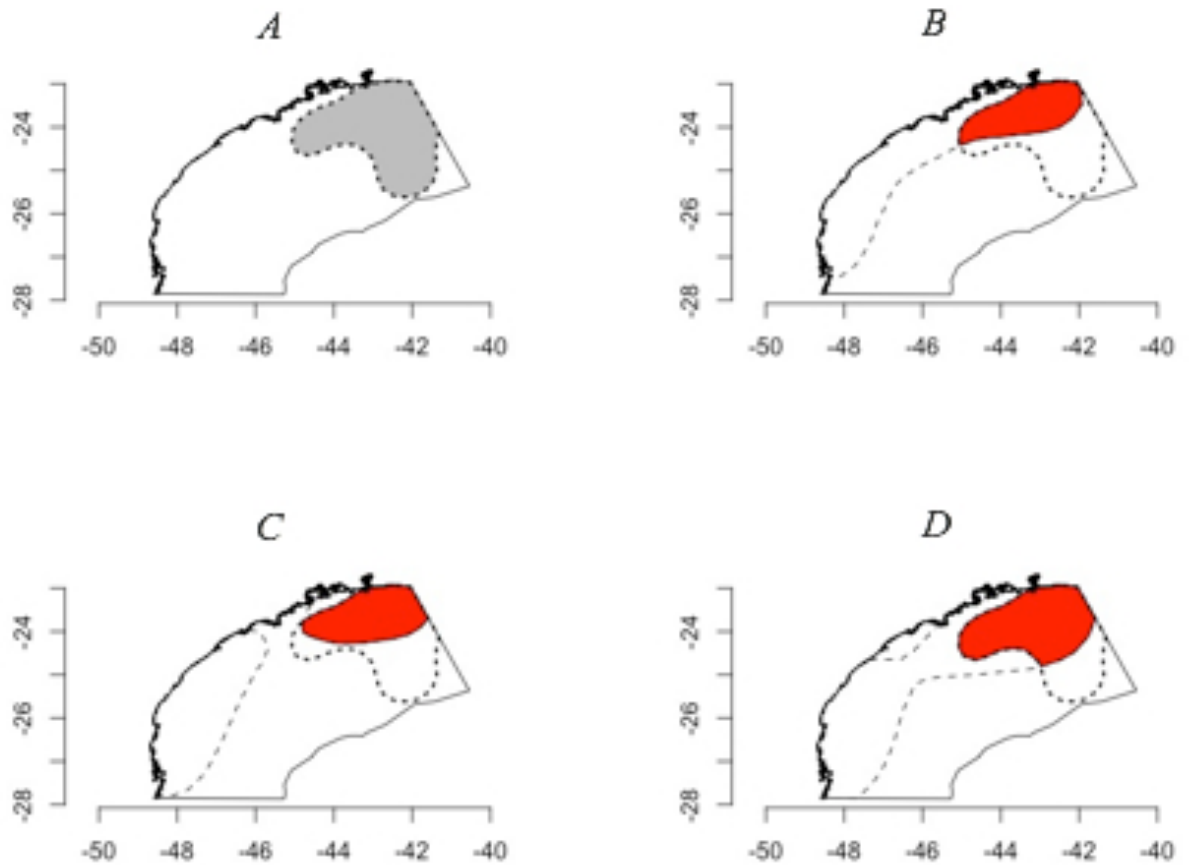
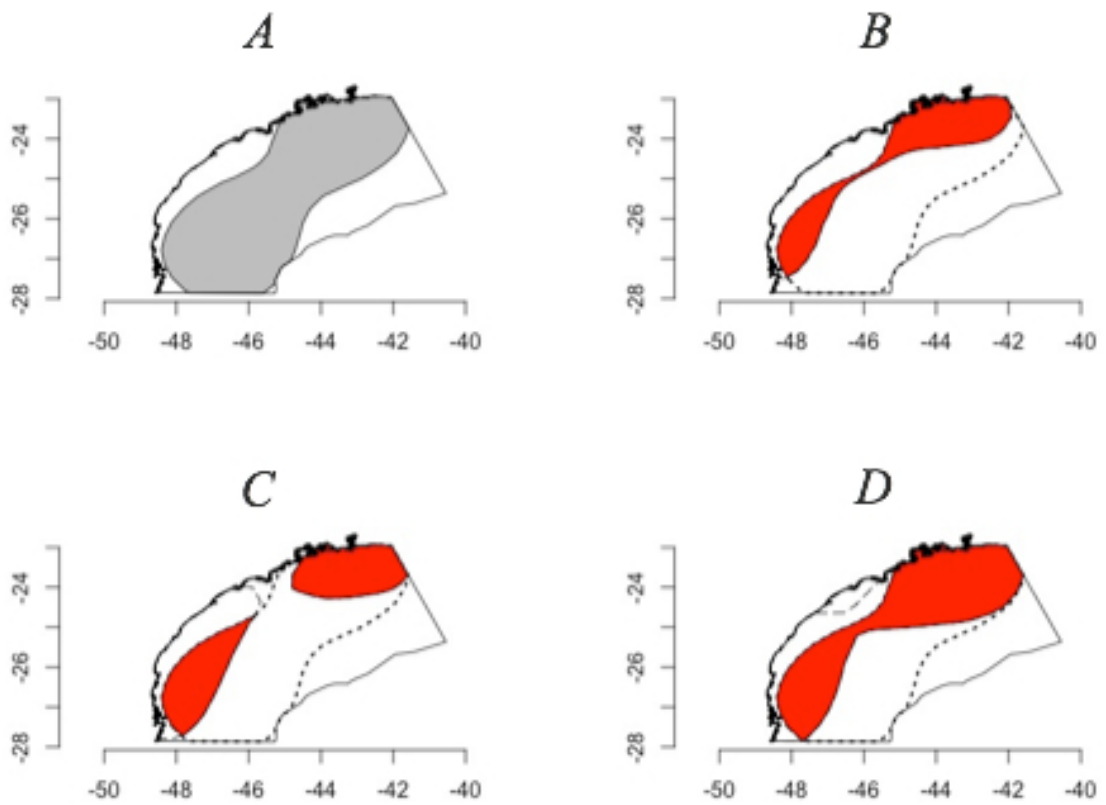


Figura 10 – Área de concentração (densidade Kernel 50%) de *Balaenoptera brydei* (A), em cinza, e suas sobreposições (áreas vermelhas) com as áreas de concentração todos os registros de pesca (B), arrasto (C) e emalhe (D). A área de concentração da espécie é delimitada pela linha pontilhada, a delimitação das áreas de atividades pesqueiras são expressas pela linha tracejada. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.



