

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
COORDENADORIA ESPECIAL DE OCEANOGRAFIA  
CURSO OCEANOGRAFIA

Maria Luisa Dias Flôres

**Efeito das variáveis oceanográficas na ocorrência do tubarão-baleia na Zona  
Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira**

Florianópolis

2022

Maria Luisa Dias Flôres

**Efeito das variáveis oceanográficas na ocorrência do tubarão-baleia na Zona  
Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Oceanografia do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em oceanografia.

Orientador(a): Prof. Renato Hajenius Aché de Freitas, Dr.

Coorientador(a) (se houver): Prof.(a) Carla Van Der Haagen Custodio Bonetti, Dr.(a)

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Flôres, Maria Luisa Dias

Efeito das variáveis oceanográficas na ocorrência do tubarão-baleia na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira / Maria Luisa Dias Flôres ; orientador, Renato Hajenius Aché de Freitas, coorientadora, Carla Van Der Haagen Custodio Bonetti, 2022.

47 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Oceanografia, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Oceanografia. 2. Rhincodon typus. 3. Tubarão-baleia. 4. Ecologia marinha. 5. Conservação. I. Hajenius Aché de Freitas, Renato. II. Van Der Haagen Custodio Bonetti, Carla. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Oceanografia. IV. Título.

Maria Luisa Dias Flôres

**Efeito das variáveis oceanográficas na ocorrência do tubarão-baleia na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharela e aprovado em sua forma final pelo Curso Oceanografia.

Local Florianópolis, 15 de julho de 2022.

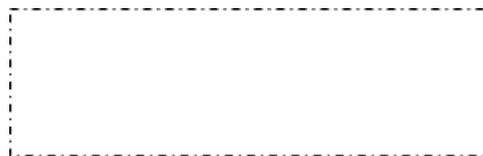


Alessandra Larissa D'Oliveira Fonseca  
Coordenação do Curso

**Banca examinadora**



Prof.(a) Renato Hajenius Aché de Freitas, Dr.  
Orientador



Lucas Nunes Teixeira, Dr.  
UFSC



Áthila Bertoncini Andrade, Dr.  
Meros do Brasil

Florianópolis, 2022.

Dedico este trabalho a Kitty, que perdi durante este processo.

*“Pero te digo adiós, para toda la vida,  
aunque toda la vida siga pensando en ti.”*

*-José Angel Buesa*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família que sempre me apoiou na minha escolha de curso e durante todos os anos de realização deste. Obrigada por mudar de cidade para que eu cursasse o que queria, por ouvir as mil explicações sobre bichinhos e processos que eu sei que em muitos momentos foram chatas e longas...muito longas. Vocês estavam aqui em todos os momentos que precisei de leituras em trabalhos, treinos de apresentações. Obrigada por fazer silêncio na pandemia para as minhas aulas (na maioria). Obrigada a minha mãe que além de tudo isso, preparou comida para me deixar na mesa enquanto eu não saía da frente de um computador ou listas infinitas de exercícios e ao meu pai que me ensinou a ser firme quando precisava, mas sem deixar de ser uma pessoa bondosa.

Sou muito grata aos meus amigos, que foram essenciais para que eu tivesse momentos de descanso e diversão. Aos meus colegas de cheer que alegam meus dias quando me jogam pra cima (literalmente) e gostaria de aproveitar para pedir desculpas pelos roxos produzidos ao salvarem a vida dessa flyer. Agradeço muito ao meu namorado que não apenas não me deixou ter vergonha de pedir para entrar no laboratório como deu o gatilho inicial para este trabalho, me ouviu falar sobre os milhares de problemas que encontrei, me ajudou com soluções, pesquisas, esteve comigo em todos os momentos divertidos e em muitos dos choros reclamando que não ia dar nada certo e por me incentivar tanto na minha vida acadêmica quanto pessoal. Obrigada por tentar firmemente me ensinar a surfar, ainda tô tentando.

Ao meu orientador Renato, muito obrigada por me acolher tão bem no LABITEL, mesmo em pandemia, aceitar me orientar e me deixar tão livre para encaminhar da minha maneira. Desculpa muitas vezes ser ausente em prestar esclarecimentos sobre o que eu estava aprontando, mas deu tudo certo. Carla, minha coorientadora, muito obrigada por todos os momentos em que trabalhamos juntas: monitorias, matéria da pós e por fim o TCC, você foi e continuará sendo muito importante dentro da minha formação profissional, além de também ter me dado diversos conselhos sobre como lidar com os futuros passos que ainda estão por vir. Agradeço igualmente a minha banca por me acompanharem desde metodologia de pesquisa e por todas as contribuições durante este um ano.

Aos professores do curso, muito obrigada pelos ensinamentos. Com alguns foi possível estabelecer mais contato, porém todos foram de grande importância no meu crescimento. Núbia, obrigada por ser tão paciente e eficiente comigo, todo início de semestre eu bato na sua porta ou te mando um e-mail tentando resolver algo e sempre encontramos soluções. Por fim, mas não menos importante, muito obrigada a todas as pessoas que contribuíram com esse trabalho cedendo suas fotos e informações de registros. Obrigada por tirarem um tempo do dia de vocês para me responder, por me encaminharem contatos com outras pessoas e por serem tão simpáticas ao fazerem isso.

## RESUMO

Tubarões-baleia (*Rhincodon typus*) são considerados fauna carismática de grande interesse turístico e ambiental, mas sua ocorrência no Brasil ainda necessita ser mais amplamente investigada. Poucos são os estudos realizados sobre a espécie no Brasil, sendo a maioria relatos de avistamento para o Rio de Janeiro e Arquipélago de São Pedro e São Paulo, tratando sobre temas como a sazonalidade, áreas de maior abundância e influência de processos de ressurgência. Por mais que sejam relevantes para o conhecimento sobre a espécie, esses estudos são restritos quando levamos em conta toda a extensão da costa do Brasil. Sendo assim, o presente projeto tem como objetivo realizar uma pesquisa sobre os registros de ocorrências de *Rhincodon typus* em todo o Brasil, por meios clássicos de levantamento de dados junto a artigos e notas científicas, assim como por meio de comunicação pessoal com agentes de pesca e mergulho em mídias sociais. Além disso, foi avaliado a relação entre o gradiente latitudinal da temperatura e concentração de clorofila nas águas superficiais e a ocorrência dessa espécie em uma escala de abrangência nacional. Consolidando conhecimentos prévios sobre o padrão de distribuição do tubarão-baleia na Zona Econômica Exclusiva brasileira e identificando novos índices de influência destas variáveis na presença da espécie.

**Palavras-chave:** *Rhincodon typus*. Tubarão. Ecologia marinha. Conservação.

## ABSTRACT

Whale sharks (*Rhincodon typus*) are considered charismatic fauna of great tourist and environmental interest, but their occurrence in Brazil still needs to be further investigated. Few studies have been carried out on the species in Brazil, the majority being reports of sightings in Rio de Janeiro and the São Pedro and São Paulo Archipelago, dealing with topics such as seasonality, areas of greater abundance and the influence of upwelling processes. As relevant as they are for the knowledge about the species, these studies are restricted when we take into account the entire length of the coast of Brazil. Therefore, the present project aims to carry out a research on the records of occurrences of *Rhincodon typus* throughout Brazil, through classical means of data collection along with articles and scientific notes, as well as through personal communication with fishing and diving agents into social media. In addition, the relationship between the latitudinal temperature and chlorophyll concentration gradient in surface waters and the occurrence of this species on a national scale was evaluated. Consolidating previous knowledge about the distribution pattern of the whale shark in the Brazilian Exclusive Economic Zone and identifying new indices of influence of these variables on the presence of the species.

**Keywords:** *Rhincodon typus*; Whale-shark; Marine ecology; Conservation.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b>	<b>14</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>14</b>
2.1	ÁREA DE ESTUDO	16
2.2	COLETA DE DADOS	16
2.3	TRATAMENTO DOS DADOS	17
2.4	DENSIDADE DE KERNEL	18
2.5	ANÁLISES DE DADOS	19
<b>2.5.1</b>	<b>Análise de dados Exploratória</b>	<b>19</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Análise de Componentes Principais (ACP)</b>	<b>19</b>
2.6	MODELO LINEAR GENERALIZADO	20
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>38</b>
	<b>APÊNDICE A - REGISTROS DE COMUNICAÇÃO PESSOAL</b>	<b>43</b>
	<b>APÊNDICE B - BASE DE DADOS</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O *Rhincodon typus*, popularmente conhecido pelos nomes tubarão-baleia, cação-pintado, cação-fantasma, pintadinho, rolão e cação-estrela, é a maior espécie viva de peixe conhecida, podendo ultrapassar os 18,8 metros de comprimento (MCCLAIN *et al.*, 2015). Classificado como organismo k-estrategista (*i.e.* maturação sexual tardia, longevidade alta, crescimento lento). Como a maioria das espécies de elasmobrânquios, se encontra na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção na categoria "em perigo" em nível mundial (PIERCE; NORMAN, 2016) e no Brasil está "vulnerável" (ICMBIO, 2018) sendo protegida por lei (BRASIL, 2014). Das 89 espécies de tubarões (ROSA e GADIG, 2014), o *R. typus* e *Ginglymostoma cirratum* (tubarão-lixia) são os únicos integrantes da ordem Orectolobiforme ocorrendo na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira. Porém o tubarão-baleia é a única espécie dessa ordem que possui hábito de vida pelágico com distribuição global (GADIG, 2001).

Filtrador, é o único das três espécies (*i.e.* *Rhincodon typus*, *Cetorhinus maximus* e *Megachasma pelagios*) de tubarão com esta característica que é capaz de se alimentar sem estar em movimento, podendo realizar sucção pela boca (MOTTA *et al.* 2010). Esta espécie se alimenta principalmente de larvas e de ovos de peixes e invertebrados, pequenos crustáceos, peixes e lulas (COMPAGNO, 1984). Por apresentar tamanho corpóreo elevado e hábito filtrador, em união à sua ocorrência em águas tropicais e subtropicais, o tubarão-baleia pode encontrar maiores dificuldades na procura de alimento (SARMIENTO e GRUBER, 2006), quando comparado aos grandes mamíferos, que realizam longos processos de migração em direção às regiões mais frias, com maiores taxas de produtividade.

As águas brasileiras não são reconhecidas como ambientes de adensamentos alimentares de *R. typus* como é o caso do Norte do Golfo do México (MCKINNEY, 2012) e Península de Yucatán (HUETER, 2007). No entanto, os sistemas de ressurgência de Cabo Frio (23°S) e Cabo de Santa Marta (29°S) apresentam grande produtividade (CIOTTI; GARCIA; JORGE, 2010), possibilitando a geração de condições mais favoráveis à ocorrência do tubarão-baleia. A espécie demonstra preferência por regiões com temperatura superficial da água entre 21 e

25°C, podendo também ser encontrada em locais com temperaturas mais baixas (áreas de ressurgência), e salinidade em torno de 34 e 34,5 (COMPAGNO, 1984).

Na costa brasileira, o tubarão-baleia não é espécie alvo da pesca, no entanto, devido à sua associação com cardumes de peixes como o atum (*Thunnus albacares*), o bonito (*Katsuwonus pelamis*) e outros, pode acabar sendo capturado acidentalmente. No leste do Oceano Atlântico e no Oceano Índico, foram relatados que diversos pescadores já enfrentaram ocorrências de *bycatch*, conseguindo liberar o animal sem danos significativos (POISSON, 2014). Entre os 37 primeiros espécimes registrados no Brasil, 7 deles ocorreram em situação de *bycatch* por redes de emalhe, espera ou cerco e 2 entre estes foram liberados dos petrechos (SOTO e NISA-CASTRO-NETO, 2000).

Embora a maioria dos estudos no Brasil venham sendo realizados nas regiões de maior incidência da espécie, como é o caso do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) e da região sudeste do país (HAZIN, 2008; ROCHA, 2010 e ROCHA, 2016), as demais ocorrências são de extrema relevância quando levamos em conta a necessidade de melhor entendermos o comportamento da espécie na costa brasileira. Ademais, é de grande importância o monitoramento de publicações sobre novas avistagens realizadas por pescadores e outros agentes das comunidades costeiras nos meios de comunicação informais. Atualmente, podemos considerar o cumulativo de registros apresentando um valor subestimado da presença do *R. typus*, pois diversos são os casos de relatos durante entrevistas, onde são mencionados encontros com estes animais (SAMPAIO *et al.*, 2018; MENESES, SANTOS e PEREIRA, 2005; FARIA *et al.*, 2009). Infelizmente, nem todo ser humano apresenta conhecimentos quanto à importância da realização de tais registros ou mesmo de para onde/quem encaminhá-los após feitos.

Em virtude da maior facilidade que encontramos atualmente com o advento das mídias sociais, na divulgação e localização de fotos e vídeos, conseguimos aumentar o número de registros da espécie em toda a ZEE brasileira. Antigamente esses animais apenas eram reportados em revistas e matérias de jornais, dificultando a realização de análises de maneira mais condizente com a realidade. Sendo assim, as mídias sociais se tornaram uma grande ferramenta de trabalho,

principalmente quando falamos de uma espécie cujas avistagens são realizadas de maneira oportunista.

A compreensão da correlação entre a presença de um organismo e as condições ambientais é necessária quando falamos de uso de hábitat. Logo, para entender a ocorrência do tubarão-baleia ao longo da ZEE brasileira e como se dá esta utilização, devemos associar as informações do organismo, como seu tipo de alimentação e nichos de ocorrência, com informações de ocorrência e variáveis oceanográficas.

Desta forma, faz-se necessário a melhor compreensão da distribuição espacial e também temporal deste organismo no oeste do Atlântico Sul. Este trabalho busca atualizar as ocorrências de *R. typus* com base em registros de comunicação pessoal e compilar dados dispersos em diferentes fontes, servindo assim como um possível banco de dados (APÊNDICE B) para futuras investigações quanto à espécie.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVO GERAL

Entender a distribuição espaço-temporal de *Rhincodon typus* na costa brasileira colaborando com a construção do conhecimento sobre a espécie e sua ecologia.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar novos registros de *Rhincodon typus* por meio de comunicação pessoal;
- Montagem de um banco de dados e disponibilização para futuras pesquisas;
- Identificar a abundância e padrões de frequência de avistamentos da espécie para as regiões geográficas do Brasil;
- Caracterizar os registros em relação às variáveis oceanográficas temperatura superficial da água do mar, concentração de clorofila-a e batimetria, bem como definir suas influências nos pontos de ocorrência de *Rhincodon typus* no Brasil;

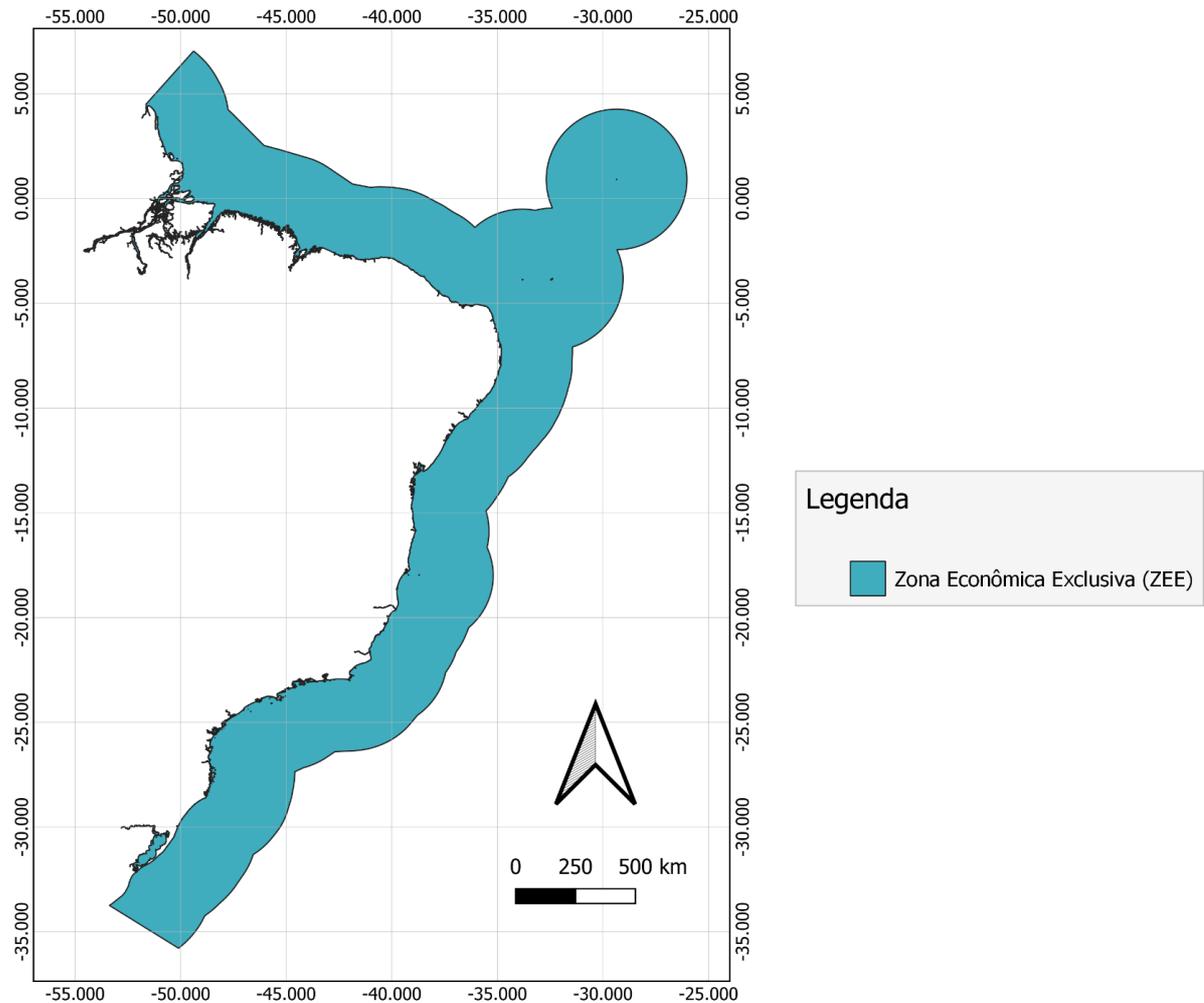
## 2 METODOLOGIA

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do Brasil, que inclui litoral, áreas marinhas adjacentes e ilhas oceânicas, delimitada na Figura 1. Porém, nesse estudo será excluída a Ilha da Trindade, devido ao único registro ocorrido nesta região não apresentar data nem local especificados, podendo causar viesamento das análises. O litoral Brasileiro possui aproximadamente 9000 km de extensão (SHORT e KLEIN, 2016), sendo formado por 17 estados. Ele delimita, aproximadamente, a linha de base dos cálculos de área da ZEE brasileira, totalizando 3,5 milhões de km<sup>2</sup>. De acordo com os artigos 55, 56 e 57 da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), a ZEE pode se estender até

no máximo 200 milhas em relação a linha de base, sendo o Estado soberano quanto às atividades de exploração e com fins econômicos dos recursos vivos e não vivos que sejam exercidos na coluna d'água e leito do mar, o que designa ao mesmo um importante papel na conservação das espécies presentes nessa área.

Figura 1 - Mapa Área de Estudo: Zona Econômica Exclusiva



Fonte: autora

O litoral brasileiro apresenta grande diversidade de clima, processos costeiros, disponibilidade de sedimentos (SHORT e KLEIN, 2016) e consequentemente de ecossistemas, como as dunas, praias, banhados e áreas alagadas, estuários, restingas, manguezais, costões rochosos, lagunas e marismas, os quais abrigam grande biodiversidade, onde diversas espécies são endêmicas e ameaçadas de extinção (MMA, 2002). Graças a este range de características, os

ambientes são responsáveis pelos serviços ecossistêmicos a exemplo da pesca, turismo, moradia, beleza cênica, entre muitos outros, necessitando de estudos contínuos para que seja atingido o uso sustentável (MMA, 2010).

A região sul e sudeste do Brasil representam importante região de pesca. Isso pois ressurgência costeira da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que apresenta um intervalo de temperatura entre 5 e 18°C, junto com o escoamento continental do Estuário do Rio da Prata e da Lagoa dos Patos, são processos que favorecem o enriquecimento da zona eufótica (ACHA, 2004; BRAGA, 2008). Na região de Cabo Frio e Santa Marta, são comuns os eventos de ressurgência costeira de curta duração, que resultam no aumento da população planctônica (VALENTIN, 1984).

## 2.2. COLETA DE DADOS

Os dados de presença de tubarão-baleia foram coletados por meio de bibliografias tradicionais (*i.e.* artigos e notas científicas), mídias tradicionais (*i.e.* *Televisão*), redes sociais e comunicação pessoal. Registros em jornais e reportagens foram retirados da plataforma de pesquisa *Google notícias*, utilizando o termo “tubarão-baleia” e sendo agregados os registros de organismos na costa brasileira relatados até o dia 22/06/2021. Enquanto na rede social Instagram foi utilizado o filtro “#tubaraobaleia” como termo de pesquisa. Em casos nos quais o registro tenha ocorrido no Brasil, foi realizado o contato com os responsáveis pelos perfis no aplicativo para obter informações mais precisas sobre localidade, data e, quando possível, informações sobre as condições ambientais no momento do registro. O facebook não foi utilizado, tendo em vista que os maiores grupos de divulgação de avistagens de organismos são privados e não foi possível ter acesso.

Priorizando a assertividade, os registros que apresentaram características idênticas de tamanho e sexo e ocorreram até 7 dias após o primeiro registro do indivíduo com tais características, foram considerados como uma única ocorrência. Aqueles que não apresentavam características suficientemente conclusivas quanto a serem o mesmo animal, foram considerados distintos.

As coordenadas de localização dos registros, tendo como fonte referências tradicionais, foram retiradas dos próprios documentos quando disponíveis. Em casos de registros próximos à costa, que não apresentavam coordenadas específicas, foi utilizada uma coordenada estimada. Esta foi obtida de forma a assumir que o ponto de observação localizava-se a cerca de 4km da linha de costa na altura média da praia relatada. Essa condição visou diminuir a influência da vegetação costeira dentro do raster de obtenção de concentração de clorofila-a no software SeaDAS.

Como a determinação de coordenadas de cada registro é indispensável para análise de densidade de Kernel e também para a Análise de Componentes Principais, que adotou o método de delimitação de células amostrais baseado em latitudes, tornou-se inviável a utilização de registros nos quais as informações foram inconclusivas.

As variáveis oceanográficas coletadas para esse estudo foram: temperatura superficial da água do mar, concentração de clorofila-a e batimetria. As duas primeiras variáveis foram coletadas do banco de dados do sensor MODIS-Aqua da NASA, utilizando o arquivo de média cumulativa entre 2002 e 2021 com grid de 4 por 4 km, obtidas através do site <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>. As amostras e suas respectivas coordenadas foram obtidas por meio do software SeaDAS versão 7.5.3, pacote de programas de código aberto para processamento, visualização, análise e controle da qualidade de dados de cor do oceano, distribuído pela NASA OB.DAAC. Os dados de batimetria foram obtidos por meio do site <https://www.ncei.noaa.gov/maps/bathymetry/> disponibilizado pela NOAA.