A sobreposição entre as áreas de concentração das espécies de cetáceos que demonstraram distribuição ampla e homogênea sob a Bacia de Santos e apresentaram alta sobreposição com as áreas de emalhe e arrasto representou 28,71% da Bacia de Santos, abrangendo uma área de aproximadamente 78.261 km² (**Figura 11**).

A sobreposição entre a área de sobreposição destas espécies com as áreas de pesca é apresentada na **Figura 12**.

Figura 11 – Sobreposição entre as áreas de concentração (densidade Kernel 50%) das espécies de cetáceos que demonstraram distribuição ampla e homogênea sob a Bacia de Santos e apresentaram alta sobreposição com as áreas de emalhe e arrasto (em vermelho), indicando um *hot-spot* de concentração de espécies críticas com relação a pesca. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.

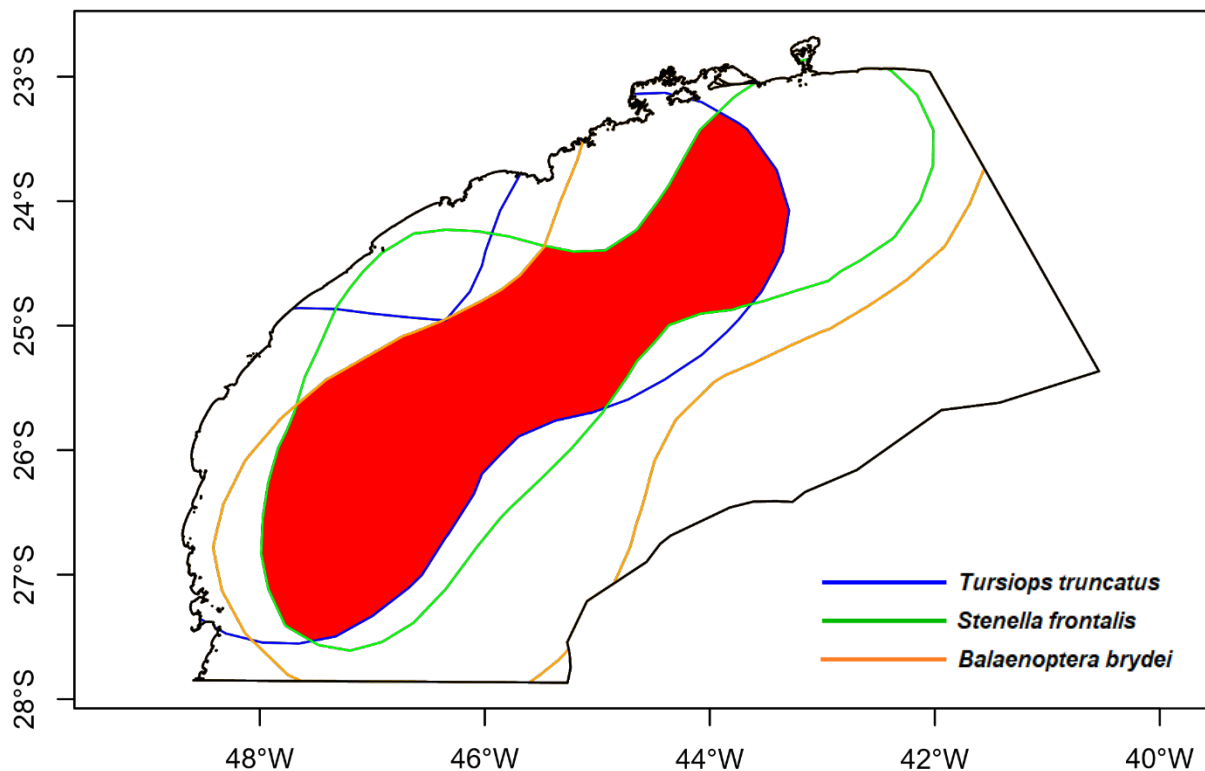
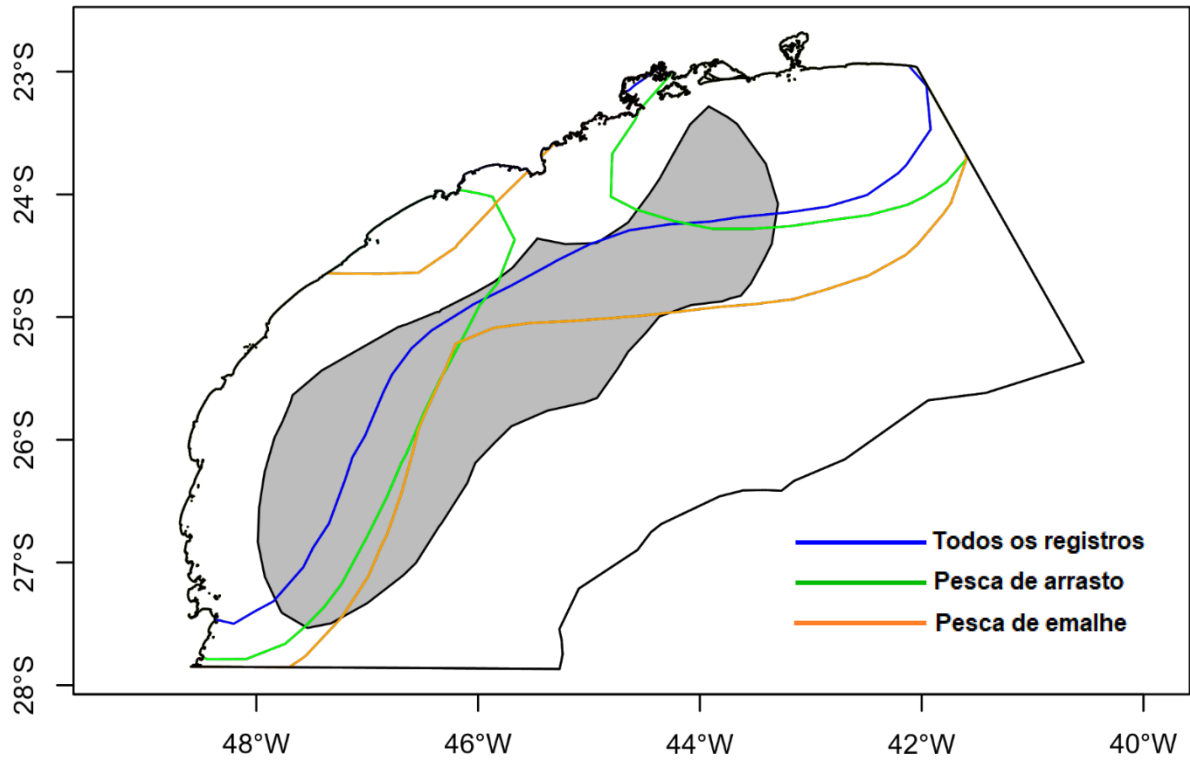