### 2.3. TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados foram planilhados de forma a conter para cada registro disponível as seguintes informações: local, data, coordenadas, fonte, temperatura superficial do mar, concentração de clorofila-a, batimetria, se existiu interação com a pesca e plataformas de petróleo e se o registro apresentava informações sobre cardumes acompanhando ou nas proximidades do animal. Para a Análise de Componentes Principais (ACP), os registros foram divididos em células a cada 0,5° de latitude entre -31° e 1°. Para a identificação dentro das células de latitude foram

considerados os registros que apresentavam a coordenada de mesmo valor da célula até  $-0,4999 [n; n-0,5)$ . A partir destes novos intervalos foram calculadas a proporção de registros de tubarão-baleia em cada célula de latitude em relação ao total de registros na costa brasileira, e também novos valores para as variáveis oceanográficas. Sendo estes últimos calculados por meio da média aritmética dos valores de cada registro da respectiva célula. O mesmo processo foi realizado novamente retirando os registros localizados no ASPSP e em plataformas de óleo e gás, buscando excluir o viés amostral que possa existir devido a maiores esforços amostrais serem realizados nesses locais. Os dados em sua totalidade serão chamados de Conjunto A, enquanto os com exclusão de plataformas e do ASPSP, de Conjunto B.

Para as células de latitude que não apresentaram registros de presença de tubarão-baleia, foram escolhidas aleatoriamente, por meio de um sorteador online, três coordenadas das quais foram obtidos os valores de temperatura, clorofila e batimetria obedecendo às mesmas etapas anteriormente descritas. Esse procedimento foi realizado com o objetivo de criar casos de ausência para serem utilizados na modelagem estatística (GLM).

#### 2.4. DENSIDADE DE KERNEL

A análise de densidade de Kernel é uma forma não-paramétrica de estimar a função densidade da probabilidade de uma variável aleatória (PARZEN, 1962). Esta análise pode ser utilizado em diversas áreas do conhecimento, como no planejamento espacial marinho (GANDRA, BONETTI e SCHERER, 2018), uso de habitats (LEES, GUERIN e MASDEN, 2016), planejamento urbano (ROSA e DOS SANTOS NETO, 2017), entre muitos outros.

Visando obter a densidade de distribuição dos registros da espécie *R. typus* ao longo da ZEE brasileira, foram adicionadas todas as respectivas coordenadas do Conjunto A ao software QGis versão 3.16.6 e gerado um mapa de densidade de Kernel. Para isso foi considerada uma área de influência de 2 graus de raio, com cinco níveis de densidade, em modo contínuo: Muito baixa, Baixa, Média, Alta e Muito alta. Foi utilizada como máscara de corte das áreas de influência dos casos o

shapefile da Zona Econômica Exclusiva do Brasil, disponibilizado no site <https://www.marineregions.org/gazetteer.php?p=details&id=8464>.

## 2.5. ANÁLISE DE DADOS

Foi utilizado o software R, de código livre, com utilização do programa RStudio versão 4.1.0 (R Core Team, 2021), para as análises estatísticas dos dados. Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk buscando identificar se as variáveis analisadas apresentavam distribuição Normal. Isso pois grande parte dos métodos estatísticos apresentam como pressuposto a normalidade das distribuições para a sua aplicação. Como nenhuma das variáveis apresentou valores de  $p > 0,05$  para o teste SW, foram empregadas técnicas estatísticas de análise exploratória e modelos não lineares (GLM) .

### 2.5.1. Análise Exploratória de Dados

Os registros foram classificados com base na região de ocorrência em: ASPSP, Nordeste (NE), Fernando de Noronha-Atol das Rocas (FEN/R), Sudeste (SE) e Sul (S). Pois a divisão a partir de  $0,5^\circ$  de latitude se torna inviável no quesito de visualização, devido ao grande número de cores que precisam ser utilizadas, dificultaria a interpretação rápida do leitor. A partir desta classificação, foi contado quantos registros ocorrem em cada um dos doze meses do ano, buscando identificar quais meses apresentaram maior e menor frequência da espécie, além de comparar as regiões quanto às suas médias mensais e medidas de dispersão. Para tal identificação, foram feitos box-plots comparativos entre as regiões. Também foram plotados gráficos de barras buscando visualizar possíveis variações na frequência de avistamentos da espécie em contexto nacional e regional.

### 2.5.2. Análise de Componentes Principais (ACP)

A Análise de Componentes Principais (ACP) trata-se de uma técnica que transforma linearmente um conjunto de variáveis em um conjunto menor de variáveis não-correlacionadas que explica grande parte das informações do conjunto. As variáveis do conjunto menor, são denominadas “componentes principais” e são

representadas de forma que a primeira é a mais significativa e a última a menos. Nesse tipo de análise, os principais objetivos envolvem a diminuição dos dados, a obtenção de combinações interpretáveis das variáveis e descrição e entendimento da estrutura de correlações das mesmas (BARROSO; 2003).

As ACPs foram realizadas a partir das matrizes de correlação de Pearson entre as variáveis proporção de registros de tubarão-baleia por célula de latitude, temperatura superficial do mar, concentração de clorofila-a e batimetria, para cada um dos conjuntos de dados (Conjunto A e Conjunto B, descritos anteriormente no tópico 2.2). Isso buscando sintetizar e visualizar de forma gráfica as relações entre as variáveis, inferindo tendências ou gradientes. Esse processo foi realizado utilizando os pacotes ggplot2 e sua extensão ggbiplot (WICKHAM, 2016)

## 2.6. MODELO LINEAR GENERALIZADO

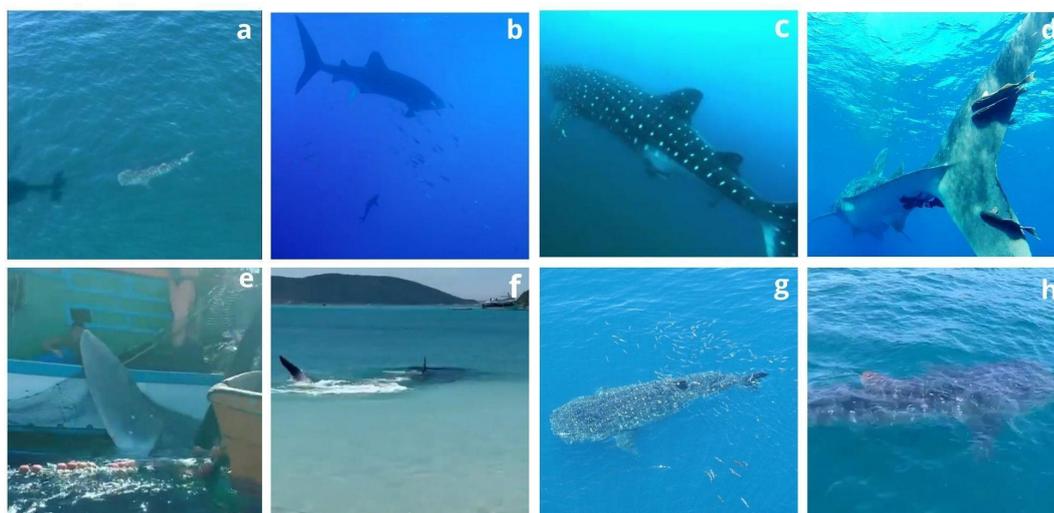
A probabilidade de ocorrência do tubarão-baleia foi modelada usando um GLM a partir da distribuição binomial (função logit) das presenças ( $n = 209$ ) e ausências ( $n = 84$ ) ao longo dos gradientes ambientais de temperatura, clorofila e batimetria. Nestas análises teve-se como objetivo, explicar as localidades onde existem maior probabilidade de ocorrência do tubarão-baleia, permitindo a melhor descrição de nichos da espécie nas províncias brasileiras. A modelagem foi realizada por meio da utilização dos pacotes mfx, moEVA, pROC e caret (FERNIHOUGH, 2014; MÁRCIA BARBOSA *et al.*, 2013; ROBIN *et al.*, 2011; KUHN, 2015) dentro do software Rstudio (R Core Team, 2021).

### 3 RESULTADOS

Entre todos os registros coletados para a pesquisa, quatro não foram utilizados para as análises estatísticas. Os registros de número 78, 98, 105 e 162 foram descartados devido às informações disponibilizadas terem sido inconclusivas quanto às suas coordenadas exatas. Chegando desta forma a um N amostral de 209 registros.

Foram adicionados à lista de registros na costa brasileira 54 novos registros entre junho de 2004 e novembro de 2021, provenientes de meios de comunicação e redes sociais. A partir dos novos registros foi possível identificar oito formas como estes são obtidos: registros aéreos, pesca subaquática, mergulho, pesquisas científicas, pesca de rede, feitos em praias, passeios e sísmica (Figura 2).

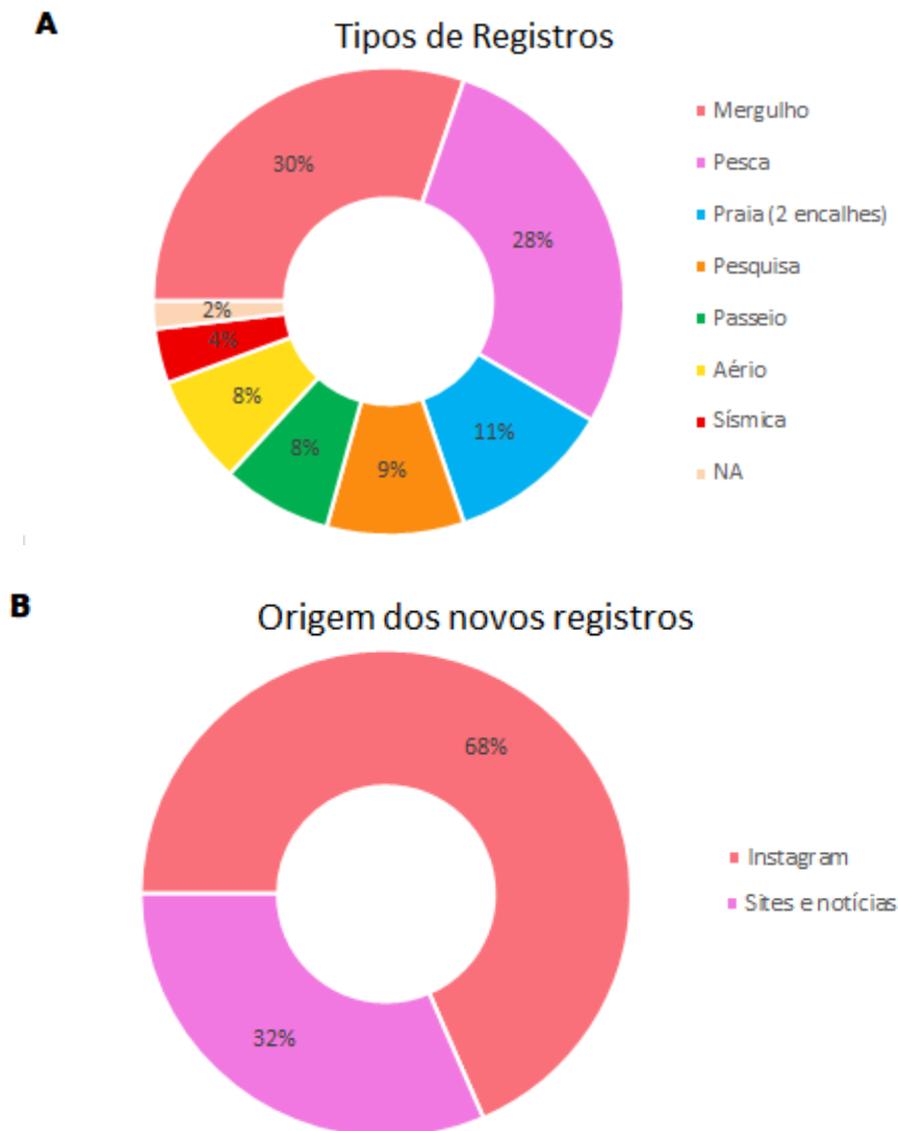
Figura 2: Tipos de registros: (a) “Aéreo” realizado na região do bairro de Laranjeiras-RJ; foto: Patrícia Birman. (b) “Pesca subaquática” em Pontal do Ipiranga-ES, foto: Josias Ascyer Marques. (c) “Mergulho” em Ilha da Âncora-Búzios-RJ, foto: Scuba Búzios. (d) “Pesquisa” em ASPSP, foto: Camila Araújo. (e) “Pesca de rede” bycatch na cidade de Saquarema-RJ, foto: divulgada por “Mar sem Lixo”. (f) “Praia”, foto: divulgada por “Alef Tour”. (g) “Sísmica” realizado durante atividade em plataforma de petróleo, foto: Leonardo Vidal Marques. (h) “Passeio” realizado de barco na cidade de Garopaba-SC, foto: Jean Pierre Vasconcelos.



Fonte: autora

Os registros de pesca, em suas duas modalidades, assim como os de mergulho, se mostraram os mais presentes dentro a nova amostragem. Entre os 54 novos registros aqui relatados, 37 tiveram origem na rede social “Instagram” enquanto os outros 17 registros estavam presentes em sites e notícias (Figura 3). Também foram observados nos vídeos de comunicação pessoal os questionamentos de diversas pessoas sobre a espécie, ao grupo taxonômico que o animal pertencia e a sua periculosidade.

Figura 3: Gráficos de porcentagens referentes às categorias de tipos de registros(A) e origem dos registros de comunicação pessoal (B).

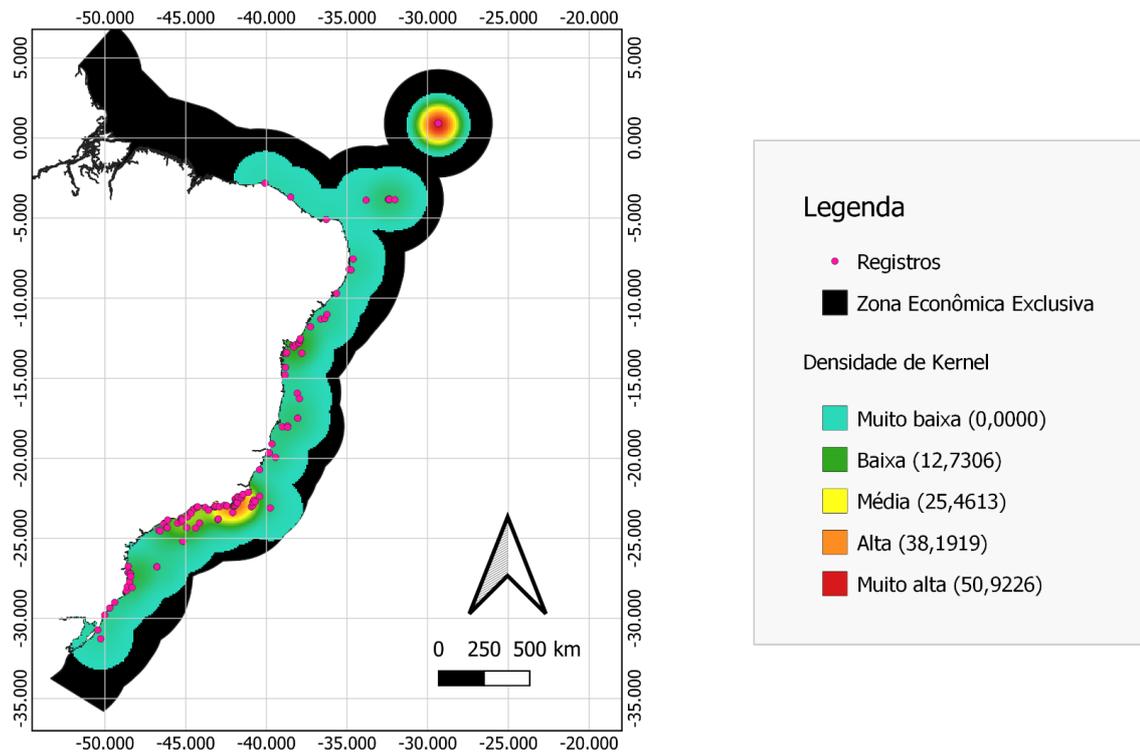


Fonte: autora

O mapa de densidade de Kernel (Figura 4) expõe que as maiores densidades, classificadas aqui como “Muito alta” e “Alta”, de registros de tubarão-baleia na costa brasileira estão localizadas no ASPSP e na Região de Cabo Frio no estado do Rio de Janeiro. Ao considerarmos o raio de influência adotado, vemos que existiram localidades onde a densidade foi classificada de “Média à Muito baixa”, porém quando analisamos a localização dos casos identificamos entre elas latitudes que não apresentaram nenhum registro associado.

No mapa de Kernel foi possível observar porções com tonalidades próximas ao azul, na costa brasileira, que representavam densidades baixas de organismos. As duas principais regiões que observamos foram a costa do Paraná (PR) e a região entre a costa sul da Bahia e norte do Maranhão. Foi notável que o PR era um ponto diferenciado entre os outros estados da região sul do país, apresentando densidades menores que os estados adjacentes (São Paulo e Santa Catarina). Já a área mais ao norte do litoral brasileiro se tratava de uma região mais contínua em relação a tais ausências. O registro mais ao norte (excluído o entorno do ASPSP) foi na latitude de  $-3^{\circ}$ , na costa do estado do Ceará, enquanto ao Sul, o último registro foi na latitude  $-31^{\circ}$ , próximo à Mostardas/RS.

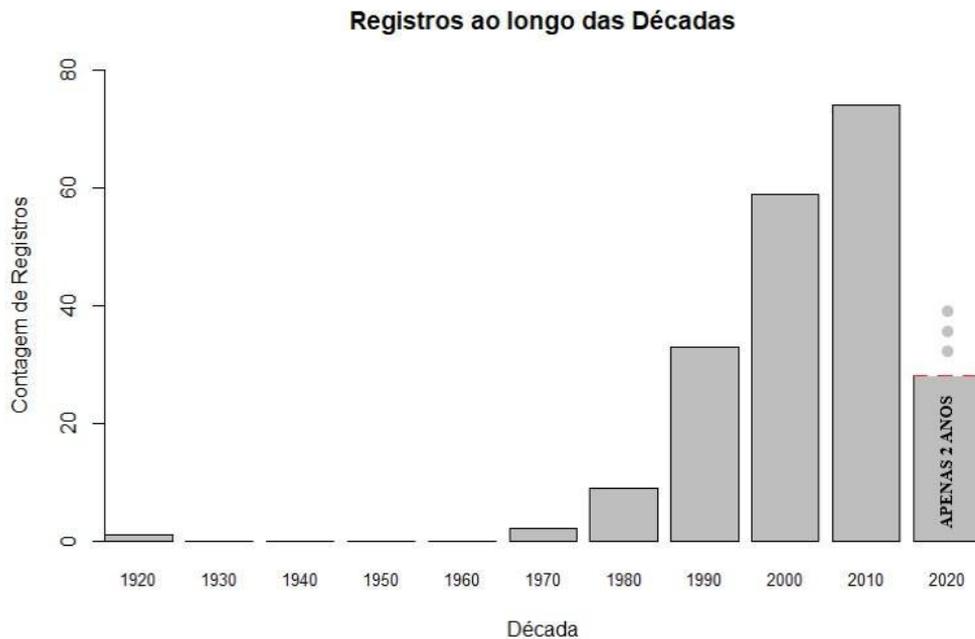
Figura 4 - Mapa de densidade de Kernel para os registros de avistagem de tubarão-baleia identificando locais de maior ocorrência e áreas de influência.



Fonte: autora

A Figura 5 mostra o N amostral de registros em cada uma das 11 décadas que se passaram entre o primeiro registro realizado no Brasil em 1922 até o ano de 2021. Entre as décadas de 30 e 60 nenhum registro foi realizado. Porém, com o passar do tempo foi observado um aumento considerável na quantidade de registros de indivíduos da espécie *R. typus* na costa brasileira e suas ilhas oceânicas.

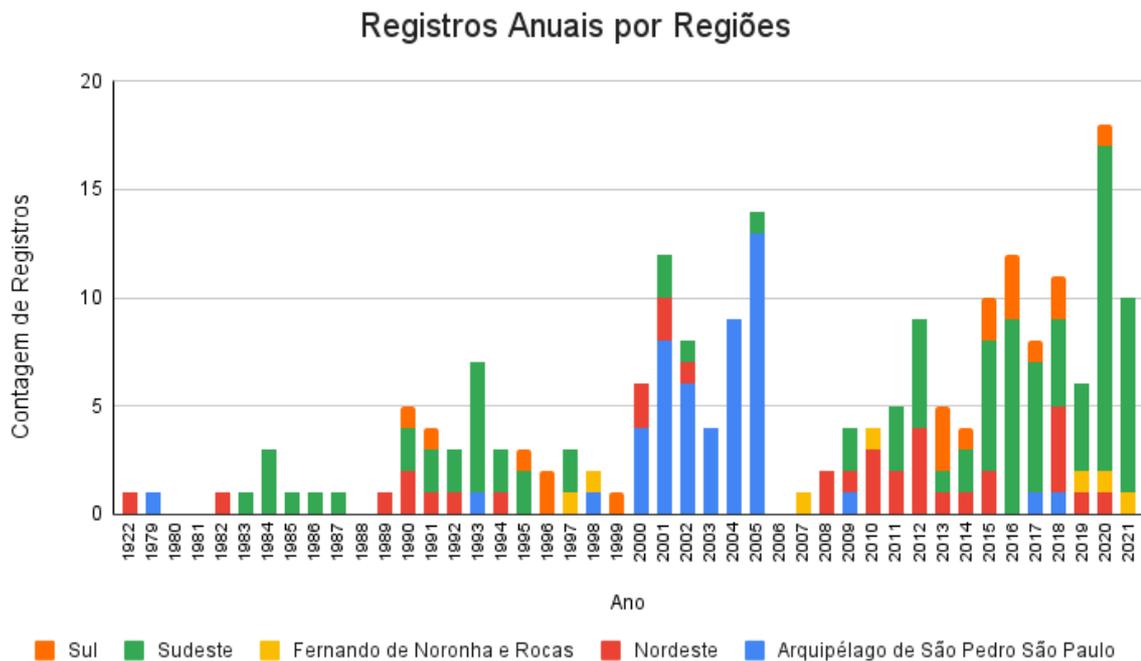
Figura 5: Distribuição decenal do número de registros de tubarão-baleia entre 1922 e 2021 na costa brasileira, onde a última (2020) não se encontra completa.



Fonte: autora

Quando observamos a frequência de ocorrência entre os anos, foi possível identificar que, desconsiderando o período anterior ao ano de 1979, apenas quatro anos não apresentaram nenhuma ocorrência de tubarão-baleia, são eles 1980, 1981, 1988 e 2006 (Figura 6). A média anual de registro na costa brasileira, com base nos dados utilizados, foi de aproximadamente 5 registros/ano. Desta forma, apenas 17 entre os 43 anos de análise apresentaram valores acima da média, enquanto 26 anos apresentaram frequências menores do que a média de registros. Além disso, também foi possível identificar que na última década a maior parte dos registros ocorreu na região sudeste, enquanto os registros no ASPSP ocorreram principalmente entre os anos 2000 e 2005 (Figura 6).

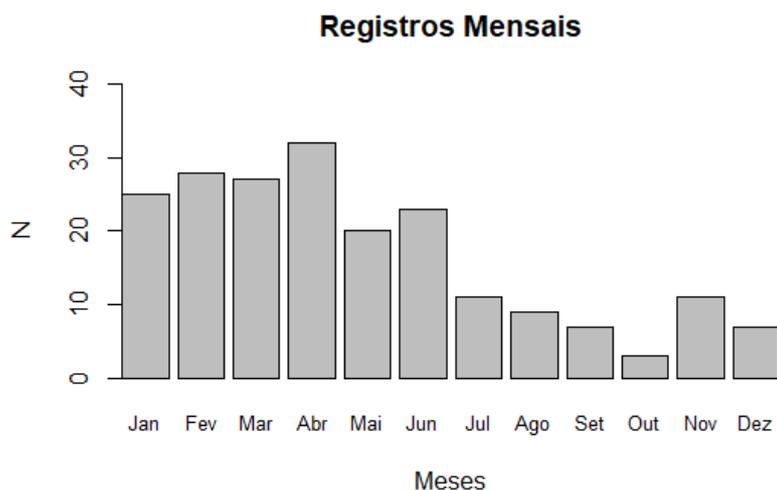
Figura 6: Distribuição dos registros de tubarão-baleia na costa brasileira ao longo dos anos (1922-2021). com as respectivas contribuições de cada região ao longo dos anos.