Figura 12 – Sobreposição entre o *hot-spot* de concentração de espécies de cetáceos críticas com relação a pesca e as áreas de pesca. Em vermelho, a área de sobreposição. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.



As porcentagens das áreas de cetáceos sobrepostas com cada atividade de cetáceos são apresentadas na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Porcentagens de áreas de cetáceos sobrepostas com as áreas de atividades pesqueiras na Baía de Santos. Em negrito as cinco espécies de cetáceos que tiveram mais de 50% da área sobreposta com a média entre pesca de arrasto e pesca de emalhe.

Cetáceos	Área (km ²)	Todos os registros de pesca (%)	Pesca de emalhe (%)	Pesca de arrasto (%)
Todos os registros	125.078	23,92	49,52	23,05
<i>Tursiops truncatus</i>	121.654	53,19	79,41	54,25
<i>Pontoporia blainvillei</i>	28.087	99,99	74,32	59,70
<i>Stenella attenuata</i>	101.787	14,07	31,88	19,75
<i>Stenella frontalis</i>	124.851	45,35	73,37	55,30
<i>Stenella longirostris</i>	83.380	30,70	62,34	34,94
<i>Globicephala</i> sp.	61.345	0,00	13,52	0,00
<i>Physeter macrocephalus</i>	98.329	11,52	40,06	16,26
<i>Steno bredanensis</i>	105.702	7,44	23,21	11,28
<i>Grampus griseus</i>	82.324	25,27	60,62	29,04
<i>Megaptera novaeangliae</i>	67.505	45,52	71,53	50,32
<i>Balaenoptera borealis</i>	58.011	0,00	3,81	0,86
<i>Balaenoptera brydei</i>	184.808	34,71	60,80	40,05

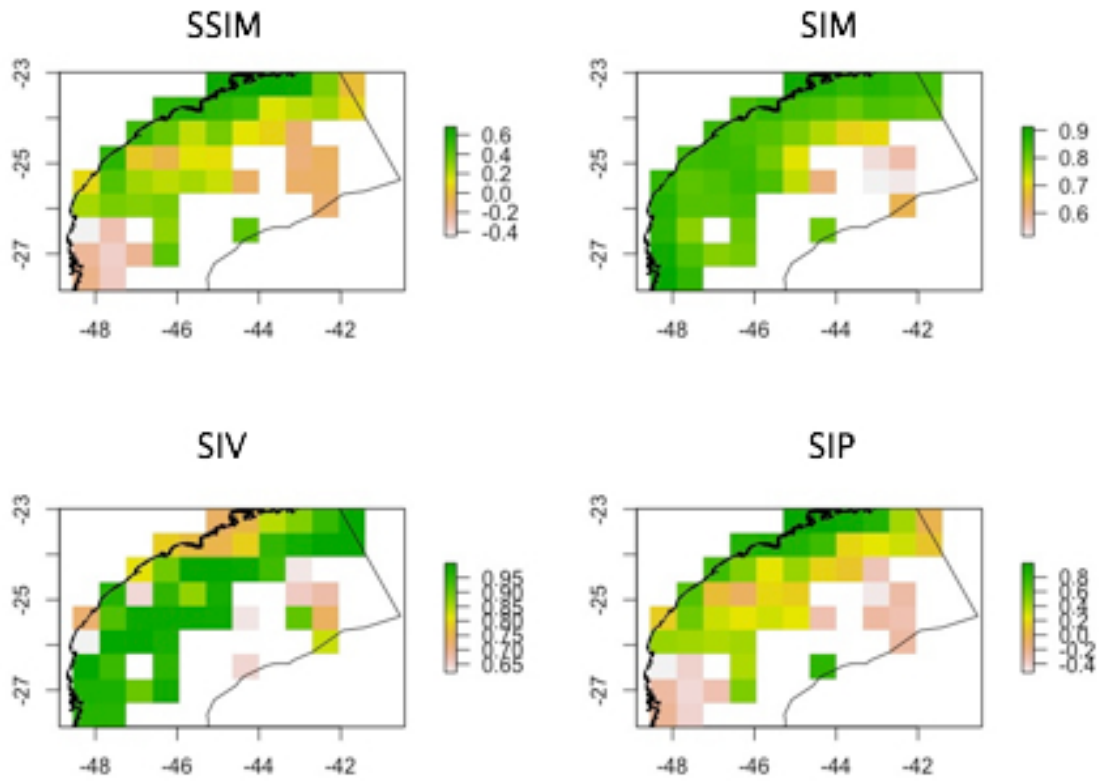
4.3 ÍNDICE DE SIMILARIDADE ESTRUTURAL (SIM)

Com relação a análise espacial comparativa utilizando o Índice de Similaridade Estrutural (SSIM), os resultados quantitativos do SSIM, bem como dos índices secundários Similaridade na Média (SIM), Similaridade na Variância (SIV) e Similaridade no Padrão (SIP) são sumarizados na **Tabela 3**, enquanto os resultados gráficos são apresentados na **Figura 13**. O índice SSIM, que representa a métrica geral da comparação entre os mapas, apresentou um resultado abaixo da média, indicando que a sobreposição entre pesca e cetáceos quando analisada de uma maneira geral na Baía de Santos é baixa. Já dentre os índices secundários, a Similaridade na Média (SIM) e a Similaridade na Variância (SIV) foram acima da média, enquanto a Similaridade no Padrão (SIP) foi abaixo.

Tabela 3 – Resultados dos Índices de Similaridade Estrutural.