Fonte: autora

Os meses de maior e menor ocorrência foram respectivamente abril e outubro e o primeiro semestre do ano apresentou maiores quantidades de registros (Figura 7). Estando todos os meses do primeiro semestre acima da média e todos os meses do segundo abaixo.

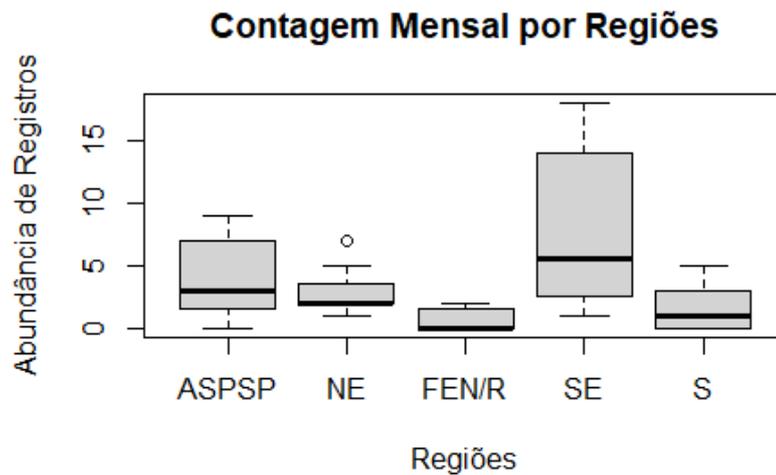
Figura 7: Frequência total dos registros em relação aos meses considerando toda a série temporal na costa brasileira.



Fonte: autora

A região sudeste apresentou a maior variação de abundâncias mensais de registros, bem como a maior mediana mensal (Figura 8). O ASPSP também apresentou variância e mediana maiores que as regiões NE, S e ilhas oceânicas. O sul apresentou a menor mediana entre as regiões inseridas na ZEE brasileira, porém uma variação maior que as de NE e FEN/R. A região NE apresentou a terceira maior média, porém com baixa variação. Já FEN/R apresentaram a menor mediana mensal.

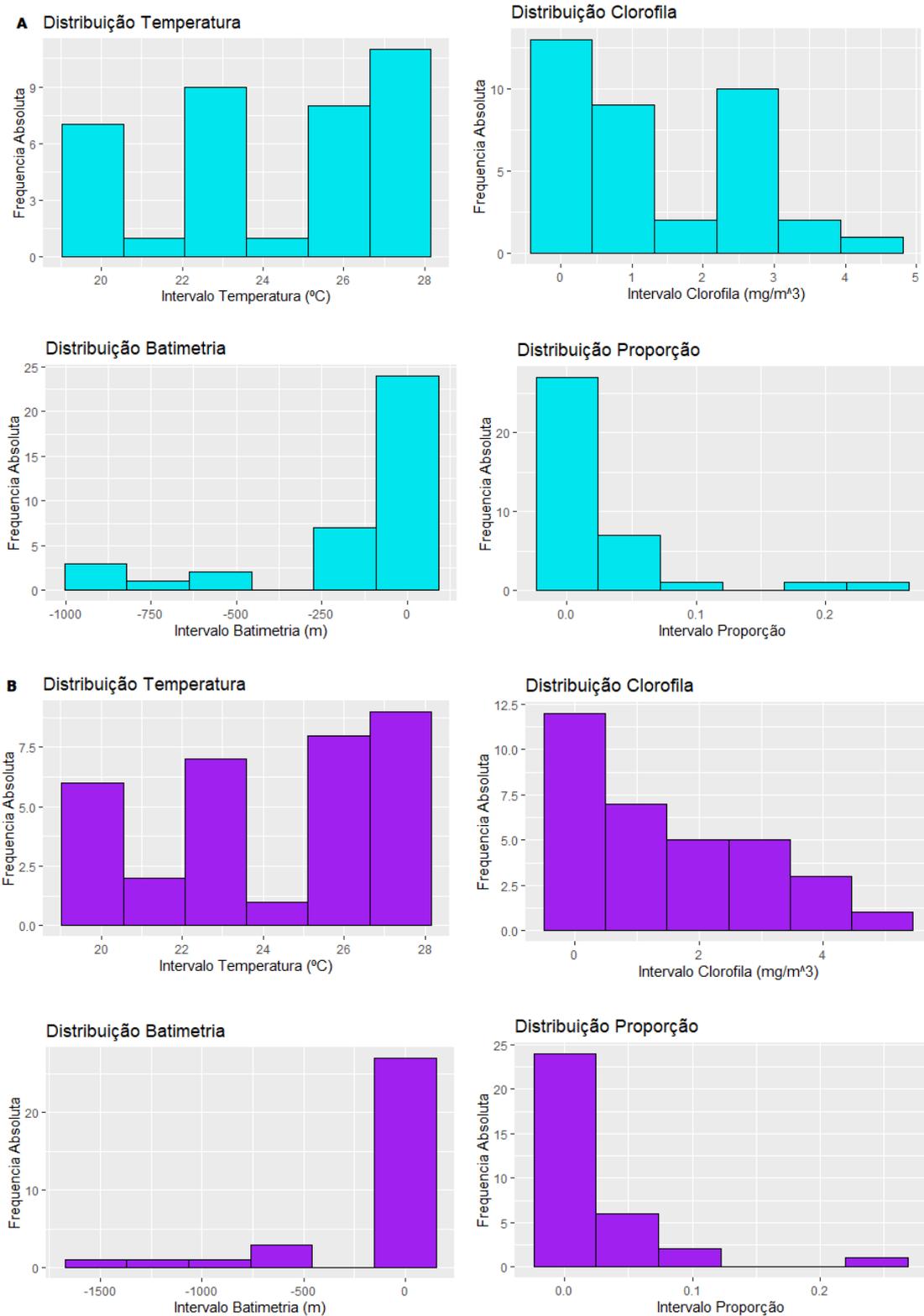
Figura 8 - Box-plot da contagem mensal total de registros de tubarão-baleia nas regiões ASPSP: Arquipélago de São Pedro e São Paulo, NE: Nordeste, FEN/R: Fernando de Noronha e Rocas, SE: Sudeste e S: Sul.



Fonte: autora

As distribuições das quatro variáveis (Figura 9) foram muito similares para os dois casos amostrados. Todas elas apresentaram formatos diferentes da gaussiana e não responderam bem às transformações de normalização. Clorofila e proporção (probabilidade de avistagem) possuem uma distribuição assimétrica positiva, por outro lado, temperatura e batimetria possuem distribuições assimétricas negativas.

Figura 9: Distribuições de frequências das variáveis bióticas e abióticas: temperatura, clorofila-a, batimetria e proporção para os conjuntos A (azul) e B (roxo).

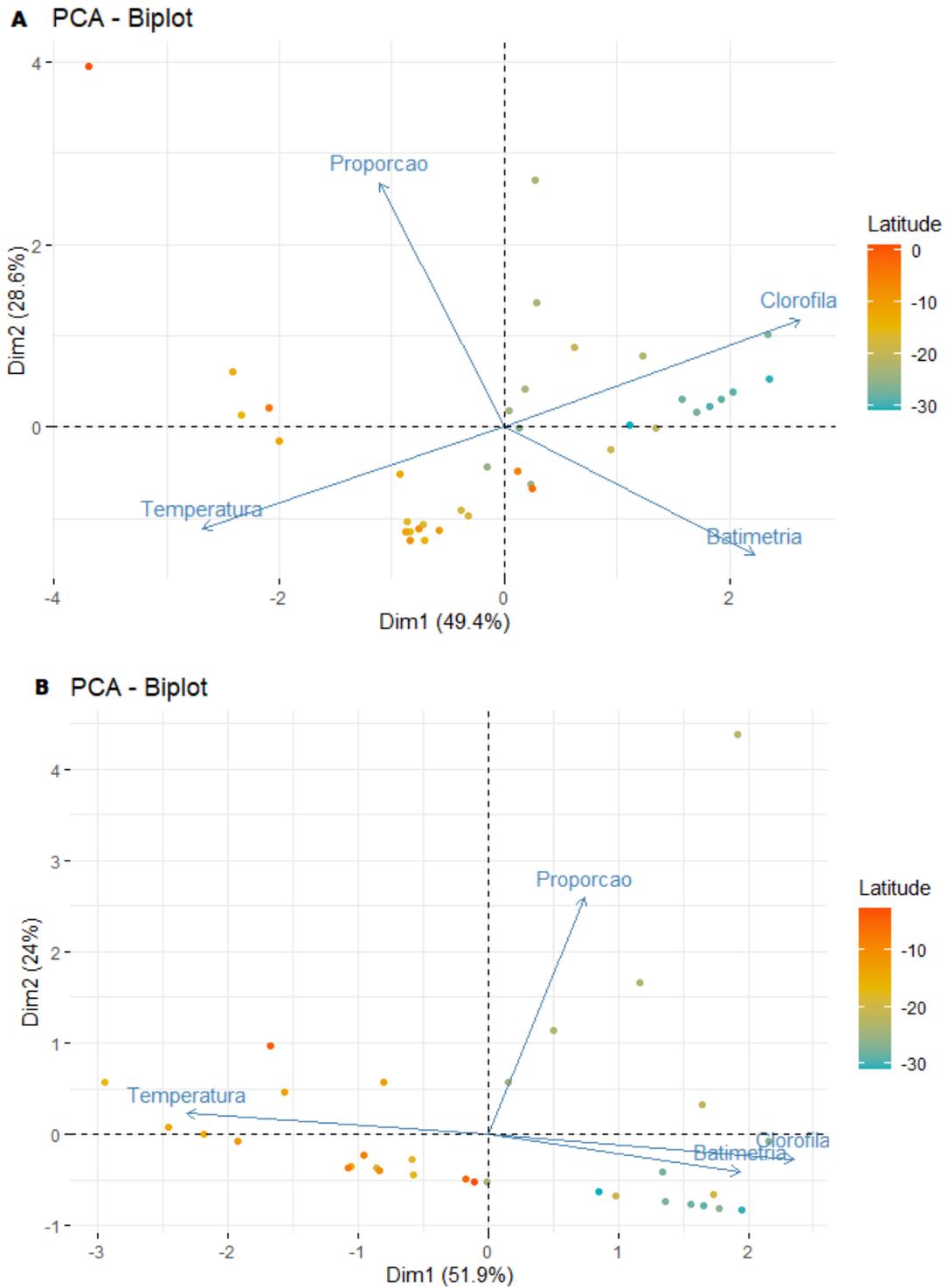


Fonte: autora

Os resultados das ACPs utilizando o banco de dados completo (Conjunto A) e sem os dados do ASPSP e plataformas de óleo e gás (Conjunto B), expressam a correlação entre as variáveis oceanográficas. A contribuição de cada variável para os dois primeiros Componentes Principais sugere quão bem a técnica conseguiu sintetizar a variância total da matriz (explicação de 78% no Conjunto A e 76% no Conjunto B). A batimetria apresentou contribuição mais baixa que as demais, mas ainda assim tem forte correlação com o CP1, sobretudo na figura B.

A partir dos biplots (Figura 10) conseguimos identificar que a proporção de registros está primeiramente ligada aos registros do ASPSP (Conjunto A) devido a todos estarem localizados no mesmo ponto (ID 37) e com mesmas características. No entanto, no Conjunto B, a variável passou a estar ligada aos casos na região de Cabo Frio no Rio de Janeiro, aqui representada principalmente pelos pontos 13, 12 e 11. Sendo os casos representados pelo número de ID e não pela latitude, identificamos que aqueles localizados entre  $-19^{\circ}$  à  $-31^{\circ}$  (Linhares-ES e Mostardas-RS aproximadamente) demonstram estarem mais relacionados com a clorofila-a, enquanto entre  $1^{\circ}$  à  $-18^{\circ}$  (sul da Bahia e norte do Maranhão), com a variável temperatura.

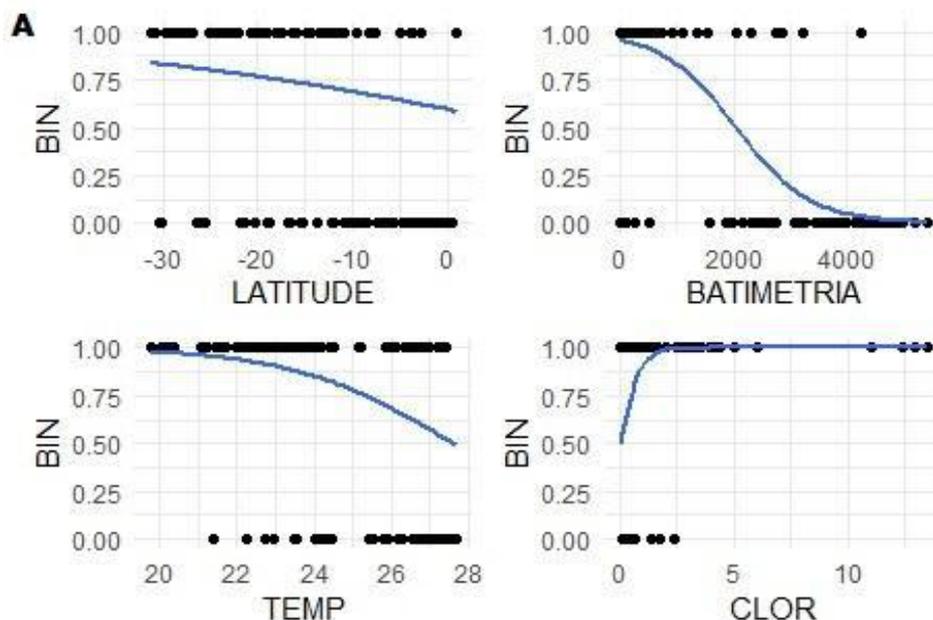
Figura 10: Resultado da Análise de Componentes Principais - biplot com a visualização dos gradientes de latitude e as cargas das variáveis explanatórias. Os vetores representam a contribuição de cada variável na análise de ACP nos conjuntos A e B, enquanto os pontos coloridos representam as células de latitude.



Fonte: autora

A dispersão das presenças (1) e ausências (0) em relação ao gradiente ambiental, analisadas pelo modelo GLM (logit) (Figura 11), mostrou que batimetria seria uma variável explanatória significativa para a modelagem da probabilidade de ocorrência, sendo maiores as chances de encontrar a espécie em áreas de batimetria < 2000m. Porém, devido às características migratórias da espécie, esse foi considerado um resultado que ocorreu devido a um viés amostral desencadeado graças à maioria das avistagens estarem situadas próxima à costa, sendo essa variável excluída da modelagem. Em relação às variáveis clorofila-a e temperatura das águas superficiais, ambas apresentaram coeficientes de regressão estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ), sendo utilizadas para a construção da equação de regressão não-linear múltipla. Os resultados da razão de chance (OR – odds ratio) obtidos a partir da regressão sugeriram aumento das chances de ocorrência em 4,8 vezes a cada variação unitária de clorofila ( $p = 0,006$ ) e de 0,8 vezes a cada um grau de temperatura ( $p = 0,04$ ). Embora a análise da matriz de confusão gerada a partir desse modelo indicasse uma acurácia de 71% ( $n = 293$ ), todos os erros de estimativa estavam associados a previsão de ausência ( $n = 84$ ), concluindo-se que o mesmo não está adequadamente ajustado.

Figura 11: Resultado do modelo GLM logit em relação aos 293 casos individualmente.



Fonte: autora

## 4 DISCUSSÃO

Os dados de comunicação pessoal evidenciaram que agentes sociais que estão constantemente associados ao ambiente marinho, como mergulhadores e pescadores, realizam grande contribuição na observação de espécies, como já evidenciado em outros estudos tanto com *Rhincodon typus* quanto com outras espécies. Principalmente no caso do tubarão-baleia, onde as avistagens na ZEE brasileira são oportunistas, é extremamente complexo criar ações de monitoramento da espécie. Por isso, o auxílio destas comunidades, por meio da ciência cidadã, para uma melhor amostragem e conseqüentemente melhores resultados é de extrema importância (COOPER *et al*, 2007.).

A ampla utilização das redes sociais propiciou a identificação de números consideráveis de registros da espécie em período de pandemia de COVID-19, que não seriam possíveis de realizar apenas com equipes de laboratórios e pesquisadores, mesmo que em cenário de normalidade. A facilidade de identificar a espécie, devido ao seu tamanho e características únicas, também torna-se uma vantagem na utilização de dados coletados pela população, diminuindo dúvidas quanto à validação do registro como ocorrem com outras espécies. Porém, vale lembrarmos que a comunidade não tem como obrigação prestar tais serviços de comunicação. Além disso, ainda que indispensáveis, dados de comunicação pessoal apresentam diversas falhas devido a problemas como a ausência de equipamentos ou mesmo a própria dificuldade existente em estabelecer contato com a totalidade de indivíduos que apresentem os dados desejados.

A partir da análise de densidade de Kernel, foi possível identificar as duas principais áreas de ocorrência da espécie no Brasil, em concordância com estudos prévios realizados com a espécie (LUBBOCK e EDWARDS, 1981; RANGEL, 1998; HAZIN *et al*, 2008). O fato do ASPSP e a região dos lagos no estado do Rio de Janeiro apresentarem mais registros está associado a ampla pesquisa e observação da região, bem como as condições propícias ao organismo, no caso do arquipélago, e ao sistema de ressurgência bem definido que ocorre em Cabo Frio, propiciando abundância de alimento para a espécie (HAZIN *et al*. 2018; DI BENEDETTO, MOREIRA e SICILIANO, 2021).

Quando observada a distribuição dos avistamentos em relação ao tempo, vemos que existe um aumento ao longo das décadas que pode estar relacionado principalmente com o aumento da utilização de smartphones e mídias sociais, que são ferramentas da ciência cidadã (VOHLAND *et al*, 2021). Por outro lado, também precisamos ressaltar o declínio na população de *R. typus*, resultado, por exemplo, dos abalroamentos entre navios de grande porte e indivíduos da espécie (WOMERSLEY *et al*, 2022). Quanto à distribuição espacial ao longo do tempo, identificamos que nos últimos 10 anos as avistagens têm sido realizadas majoritariamente na região sudeste. Isso de forma geral sendo um resultado associado a maior divulgação das imagens da área conhecidamente propícia ao organismo. Já a região de Fernando de Noronha e Rocas, ainda que apresente maior proximidade com a área de alimentação no Golfo do México (MCKINNEY *et al*, 2012) e condições climáticas propícias, se mostrou pouco significativa.

Os registros ocorreram em sua maioria no primeiro semestre do ano, estando ligados às estações de verão e outono. O que se trata de uma informação condizente com a literatura, tendo em vista que a espécie costuma ser relacionada com regiões de clima temperado e águas mais quentes (SEQUEIRA *et al*, 2012). Na análise de registros mensais por regiões foi encontrado que a região sudeste é a que apresenta a maior média mensal, sendo assim a região onde mais são feitos registros mensais com base nos dados utilizados. Estes dois resultados apontam duas possibilidades: tubarões-baleia estão sendo influenciados pela maior produção primária causada pelos processos de ressurgência e o aumento do turismo na região nos meses de verão gera mais avistamentos. De toda forma, tal resultado nos ajuda a definir as melhores épocas para ampliar a realização de esforços de conscientização para as comunidades da região.

Os resultados obtidos na ACP nos auxiliam a visualizar quais casos estão mais correlacionados com a temperatura e com a clorofila. Eles indicaram que registros localizados mais ao sul apresentam maior relação com a clorofila e registros mais ao norte com a temperatura. Tal informação pode ser considerada lógica quando pensamos que o organismo busca estar sempre em regiões com condições mais confortáveis à sua ecologia (HUTCHINSON; 1944). Logo, locais em

maiores latitudes, por apresentarem águas mais frias, indicariam uma diminuição para abundância de espécies tropicais, porém, a maior disponibilidade de alimento seria uma justificativa plausível para o deslocamento em direção a estes locais. No entanto, o ASPSP também apresenta maiores concentrações de biomassa zooplanctônica, o que favorece a região nos dois aspectos.

Analisando a combinação do Mapa de Kernel com os resultados do GLM, podemos supor que as regiões com baixas probabilidades de ocorrência apresentam ao menos um componente ambiental diferente das variáveis analisadas que poderia as diferenciar das regiões onde foram avistados tubarões-baleia, pois como dito anteriormente, de acordo com os modelos lineares generalizados, quando consideramos as variáveis temperatura superficial da água e concentração de clorofila, todas as regiões da ZEE brasileira são propícias a apresentarem ocorrências da espécie. Entre as variáveis que não foram analisadas nesse trabalho, mas que podem ter influência na ausência de *R. typus* estão a turbidez e salinidade, que são fatores associados à foz de estuários.

Além da turbidez e salinidade, pode-se considerar que o tipo de plâncton encontrado nas regiões citadas deve influenciar na presença de indivíduos. O tubarão-baleia apresenta preferência por certos tipos de plâncton, entre eles sergestídeos, copépodes e quetognatos (MOTTA *et al*, 2010). Desta forma, não apenas a quantidade de organismos planctônicos seria determinante, mas também a sua qualidade e diversidade. Devido aos estuários serem regiões que influenciam o ambiente ao seu entorno (DYER, 1989.) suspendendo sedimentos e realizando grande aporte de substâncias e materiais de origem continental, poderíamos ter diferentes composições planctônicas, ocasionando a ausência da espécie na região devido à baixa concentração de seus recursos alimentares ideais.

## 5 CONCLUSÃO

Os registros realizados por comunicação pessoal mostraram que é de extrema necessidade informar a sociedade sobre a importância da realização de registros fotográficos e envio destas informações aos laboratórios responsáveis por pesquisas com a espécie. Porém, antes de responsabilizar a população com o objetivo de coleta de dados, devemos realizar a preparação do ambiente acadêmico para o melhor acolhimento da população, como o desenvolvimento e manutenção de páginas de interação entre laboratórios, investimento em divulgação científica e fomento da participação social em pesquisas, sendo esta uma possibilidade de continuação da pesquisa em um mestrado.

Sabemos que por conta da falta de incentivo financeiro, o cenário idealizado onde teremos observadores de bordo presente em todas ou mesmo em boa parcela das embarcações presentes nas águas brasileiras está distante. Por isso, buscamos cada vez mais incentivar a população quanto ao registro de espécies de elasmobrânquios, mamíferos marinhos, entre outros grupos. A reafirmação do ASPSP e da região de Cabo Frio apresentarem as maiores densidades de registros da espécie, indica a necessidade de divulgação de informações para a sociedade, principalmente do estado do Rio de Janeiro, onde a população pode eventualmente se deparar com a espécie.

Sendo o Brasil um país de grande extensão e diversidade ambiental, foi identificado que diferentes trechos apresentam registros ligados de formas específicas às variáveis oceanográficas. Podendo ser apontado que ao sul os registros se mostram ligados mais à clorofila, enquanto mais ao norte à temperatura. De todo modo, a clorofila mostrou-se a variável mais significativa entre as analisadas, revelando um aumento na probabilidade de ocorrência da espécie a cada aumento unitário em sua concentração.