Índice	Média	Variância	Máximo	Mínimo
Similaridade estrutural (SSIM)	0,17	0,90	0,60	-0,40
Similaridade na Média (SIM)	0,80	0,01	0,90	0,60
Similaridade na Variância (SIV)	0,88	0,02	0,95	0,65
Similaridade no Padrão (SIP)	0,22	0,19	0,80	-0,40

Figura 13 – Resultados quantitativos e qualitativos dos índices Similaridade Estrutural (SSIM), Similaridade na Média (SIM), Similaridade na Variância (SIV) e Similaridade no Padrão (SIP) para a correlação espacial entre cetáceos e atividades de pesca na Bacia de Santos. A linha preenchida representa os limites da Bacia de Santos. Os eixos das ordenadas e abscissas representam as coordenadas.



5 DISCUSSÃO

A partir dos registros de atividades pesqueiras, as três áreas de ocorrência estimadas – para todos os registros, somente emalhe, e somente arrasto – cobriram mais de 80% da área de estudo. Desta forma, a avaliação das áreas de ocorrência dificulta a visualização de padrões de sobreposição entre distribuição de cetáceos e atividades de pesca. No entanto, ao avaliar as áreas de concentração utilizando a densidade Kernel 50%, é possível identificar as principais áreas de sobreposição e, conseqüentemente, maior risco de interação entre a pesca e as espécies estudadas.

A área de concentração gerada a partir de todos os registros de pesca indicou uma relação da pesca com ambientes costeiros (FONTELES-FILHO, 1989). No Brasil, estas regiões são caracterizadas por grandes interações oceanográficas entre águas quentes, salinas e oligotróficas (águas tropicais); águas costeiras com baixa salinidade, altamente influenciadas pelo escoamento dos rios; e ressurgências costeiras sazonais de águas frias e ricas em nutrientes (CASTRO & MIRANDA, 1998), provindas da Água central do Atlântico Sul (ACAS). Estas interações entre diferentes massas de água geram *hot-spots* de produtividade e biodiversidade (OLSON et al., 1994; LONGHURST, 2006), favorecendo a disponibilidade de recursos para as atividades pesqueiras (DINIZ et al., 2003).

Além das características oceanográficas supracitadas, navegações costeiras exigem menor qualificação dos tripulantes e são consideradas mais seguras do que navegações oceânicas em diversos aspectos – como proximidade da costa e condições oceanográficas mais estáveis – além de menor custo envolvido em combustível. Além disto, mesmo embarcações de pesca oceânica partem e aportam na costa, o que pode, quando em atividade, resultar em registros costeiros. Desta forma, os registros de atividades pesqueiras tendem a ser mais constantes em regiões próximas da costa, principalmente quando se tratando de pescas artesanais (REIS & D’INCAO, 2000), que costumam envolver embarcações de menor porte.

Ao analisar as áreas de concentração de arrasto e emalhe, modalidades de pesca que sugerem maior risco de interação negativa com cetáceos (PERRIN et al., 1994; SECCHI & WANG, 2002; MONTEALEGRE-QUIJANO & FERREIRA, 2010), nota-se que as duas se concentram na plataforma continental norte e sul da área de estudo. Estas regiões abrigam duas importantes zonas pesqueiras da costa brasileira: ao sul, o estado de Santa Catarina é o maior produtor de pescado do país (SILVA et al., 2013), com destaque para a cidade de Itajaí, que abriga um setor industrial pesqueiro diversificado (ANDRADE, 1998a; 1998b); ao norte,

o estado do Rio de Janeiro detém a quarta maior produção pesqueira do país (SILVA et al., 2013), e a segunda maior dentro da área de estudo.

Entre estas duas modalidades a pesca de emalhe gerou uma área maior, que se estendeu até regiões mais profundas da plataforma continental externa. Foi também a que sobrepôs maiores parcelas das áreas de concentração das espécies de cetáceos estudadas. Uma explicação pode ser a sua maior concentração sob a plataforma continental externa em relação à área de concentração de arrasto. A área de arrasto demonstrou uma relação mais significativa com a região adjacente à costa no sul, onde a pesca é recorrente mas cetáceos não apresentam alta concentração.

A justificativa para a plataforma continental adjacente ao estado de São Paulo ter demonstrado menor relação com estas modalidades de pesca pode ser a baixa produção de pescado do estado de São Paulo. Ainda que detenha a maior linha de costa da área de estudo e abrigue a importante região portuária de Santos, o estado é apenas o sétimo produtor pesqueiro do país, terceiro dentre os quatro estados abrigados pela Bacia de Santos (SILVA et al., 2013).

Para as espécies de cetáceos que foi possível estimar, a área de concentração das toninhas (*Pontoporia blainvillei*) e das baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) foram as que demonstraram maior concentração em regiões específicas, considerando as espécies críticas com relação a interação com a pesca. *Pontoporia blainvillei* se distribuiu na região costeira entre Cananéia/SP e Paraty/RJ, apresentando a maior sobreposição média com as áreas de arrasto e emalhe. O fato de ter ocupado parte da plataforma continental externa pode estar associado com o parâmetro de suavização definido, já que sua distribuição conhecida dificilmente ultrapassa a isóbata de 30 m (BORDINO et al., 2002). Já *Megaptera novaeangliae* se concentrou na porção norte da área de estudo, resultado de seu comportamento migratório (e.g. ZERBINI et al., 2006). Sua concentração abrigou a região oceânica, o talude continental e a plataforma continental externa – onde apresentou as maiores sobreposições com as áreas de pesca, principalmente com a área de emalhe. O período de migração da *Megaptera novaeangliae* é oposto ao período de intensa produtividade nesta região. Ainda assim, a atividade de pesca de arrasto ocorre durante todo o ano (DI BENEDETTO et al., 1998). Este tipo de análise pode influenciar as probabilidades de sobreposição indicadas neste trabalho, pois demonstra que a chance de uma interação entre cetáceos e pesca depende da sobreposição tanto no espaço quanto no tempo. Não trabalhar com a sazonalidade se mostrou uma limitante para um melhor entendimento da relação entre distribuição de recursos pesqueiros e de espécies de cetáceos por meio de fenômenos físicos.

Além das *Pontoporia blainvillei* e das *Megaptera novaeangliae*, os golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), os golfinhos-pintado-do-atlântico (*Stenella frontalis*), e as baleias-de-Bryde (*Balaenoptera brydei*) também tiveram alta sobreposição média com as áreas de arrasto e emalhe.