Os registros da espécie na ZEE brasileira se mostraram muito subestimados, devendo esta informação ser levada em conta quando tiramos conclusões, já que podemos estar mascarando, por meio de problemas na amostragem, a real influência das variáveis e ocorrência da espécie. São necessários novos estudos

sobre a espécie, principalmente na região sudoeste do oceano Atlântico, visando compreender melhor as razões pelas quais estes organismos se encontram presentes no nosso ecossistema, bem como, os motivos pelos quais não os encontramos em determinados trechos do nosso litoral, seja pela ausência do organismo em si, a presença de estuários que alterem as condições devido ao aporte de diversas substâncias e materiais ou mesmo pela falta de comunicação existente entre ciência e comunidade.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADES, R. et al. A new record of whale shark *Rhincodon typus* in Brazilian waters: a report of association with *Caranx crysos*. **Journal of fish biology**, v. 81, n. 6, p. 2092-2094, 2012.
- BARBOSA-FILHO, Márcio Luiz Vargas et al. Interactions between whale sharks, *Rhincodon typus* Smith, 1928 (Orectolobiformes, Rhincodontidae), and Brazilian fisheries: The need for effective conservation measures. **Marine Policy**, v. 73, p. 210-215, 2016.
- BARROSO, Lúcia P.; ARTES, Rinaldo. Análise multivariada. Lavras: Ufla, p. 151, 2003.
- BERTONCINI, A. A.; SAMPAIO, C. L. S. Novos Registros de Tubarão-Baleia, *Rhincodon typus* SMITH, 1829 no Litoral da Bahia, nordeste do Brasil. **Resumos da III Reunião da SBEEL**, p. 29-30, 2002.
- CIOTTI, Áurea M.; GARCIA, Carlos A. E.; JORGE, Daniel S. F.. Temporal and meridional variability of Satellite-estimates of surface chlorophyll concentration over the Brazilian continental shelf. **Pan-american Journal Of Aquatic Sciences**, p.236-253, 2010.
- COOPER, Caren B. et al. Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. **Ecology and society**, v. 12, n. 2, 2007.
- COMPAGNO, J. V. L. FAO species catalogue Vol. 4 part 1 sharks of the world: An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. 1984.
- DI BENEDITTO, Ana Paula Madeira; MOREIRA, Sérgio Carvalho; SICILIANO, Salvatore. Endangered whale sharks in southeastern Brazil: Records and management issues. **Ocean & Coastal Management**, v. 201, p. 105491, 2021.
- DONNANGELO, ALEJANDRO; FRANCO, DAVIDE; SIMONETTI, BRUNNA LUIZA SILVA. Record of whale shark (*Rhincodon typus*) sighting in the Arvoredo Biological Marine Reserve vicinity, Santa Catarina State, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 13, n. 4, p. 289-291, 2018.
- DYER, K. R. Estuarine flow interaction with topography lateral and longitudinal effects. **Estuarine circulation**, p. 39-59, 1989.
- FARIA, Vicente V. et al. Captura incidental de um tubarão-baleia, *Rhincodon typus* (Orectolobiformes, Rhincodontidae), na costa do Ceará, Nordeste do Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, p. 599-604, 2009.

FERNIHOUGH, Alan. mfx: Marginal effects, odds ratios and incidence rate ratios for GLMs. 2014.

GADIG, Otto Bismarck Fazzano. **Tubarões da costa brasileira**. 2001. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia, Instituto de Biociência, Universidade Estadual Paulista., Rio Claro, 2001.

GOMES, U. L. et al. Guia para identificação de tubarões e raias do Rio de Janeiro. Zoologia (Curitiba), 2010.

GANDRA, Tiago Borges Ribeiro; BONETTI, Jarbas; SCHERER, Marinez Eymael Garcia. Onde estão os dados para o Planejamento Espacial Marinho (PEM)? Análise de repositórios de dados marinhos e das lacunas de dados geoespaciais para a geração de descritores para o PEM no Sul do Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 44, 2018.

GUDGER, Eugene Willis. The Fourth Record of the Occurrence in the Atlantic Ocean of the Whale Shark, *Rhineodon typus*. **Science**, v. 56, n. 1444, p. 251-252, 1922

HAZIN, F. H. V. et al. Occurrences of whale shark (*Rhincodon typus* Smith, 1828) in the Saint Peter and Saint Paul archipelago, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 2, p. 385-389, 2008.

HUETER, R. et al. Biological studies of large feeding aggregations of whale sharks (*Rhincodon typus*) in the southern Gulf of Mexico. In: **The First International Whale Shark Conference: Promoting International Collaboration in Whale Shark Conservation, Science and Management. Conference Overview, Abstracts and Supplementary Proceedings**. CSIRO Marine and Atmospheric Research, Australia. 2007.

HUTCHINSON, G. Evelyn. Limnological studies in Connecticut. VII. A critical examination of the supposed relationship between phytoplakton periodicity and chemical changes in lake waters. **Ecology**, v. 25, n. 1, p. 3-26, 1944.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. **VI-Peixes**, 2018.

KUHN, Max. Caret: classification and regression training. **Astrophysics Source Code Library**, p. ascl: 1505.003, 2015.

LEES, Kirsty J.; GUERIN, Andrew J.; MASDEN, Elizabeth A. Using kernel density estimation to explore habitat use by seabirds at a marine renewable wave energy test facility. **Marine Policy**, v. 63, p. 35-44, 2016.

MÁRCIA BARBOSA, A. et al. New measures for assessing model equilibrium and prediction mismatch in species distribution models. **Diversity and Distributions**, v. 19, n. 10, p. 1333-1338, 2013.

MCCLAIN, Craig R. et al. Sizing ocean giants: patterns of intraspecific size variation in marine megafauna. *PeerJ*, v. 3, p. e715, 2015.

MCKINNEY, Jennifer A. et al. Feeding habitat of the whale shark *Rhincodon typus* in the northern Gulf of Mexico determined using species distribution modelling. **Marine Ecology Progress Series**, v. 458, p. 199-211, 2012.

MENESES, Thiago Silveira; SANTOS, Fábio Neves; PEREIRA, Célia Waylan. Fauna de Elasmobrânquios do litoral do estado de Sergipe, Brasil. 2005.

MELO, Lizandra Carvalho Ferreira de. Usos múltiplos e proposta de disciplinamento da plataforma continental em frente ao município de Salvador-Bahia. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros: Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. 2010.

MOTTA, Philip J. et al. Feeding anatomy, filter-feeding rate, and diet of whale sharks *Rhincodon typus* during surface ram filter feeding off the Yucatan Peninsula, Mexico. **Zoology**, v. 113, n. 4, p. 199-212, 2010.

MUEHE, Dieter; GARCEZ, Danielle Sequeira. A plataforma continental brasileira e sua relação com a zona costeira e a pesca. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 4, n. 8, p. 69-88, 2005.

NASCIMENTO, Lorena et al. A rare occurrence of a whale shark (*Rhincodon typus*) in a contaminated estuary in the Southwest Atlantic Ocean. **Environmental Biology of Fishes**, v. 104, n. 11, p. 1515-1520, 2021.

PARZEN, Emanuel. On estimation of a probability density function and mode. **The annals of mathematical statistics**, v. 33, n. 3, p. 1065-1076, 1962.

PIERCE, S. J.; NORMAN, B. *Rhincodon typus*. The IUCN red list of threatened species, p. e. T19488A2365291, 2016.

POISSON, François et al. Collaborative research: Development of a manual on elasmobranch handling and release best practices in tropical tuna purse-seine fisheries. **Marine Policy**, v. 44, p. 312-320, 2014.

RANGEL, C. E. Novo registro de ocorrência de tubarão-baleia, *Rhincodon typus* (Orectolobiformes: Rhincodontidae), no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. **Bol. da SBEEL**, v. 3, p. 3, 1998.

ROBIN, Xavier et al. pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. **BMC bioinformatics**, v. 12, n. 1, p. 1-8, 2011.

ROCHA, Bruno César Luz Macena. Estudo da sazonalidade, distribuição, abundância e comportamento migratório do tubarão-baleia (*Rhincodon typus* Smith, 1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. 2010.

ROCHA, Bruno César Luz. **Habitats adequados e aspectos ecológicos do tubarão-baleia (*Rhincodon, typus* Smith 1828) no Oceano Atlântico Sudoeste e Equatorial**. 2016. 162 f. Tese (Doutorado) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

ROSA, Bruna Oliveira; DOS SANTOS NETO, Narciso Ferreira. ANÁLISE DA DENSIDADE DE ACIDENTES COM CICLISTAS: ESTUDO DE CASO EM MONTES CLAROS (MG). **Revista Uniabeu**, v. 10, n. 25, p. 245-258, 2017.

ROSA, Ricardo S.; GADIG, Otto Bismarck Fazzano. Conhecimento da diversidade dos Chondrichthyes marinhos no Brasil: a contribuição de José Lima de Figueiredo. **Arquivos de Zoologia**, v. 45, p. 89-104, 2014.

LUBBOCK, Roger; EDWARDS, A. The fishes of Saint Paul's rocks. **Journal of Fish Biology**, v. 18, n. 2, p. 135-157, 1981.

SAMPAIO, Cláudio LS et al. New insights into whale shark *Rhincodon typus* diet in Brazil: an observation of ram filter-feeding on crab larvae and analysis of stomach contents from the first stranding in Bahia state. **Environmental Biology of Fishes**, v. 101, n. 8, p. 1285-1293, 2018.

SARMIENTO, Jorge L. Ocean biogeochemical dynamics. **Princeton University Press**, 2013.

SEQUEIRA, Ana et al. Ocean-scale prediction of whale shark distribution. **Diversity and Distributions**, v. 18, n. 5, p. 504-518, 2012.

SOTO, Jules MR; NISA-CASTRO-NETO, W. Sobre a presença do tubarão-baleia *Rhincodon typus* Smith, 1829 (Chondrichthyes, Rhincodontidae) na costa brasileira. **Biociências**, v. 8, n. 2, p. 137-152, 2000.

SOTO, J. M. R. Annotated systematic checklist and bibliography of the coastal and oceanic fauna of Brazil. **Mare Magnum**. 1 (1). 51-120, v. 51, p. 120, 2001.

SHORT, Andrew D.; KLEIN, Antonio Henrique da F. (Ed.). **Brazilian beach systems**. Springer, 2016.