Tursiops truncatus, espécie conhecida por se adaptar a diferentes ambientes marinhos (FRUET et al., 2014), tem uma grande relação com as plataformas continentais interna e externa, ocasionando na maior sobreposição de uma espécie com a área de emalhe: 79,4%, principalmente devido a sua ampla distribuição sob a plataforma continental externa. Sua área de concentração se limitou ao norte pela região de Ilha Grande/RJ, sugerindo que a espécie não apresenta risco de interação com a pesca nas proximidades de Cabo Frio/RJ, por exemplo. Vale ressaltar que diversos estudos apontam para a existência de dois ecótipos para a espécie, um costeiro e um oceânico (FRUET et al., 2017). Neste estudo, a maioria dos registros dos *Tursiops truncatus* são do ecótipo oceânico, sugerindo que a interação com atividades de pesca pode ser ainda maior.

Já a *Stenella frontalis*, espécie com maior abundância no Oceano Atlântico Sudoeste (ZERBINI & COTAS) e com maior número de registros dentre os odontocetos estudados, demonstrou uma ampla distribuição ao longo da plataforma continental externa e do talude continental, ao longo de quase toda a área de estudo. Destaque para sua proximidade com a costa na região adjacente aos estados do Rio de Janeiro e Paraná, onde apresentou as maiores sobreposições com as áreas de pesca.

A baleia-de-Bryde (*Balaenoptera brydei*), espécie com maior área de concentração estimada, também teve uma ampla distribuição ao longo da Bacia de Santos. Ainda assim, uma relação com a região da plataforma continental do estado do Rio de Janeiro e com a região oceânica ao sul pode ser notada. Esta relação com a região costeira adjacente ao estado do Rio de Janeiro pode indicar um maior risco de interação com atividades de pesca. Sua distribuição pode ter relação com as intrusões da ACAS na área de estudo, característica por ressurgir na região costeira e de bordo de plataforma no norte (BRANDINI, 1986; BRANDINI et al., 2018) e se introduzir abaixo da água tropical na região oceânica no sul (SVERDRUP et al., 1942; MATSUURA, 1986; CAMPOS et al., 1995).

Através da sobreposição feita entre as áreas de concentração dos *Tursiops truncatus*, *Stenella frontalis* e *Balaenoptera brydei* – espécies com grande sobreposição média com as áreas de arrasto e emalhe e que demonstraram relação com diversos ambientes marinhos da área de estudo – foi possível identificar uma área de maior ocorrência destas espécies na

plataforma continental externa da Bacia de Santos. Este resultado indica uma região crítica para a interação entre modalidades que sugerem risco à cetáceos e espécies que constantemente têm suas áreas de concentração sobrepostas por áreas de concentração de atividades pesqueiras.

Considerando todos os registros de cetáceos, as espécies estudadas demonstram maior relação com a porção norte da área de estudo (regiões ao norte da Ilhabela/SP). Nesta região, as espécies se concentraram majoritariamente sob o talude continental e sob a plataforma continental externa, mas, ocasionalmente, também na região oceânica. Ao longo da plataforma continental desta região a Similaridade na Média (SIM) demonstrou uma correlação alta entre as abundâncias de cetáceos e atividades de pesca, baseado em análises comparativas entre as janelas locais de cada mapa – o que representa uma área de 41.616 km² (3x3 células). Isto sugere que as duas abundâncias são altas ou baixas para ambos os registros nesta região. Tendo em vista que as duas áreas de concentração geradas a partir de todos os registros – de pesca e de cetáceos – ocuparam parcialmente esta região, sugere-se que ambos sejam abundantes, e, portanto, haja alto risco de interação entre cetáceos e pesca na plataforma continental da porção norte da Bacia de Santos.

A região marinha norte do estado do Rio de Janeiro é conhecida por frequentes e intensos eventos sazonais de ressurgência (ascensão da ACAS), costeira e de bordo de plataforma (BRANDINI, 1986; BRANDINI et al., 2018). Estes fenômenos são regulados por um regime de ventos bem definidos e um padrão meandrante da Corrente do Brasil na região adjacente à Cabo Frio/RJ (MIRANDA & CASTRO, 1979; BRANDINI, 1986). Nestes eventos a biomassa primária é exposta à superfície desencadeando toda uma cadeia trófica de espécies associadas, que envolve desde animais planctônicos até peixes pelágicos e peixes predadores (COELHO-SOUZA et al., 2012). Esta diversidade de espécies pode representar uma atrativa base alimentar para as diferentes espécies de cetáceos estudadas, bem como recursos para as atividades pesqueiras. A associação de cetáceos com regiões de frentes hidrográficas e padrões meandrantes de correntes é conhecida (CROLL et al., 1998; BAKUN, 2006).

Dentro da região norte da área de estudo, o Índice de Similaridade Estrutural (SSIM) – que fornece uma compilação entre os três índices secundários (SIM, SIV e SIP) – demonstrou os maiores valores na plataforma continental interna, sugerindo que a interação entre cetáceos e pesca nesta região é a maior da área de estudo. Esta região é conhecida por abrigar a maior ressurgência da costa brasileira, a ressurgência de Cabo Frio/RJ (KAMPEL et al., 1997). Além do SSIM, os resultados encontrados para a Similaridade no Padrão (SIP) nesta região

indicam que as abundâncias de cetáceos e de atividades de pesca estão localizadas nas mesmas células (cada célula compreende uma área de 4.624 km²), sugerindo que cetáceos e pesca podem estar em busca do mesmo recurso. O baixo valor encontrado para a Similaridade na Variância (SIV) indica que uma das distribuições é espacialmente homogênea enquanto a outra é agrupada em determinadas células. Baseado nas áreas de concentração, atividades de pesca sugerem se concentrar por toda a plataforma continental interna, enquanto cetáceos se concentram principalmente na plataforma continental externa. Com isso, a pesca parece ser abundante e homogênea nas proximidades da ressurgência de Cabo Frio/RJ, enquanto cetáceos indicam se agrupar em determinados locais.