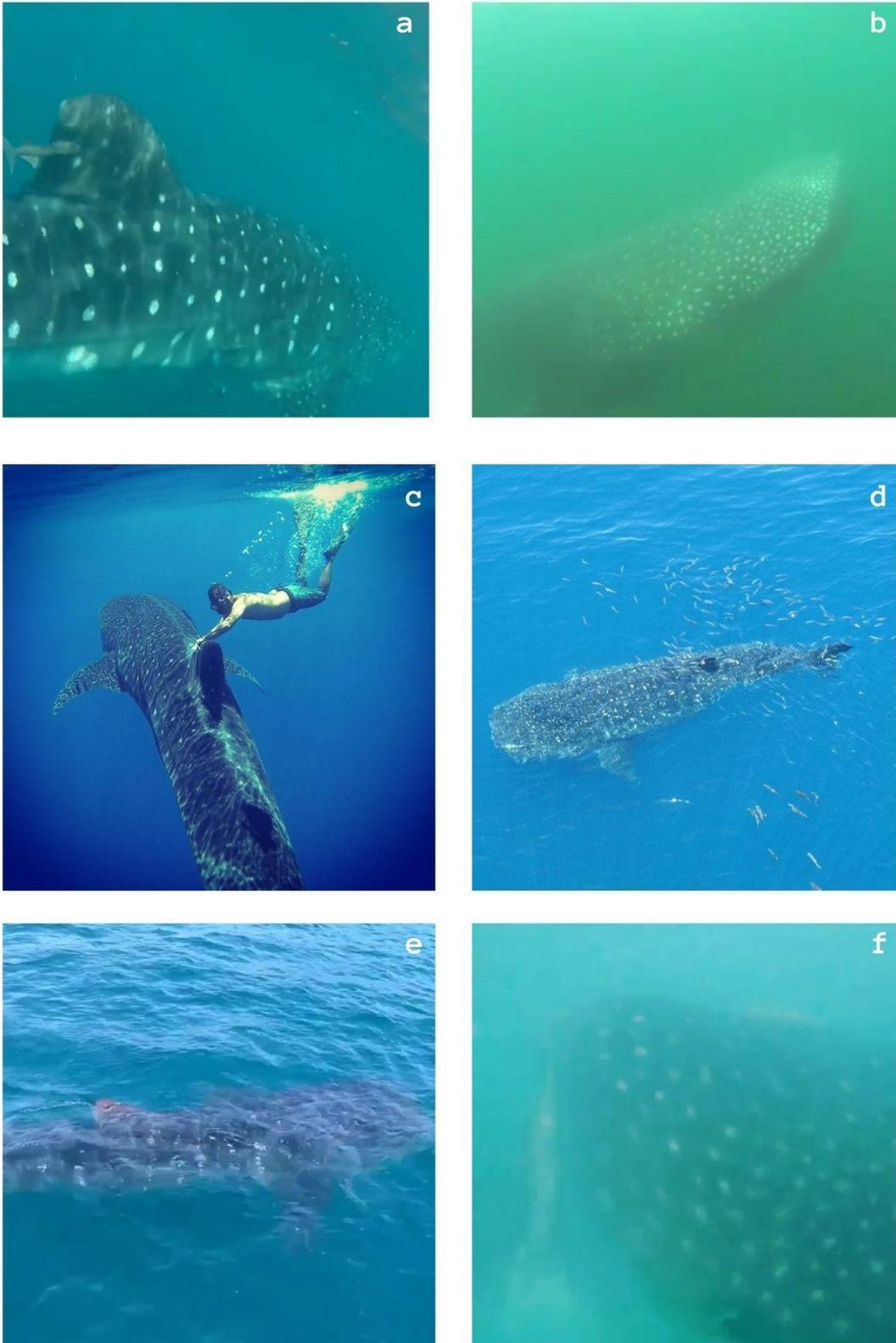
TESSLER, Moysés Gonzalez; GOYA, Samara Cazzoli. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 11-23, 2005.

VALENTIN, Jean L. Spatial structure of the zooplankton community in the Cabo Frio region (Brazil) influenced by coastal upwelling. In: **Tropical Zooplankton**. Springer, Dordrecht, p. 183-199, 1984.

VOHLAND, Katrin et al. **The science of citizen science**. Springer Nature, 2021.

WICKHAM, Hadley. Data analysis. In: **ggplot2**. Springer, Cham, p. 189-201, 2016.

WOMERSLEY, Freya C. et al. Global collision-risk hotspots of marine traffic and the world's largest fish, the whale shark. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 119, n. 20, p. e2117440119, 2022.

**APÊNDICE A - REGISTRO DE COMUNICAÇÃO PESSOAL****QUADRO DE FOTOS - 1**

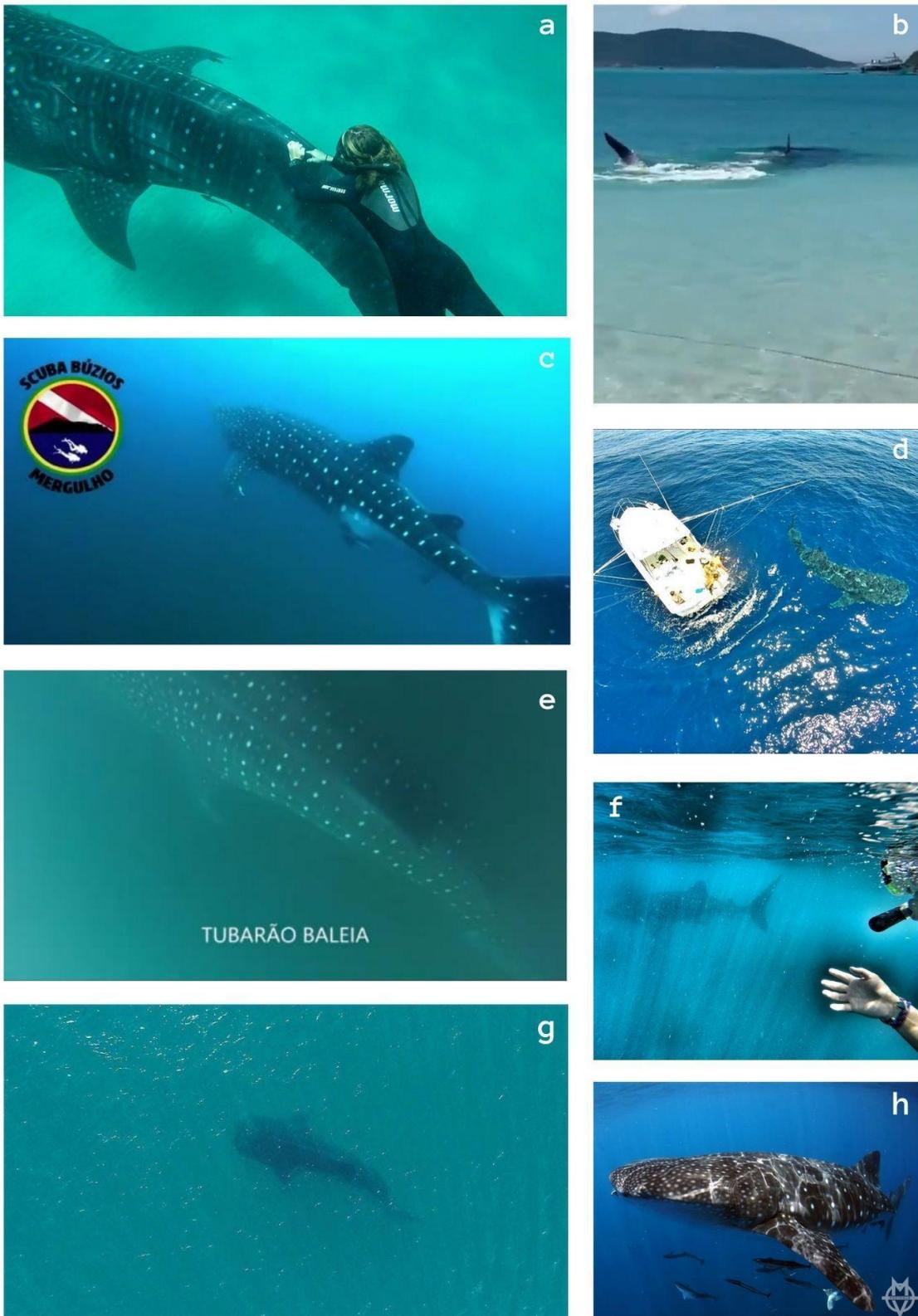
Fotos: (a) Búzios Divers; (b) Dive Point Brasil; (c) Gustavo Ferreira de Oliveira; (d) Leonardo Vidal Marques; (e) Jean Pierre Vasconcelos; (f) Rafael Amaral.

## QUADRO DE FOTOS - 2



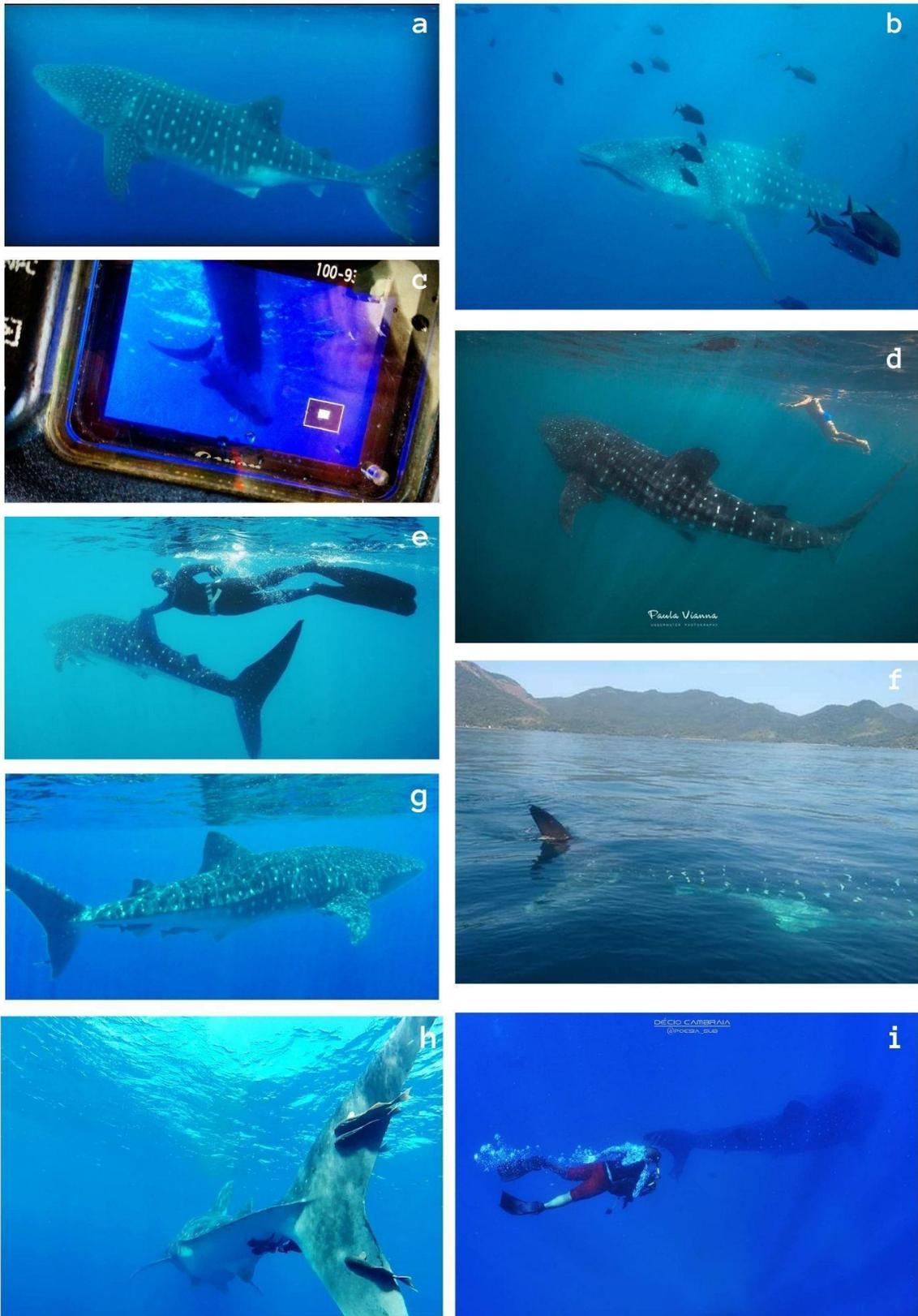
Fotos: (a) Marcelo Gah; (b) Marcelo Gah; (c) Patrícia Birman; (d) Josias Ascyer Marques; (e) Divulgada por Mar sem Lixo; (f) Francisco da Costa.

## QUADRO DE FOTOS - 3



Fotos: (a) Ryan Marques Donatilio; (b) Divulgada por Alef Tour; (c) Scuba Búzios; (d) Rafael Ferreira; (e) Fernando Filho; (f) Hélio Onoda; (g) Marcelo Gah; (h) Marcelo Viana.

## QUADRO DE FOTOS - 4



Fotos: (a) Felipe Canepa Sobral; (b) Diogo Pagnoncelli; (c) Francisco Costa; (d) Paula Vianna; (e) Elias Fernando Alves de Souza; (f) Pousada Recanto dos Limas; (g) Theresa Bella Silvestre; (h) Camila Araújo; (i) Décio Cambraia.

## APÊNDICE B - BASE DE DADOS

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1lcZSRcddW4LQIMITk\\_4LQv6ZbmkoAxFsJDbEVFrrPfw/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1lcZSRcddW4LQIMITk_4LQv6ZbmkoAxFsJDbEVFrrPfw/edit?usp=sharing)