Já na porção sul da área de estudo, a concentração de todos os registros de cetáceos demonstrou maior relação das espécies com o talude continental, sugerindo uma baixa probabilidade de interação com as atividades de pesca. A relação das espécies com o talude continental pode ser justificada pela disponibilidade de recursos. Nesta região, intrusões sazonais da ACAS (SVERDRUP et al., 1942; MATSUURA, 1986; CAMPOS, et al., 1995) formam uma frente hidrográfica que abriga diversas espécies marinhas, atraídas por concentrações de nutrientes, plânctons, e recursos associados (CROLL et al., 1998; BAKUN, 2006). A ausência de atividades de pesca nesta região pode ser explicada pelas maiores dificuldades de navegação encontradas com relação à navegação costeira, já que recursos indicam ser abundantes.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que na Bacia de Santos as atividades de pesca se concentram em regiões costeiras, enquanto a comunidade de cetáceos se distribui de maneira mais ampla. As modalidades de pesca que oferecem maior risco de interação negativa com cetáceos se concentram na plataforma continental norte e sul da área de estudo. No norte, cetáceos se concentraram majoritariamente sob a plataforma continental externa e talude continental, enquanto no sul se concentraram principalmente no talude continental. Com isso, a região onde há a maior sobreposição entre as concentrações de cetáceos e atividades pesqueiras é a plataforma continental externa norte da área de estudo, ainda que o maior polo pesqueiro da seja no sul. Ainda assim, o Índice de Similaridade Estrutural (SSIM) demonstrou que na região da plataforma continental interna norte esta interação pode ser mais crítica, já que cetáceos e pesca parecem usar os mesmos recursos.

A arte de pesca que apresentou maior probabilidade de interação com cetáceos foi emalhe, enquanto *Pontoporia blainvillei*, *Megaptera novaeangliae*, *Tursiops truncatus*, *Stenella frontalis* e *Balaenoptera brydei* foram as espécies de cetáceos que apresentaram maiores parcelas de suas áreas de concentração sobrepostas pelas modalidades de pesca que sugerem risco a cetáceos.

A plataforma continental externa da Bacia de Santos foi a região com a maior concentração de espécies críticas com relação as atividades pesqueiras que oferecem risco a cetáceos. Nesta região, estas espécies estão mais sujeitas a interagir com atividades antrópicas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, H.A. Estrutura do setor industrial pesqueiro de Santa Catarina. **Notas Técnicas da FACIMAR**. 2:17-27, 1998a.
- ANDRADE, H.A. A produção pesqueira industrial em Santa Catarina. **Notas Técnicas da FACIMAR**. 2:1-16, 1998b.
- BAKUN, A. Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptive response and competitive advantage. **Scientia Marina**, v. 70, v. 2, p. 105-122, 2006.
- DI-BENEDITTO, A.P.M.; RAMOS, R.M.A.; LIMA, N.R.W.L. Fishing activity in Northern Rio de Janeiro State (Brazil) and its relation with small cetaceans. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 41, n. 3, 1998.
- BERTOZZI, C.P. & ZERBINI, A.N. Accidental mortality of franciscana, *Pontoporia blainvillei*, in the artisanal fishery of Praia Grande, São Paulo State, Brazil. **The Latin Journal of Aquatic Mammals** (species issue) v. 1, p. 153-160, 2002.
- BEVERTON, R.J.H., Analysis of marine mammal-fisheries interactions. In: BEDDINGTON, J.R., BEVERTON, R.J.H., LAVIGNE, D. (Eds.), **Marine Mammals and Fisheries**. George Allen & Unwin, London, United Kingdom, p. 3-33, 1985.
- BORDINO, P.; SICILIANO, S.; BASTIDA, R. & CREMER, M. Report of the working group on distribution and behaviour. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, v. 21-33, 2002.
- BRANDINI, F.P. Hidrografia e características do fitoplâncton da Região Sueste do Brasil: Produção primária, biomassa e composição. **Dissertação de Doutorado**, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, p. 110, 1986.
- BRANDINI, F.P.; TURA, P.M.; SANTOS, P.P.G.M. Ecosystem responses to biogeochemical fronts in the South Brazil Bight. **Progress in Oceanography**. 164:52-62, 2018.
- BUCKLAND, S.T. et al. Introduction to Distance Sampling. **Oxford University Press**, Oxford, 2001.
- CALENGE, C. The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. **Ecological Modelling**, v. 197, p. 516-519, 2006.
- CAMPOS, E. I. D.; GONÇALVES, J. E. & IKEDA, Y. Water mass structure and geostrophic circulation in the South Brazil Bight - Summer of 1991. **Jornal of Geophysical Research**, v. 100, n. C9, p.18537-18550, 1995.
- CAMPOS, E.J.D.; MILLER, J.L.; MULLER, T.J. & PETERSON, R.G. Physical oceanography of the Southwest Atlantic Ocean. **Oceanography**, v. 8, p. 87-91, 1995.
- CASTELLO, J.P. Teleósteos pelágicos. In: SEELIGER, U.; ODERBRETCH, C. In: CASTELLO, J.P. (Eds.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande: **Ecoscintia**, p. 137-143, 1998.
- CASTRO, B.M., MIRANDA, L.B. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. In: Robinson, A.R., Brink, K.H. (Eds.), **The Sea**, v. 11. Wiley, New York, USA, p. 209 – 251, 1998.

- COELHO-SOUZA, S.A. et al. Biophysical interactions in the Cabo Frio upwelling system, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 3, 2013.
- CORNICK, L.A., NEIL, W. & GRANT, W.E. Assessing competition between Steller sea lions and the commercial groundfishery in Alaska: a bioenergetics modelling approach. **Ecological Modelling**, v. 199, p. 107-114, 2006.
- D'AGROSA, C.; LENNERT-CODY, C.E. & VIDAL, O. Vaquita by-catch in Mexico's artisanal gillnet fisheries: driving a small population to extinction. **Conservation Biology**, v. 14, n. 4, p. 1110-1119, 2000.
- DINIZ, A.G.; HAMACHER, C.; WAGENER, A.L.R.; RODRIGUEZ-GONZALEZ, E. Is copper inhibiting factor for primary production in the upwelling waters of Cabo Frio. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 14, n. 5, p. 815-821, 2003.
- DUARTE, D.L.V. *Caracterização da fauna acompanhante na pescaria de arrasto de tangone dirigida a camarões no lit. sul do Brasil*. 2012. **Dis. de M.Sc** – URGs, Rio Grande, 2012.
- EKAU, W. & KNOPPERS, B. A review and redefinition of the large marine ecosystems of Brazil, p. 355-372, In: Sherman, K. & Hempel, G. (eds), **Large Marine Ecosystems of the World**, Elsevier Science, Amsterdam, 2003.
- ESTES, J. et al. Troph. Downgrading of Planet Earth. **Science**, n. 333, p. 301–306, 2011.
- FONTELES-FILHO, A.A. **Recursos Pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional**. Imprensa Oficial do Ceará, pp. 296, 1989.
- FORNEY, K.A. et al. Nowhere to go: noise impact assessments for marine mammal populations with high site fidelity. **Endangered Species Research**, v. 32, p. 391-413, 2017.
- FRUET, P.F. et al. Genetic divergence between two phenotypically distinct bottlenose dolphin ecotypes suggests separate evolutionary trajectories. **Ecology and Evolution**, v. 7, n. 21, p. 9131-9143, 2017.
- FRUET, P.F. et al. Remarkably low genetic diversity and Strong population structure in common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from coastal Waters of the Southwestern Atlantic Ocean. **Conservation genetics**, v. 15, p. 879-895, 2014.
- GASKIN, D.E.; READ, A.J.; WATTS, J. & SMITH, G.J.D. Population dispersal, size and interactions of harbour porpoises in the Bay of Fundy and Gulf of Maine. **Can. Tech. Rep. Fish. Aquatic Science**, v.129, p. 1-28, 1985.
- GERBER, L. R.; MORISSETTE, L.; KASCHNER, K. & PAULY, D. Should whales be culled to increase fishery yield? **Science**, v. 323, n. 5916, p. 880-881, 2009.
- GILMAN, E.; BROTHERS, N.; MCPHERSON, G. & DALZELL, P. A review of cetacean interactions with longline gear. **Journal of Cetaceans Research and Management**, v. 8, n. 2, p. 216-223, 2006.
- HETZEL, B. & LODI, L. Baleias, Botos e Golfinhos: **Guia de Identificação para o Brasil**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, pp. 279, 1993.
- HIJMANS, R.J. Robert J. raster: Geographic Data Analysis and Modeling. **R package version 2.6-7**. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>, 2017.

- JONES, E.T.; RENDELL, I.; PIROTTA, E.; LONG, J.A. Novel application of a quantitative spatial comparison tool to species distribution data. **Ecol. Indicators**, v. 70, p. 67-70, 2016.
- KAMPEL, M.; LORENZZETTI, J. A.; SILVA-JR., C. L. Observação por satélite de ressurgências na costa S-SE brasileira. In: VII **Congresso Latino Americano de Ciências do Mar**, Santos. Anais. São Paulo: IOUSP, p. 38-40, 1997.
- KASCHNER, K. & PAULY, D. Competition Between Mar. Mam. and Fish. - Food for Thought? **Rep. for the Hum. Soc.**, Washintgon, DC, pp. 28, 2004.
- KERNOHAN B.J.; GITZEN, R.A. & MILLSPAUGH, J.J. Analysis of animal space use and movements. In: Millspaugh JJ, MarzluV JM (eds) Radio tracking and animal populations. **Academic Press, Sand Diego**, p. 125–166, 2001.
- LAIST, D.W.; KNOWLTON, A.R.; MEAD, J.G.; COLLET, A.S. & PODESTA, M. Collisions between ships and whales. **Marine Mammal Science**, v. 17, p. 35-75, 2001.
- LAMB, F.B. The fisherman's porpoise. **Natural History**, v. 63, n. 5, p. 231-232, 1954.
- LEWISON, R. L.; CROWDER, L. B.; READ, A. J. & FREEMAN, S. A. Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 11, p. 598-604, 2004.
- LLOYD, H.B. & ROSS, G.A. Long-term trends in cetacean incidents in New South Wales, Australia. **Australian Zoologist**, v. 37, n. 4, p. 492-500, 2015.
- LONGHURST, A.R. **Ecological Geography of the Sea**, second ed. Academic Press, San Diego, p. 36-43, 2006.
- MACLEOD, C. D. Global climate change, range changes and potential implications for the conservation of marine cetaceans: a review and synthesis, **Endangered Species Research**, v. 7, p. 125–136, 2009.
- MATSUURA, Y. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). **Ciência e Cultura**, v. 38, p. 1439-1450, 1986.
- MIRANDA, L.B. & CASTRO-FILHO, B.M. Condições do movimento geostrófico das águas adjacentes a Cabo Frio (RJ). **Boletim do Inst. Oceanográfico**, S Paulo, v. 28, n. 2, p. 79-93, 1979.
- MONTEALEGRE-QUIJANO, S.; FERREIRA, C.N. Accidental catch of a franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei* in a pair trawl off southern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 3, p. 456-468, 2010.
- MONTEIRO-FILHO, E.L.A.; BONIN, C.A. & RAUTENBERG, M. Interações interespecíficas dos mamíferos marinhos da região da Baía de Guanabara, litoral Sul do Estado do Paraná. **Biotemas**, v. 12, n. 1, p. 119-132, 1999.
- MONTEIRO-NETO, C. et al. Impact of fisheries on the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) populations off Ceará state, northeastern Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 26, n. 1, p. 49-56, 2000.
- MOREIRA, J.L.P.; MADEIRA, C.V.; GIL, J.A.; MACHADO, M.A.P. Bacia de Santos. **B. de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 531-549, 2007.

NETTO, R.F.; BARBOSA, L.A. Cetaceans and fishery interactions along the Espírito Santo State, southeastern Brazil during 1994-2001. **The Latin Journal of Aquatic Mammals**, v. 2, n. 1, p. 57-60, 2003.

NORTHRIDGE, S.P. World review of interactions between marine mammals and fisheries. **FAO Fish. Tech. Pap.** v. 251, p. 190, 1984.

OLSON, D.B. et al. Life on the Edge: Marine Life and Fronts. **Oceanography Society**, v. 7, n. 2, p. 52-60, 1994

PALMA, E.D. & MATANO, R.P. Disentangling the upwelling mechanisms of the South Brazil Bight. **Continental Shelf Research**, v. 29, n. 11-12, p. 1525-1534, 2009.

PALMA, E.D. & MATANO, R.P. Disentangling the upwelling mechanisms of the South Brazil Bight. **Continental Shelf Research**, v. 29, p. 1525–1534, 2009.

PAULY, D. & ZELLER, D. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. **Nature**, n. 10244, 2016.

PERRIN, W.F. Using porpoise to catch tuna. **World Fisheries**, v. 18, p 42-45, 1969.

PERRIN, W.F.; DONOVAN, G.P. & BARLOW, J. Gillnets and Cetaceans. **Reports of the International Whaling Commission**, Special Issue, v. 15, n. 1, pp. 629, 1994.

PIOLA, A.R.; MOLLER-JR, O.O. & PALMA, E.D. O impacto do Rio da Prata. **Ciencia Hoje**, v. 36, n. 36, p. 30-37, 2004

PIROTTA, E. et al. Quantifying the effect of boat disturbance on bottlenose dolphin foraging activity. **Biological Conservation**, v. 181, p. 82-89, 2015.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2014.

READ, A.J. The looming crisis: interactions between marine mammals and fisheries, **J. Mammal**, v. 89, p. 541-548. 2008.

REIS, E.G.; D'INCAO, F. The present status of artisanal fisheries of the extreme Southern Brazil: an effort towards community-based management. **Ocean & Coastal Management**, v. 43, n. 7, p. 585-595, 2000.

REVEES, R.R. et al. Dolphins, Whales and Porpoises: 2000-2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans. **IUCN/SSC Cetacean Specialist Group**. IUCN: Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2003.

RIET-SAPRIZA, F.G. et al. Foraging behavior of lactating South American sea lions and spatial-temporal resource overlap with the Uruguayan fisheries. **Deep Sea Research Part II: Tropical Studies in Oceanography**, v. 88, n.89, p. 106-119, 2013.

ROCHA-CAMPOS, C.C. "Ameaças aos Mam. Aquáticos". In: **Plano de ação nacional para cons. dos mam. aquáticos: grandes cetáceos e pinípedes**. (Eds: ROCHA-CAMPOS, C.C.; CÂMARA, I.G.). Versão III. Brasília, ICMBio, Diretoria de Cons. da Biodiversidade, Coord. Geral de Espécies Ameaçadas, Série Espécies Ameaçadas, v. 14, pp. 17, 2011.

ROSAS, F.C.W.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. & OLIVEIRA, M.R. Acidental catches of franciscana (*Pontoporia blainvillei*) on the Southern coast of São Paulo State and the coast of Paraná State, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, p. 161-167, 2002.

SECCHI, E.R. & WANG, J.Y. Assessment of the conservation status of a franciscana (*Pontoporia blainvillei*) stock in the Franciscana Management Area III following the IUCN Red List Process. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, p. 193-190, Special Issue 1, 2002.

SECCHI, E.R. Taxa de crescimento potencial intrínseco de um estoque de franciscanas, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844) (Cetacea, Pontoporiidae) sob o impacto da pesca costeira de emalhe. **MSc Thesis**. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 152 pp., 1999.

SECCHI, E.R.; SLOOTEN, E. & FLETCHER, D. Population Viability Analysis (PVA) for a franciscana stock: when is time for action? Technical Paper WP6 presented to the IV Workshop para a **Coordenação da Pesquisa e Conservação da Franciscana, *Pontoporia blainvillei*, no Atlântico Sul Ocidental**, 05-09 Nov. 2000, Porto Alegre, 14 pp., 2000.

SECCHI, E.R.; ZERBINI, A.N.; BASSOI, M.; DALLA-ROSA, L.; MOLLER, L. & ROCHA-CAMPOS, C.C. Mortality of franciscanas, *Pontoporia blainvillei*, in coastal gillnets in Southern Brazil: 1944-1955. **Report of the International Whaling Commission**, v. 47, p. 653-658, 1977a.

SHERMAN, K.; ALEXANDER, L.M. & GOLD, B.D. (EDS.). Large Mar. Ecosystems: Patterns, Processes and Yields. **AAAS Publications**, Washington, DC. 1990.

SICILIANO, S. Review of small cetaceans and fishery interactions in coastal waters of Brazil. **Rep. International Whaling Commission**, v. 15 (special issue): p. 241-250, 1994.

SILVA, J.R.; COSTA, L.K.S; SILVA, F.L. Técnicas de análise multivariada no agrupamento e classificação dos estados brasileiros segundo a produção pesqueira nacional. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 190, 2013.

SILVEIRA, R.C.A.; MIRANDA, L.B. & BROWN, W.S. On the origins of the North Brazil Current. **Journal of Geophysical Research**, v. 99, n. 11, p. 22501- 22512, 1994.

SIMÕES-LOPES, P.C. & XIMENEZ, A. Annotated list of the cetaceans of Santa Catarina coastal waters, Southern Brazil. **Biotemas**, v. 6, n. 1, p. 67-92, 1993.

SIMÕES-LOPES, P.C.; FABIAN, M.E. & MENEGHETI, J.O. Dolphin interactions with the mullet artesanal fishing on Southern Brazil: a quantitative and qualitative approach. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 3, p. 709-726, 1998.

SOUTELINO, R.G.; GANGPADHYAY, A. & SILVEIRA, I.C.A. The roles of vertical shear and topography on the eddy formation near site of origin of the Brazil Current. **Continental Shelf Research**, v. 70, p. 46-60, 2013

SVERDRUP, H.U. The Ocean, Their Physics, Chemistry, and Genetal Biology. **New York: Prentice-Hall**, p. 431-516, 1942.

TANABE, S. Contamination and toxic effects of persistent endocrine disrupters in marine mammals and birds. **Marine Pollution Bulletin**, v. 45, n. 1, p. 67-77, 2002.

TRITES, A.W. Marine mammals trophic levels and interactions. In: Steele, J., et al. (Eds.) **Encyclopedia of Ocean Sc**, Academic Press, London, p. 1628-1633. 2001.

VALENTIN, J.L. The Cabo Frio Upwelling System, Brazil. In: SEELIGER U.; KJERFVE, B. (eds) **Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)**, v. 44, Springer, Berlin, Heidelberg, 2001.

WORM, B. Averting a global fisheries disaster. **PNAS**, v. 113, n. 18, p. 4895-4897, 2016.

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

WORTON, B.J. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. **Ecology**, v. 70, p. 164-168, 1989.

YODZIS, P. Must top predators be culled for the sake of fisheries?. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 16, n. 2, p. 78-84, 2001.

ZERBINI, A.N. & COTAS, J.E. A Note on Cetacean Bycatch in Pelagic Driftnetting off Southern Brazil. **Report of the International Whaling Commission**, v. 48, p. 519-524, 1998.