



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO -PROPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

ADRIANA MARIA ALVES

Distribuição espaço-temporal da pseudo-orca (*Pseudorca crassidens*) e suas interações com as variáveis ambientais e operacionais da pesca comercial de atuns com espinhel

MOSSORÓ

2024

ADRIANA MARIA ALVES

Distribuição espaço-temporal da Pseudo-orca (*Pseudorca crassidens*) e suas interações com as variáveis ambientais e operacionais da pesca comercial de atuns com espinhel

Dissertação apresentada como ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos.

Orientador: Prof. Dr. Humberto Gomes Hazin.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

AA474 d Alves, Adriana Maria .
Distribuição espaço-temporal da pseudo-orca
(Pseudorca crassidens) e suas interações com as
variáveis ambientais e operacionais da pesca
comercial de atuns com espinhel / Adriana Maria
Alves. - 2024.
38 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Humberto Gomes Hazin..
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ecologia e Conservação, 2024.

1. Ambiente Marinho. 2. Variáveis ambientais.
3. Variáveis operacionais. 4. Pesca com Espinhel.
5. Interações. . I. Hazin., Prof. Dr. Humberto
Gomes , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ADRIANA MARIA ALVES

Distribuição espaço-temporal da pseudo-orca (*Pseudorca crassidens*) e suas interações com as variáveis ambientais e operacionais da pesca comercial de atuns com espinhel

Dissertação apresentada como ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos.

Defendida em: 29 / 02 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Humberto Gomes Hazin (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 GUELSON BATISTA DA SILVA
Data: 22/05/2024 23:24:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Guelson Batista da Silva (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 RODRIGO SANT'ANA
Data: 27/05/2024 10:26:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rodrigo Sant'Ana (UNIVALI)
Membro Examinador

Consagro esse trabalho a Agostinha Evaristo e Vicente Alves (In Memoriam), minha avó e meu avô, meu porto seguro, me ensinaram a trilhar sempre o caminho do bem. Hoje não estão neste mundo, estão ao lado de Deus, mas Ovão estar sempre nos meus pensamentos e no meu coração.

Dedico este trabalho a minha mãe, Lucilene Alves, minha base, a qual não mediu esforços para educar suas filhas, por quem luto diariamente.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pelas oportunidades que me foram dadas, por me consentir mais esta vitória. Obrigada por nunca soltar a minha mão e me guiar em todos os momentos.

A minha mãe Lucilene, uma guerreira, que nunca mediu esforços para me ensinar o caminho do bem, e sempre me apoiando em todas as etapas da minha vida. Sem você não teria conseguido chegar até aqui. Te amo muito!

Aos meus filhos Eduarda e Italo, os maiores presentes que recebi na vida, minha maior realização. Minha perseverança é por vocês, amo muito!

Ao meu esposo Eduardo pela companhia nos momentos difíceis, por estar ao meu lado, me escutando, muitas vezes sem entender.

As minhas irmãs Micarla, Cristina e Amanda pelo carinho e atenção que sempre tiveram comigo, sempre me apoiando em todos os momentos.

Ao meu orientador, professor Humberto Hazin pela oportunidade de realizar este trabalho. Obrigada pela confiança e por me atender com paciência, por todos os ensinamentos compartilhados de forma admirável. Muito obrigada por tudo!

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada!

“Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário, não haveria pobreza no mundo e ninguém morreria de fome. A natureza pode suprir todas as necessidades do homem, menos a sua ganância”.

Mahatma Gandhi

RESUMO

A Pseudo-orca (*Pseudorca crassidens*) é frequentemente encontrada em mares tropicais, embora hajam registros da espécie em altas latitudes. Desde o início da pesca com espinhel, interações entre a pesca e estes cetáceos são observadas, porém os padrões de ocorrência espacial e temporal ainda são pouco conhecidos ou quase inexistente. No presente trabalho foram analisados dados de presença e ausência da Pseudo-Orca na pesca de atuns e afins e suas relações entre as variáveis ambientais e operacionais na pesca comercial espinheleira brasileira. As informações obtidas foram provenientes de 14 embarcações da frota comercial sediadas em Natal-RN, no período compreendido entre janeiro de 2020 a agosto de 2023, totalizando 2.148 lançamentos de pesca (41 viagens de pesca). A taxa de avistamento foi estimada utilizando a fórmula $TA = \text{dias de avistamento} / \text{dias de pesca} \times 100$ para diferentes escalas de tempo e em grades de 1×1 grau. Os modelos mistos generalizados aditivados foram utilizados para avaliar o efeito de variáveis espaciais, temporais, ambientais e operacionais na presença da espécie. As Pseudos-Orcas ocorreram em 200 lançamentos, representando 9,3% da taxa de avistamento (TA), sendo esta ocorrência explicada pela interação do espaço (lon,lat), Ano e CPUE atuns variando entre os meses e barcos de pesca. Embora os avistamentos tenham ocorrido durante todo o ano, foram mais frequentes no segundo trimestre, particularmente no mês de junho, onde foram observadas as maiores taxas de avistamento concentradas em duas áreas, sendo a primeira nas latitudes 0°N e 5°N e entre as longitudes de 33°W a 22°W e a segunda 0°N e 5°N e 35°W a 40°W . Portanto, é fundamental compreender a biologia, o comportamento e as ameaças enfrentadas pelas pseudo-orcas, especialmente em relação à pesca com espinhel. Isso permitirá o desenvolvimento de estratégias eficazes, incluindo a implementação de áreas protegidas e planos de manejo, para garantir a sobrevivência dessa espécie de cetáceos e a preservação de seus habitats marinhos.

Palavras-chave: Ambiente Marinho; Variáveis ambientais; Variáveis operacionais; Pesca com Espinhel; Interações.

ABSTRACT

The Pseudo-orca (*Pseudorca crassidens*) is often found in tropical seas, although there are records of the species in high latitudes. Since the beginning of longline fishing, interactions between fishing and these cetaceans have been observed, but the patterns of spatial and temporal occurrence are still little known or almost non-existent. In the present work, data on the presence and absence of the Pseudo-Orca in tuna and similar fishing and its relationships between environmental and operational variables in Brazilian commercial longline fishing were analyzed. The information obtained came from 14 commercial fleet vessels based in Natal-RN, in the period between January 2020 and August 2023, totaling 2,148 fishing launches (41 fishing trips). The sighting rate was estimated using the formula $TA = \text{sighting days/fishing days} \times 100$ for different time scales and on 1×1 degree grids. Additive generalized mixed models were used to evaluate the effect of spatial, temporal, environmental and operational variables on the presence of the species. Pseudo-Orcas occurred in 200 releases, representing 9.3% of the sighting rate (TA), this occurrence being explained by the interaction of space (lon, lat), Year and CPUE tunas varying between months and fishing boats. Although sightings occurred throughout the year, they were more frequent in the second quarter, particularly in the month of June, where the highest sighting rates were observed, concentrated in two areas, the first being at latitudes 0°N and 5°N and between longitudes of 33°W at 22°W and the second 0°N and 5°N and 35°W to 40°W . Therefore, it is critical to understand the biology, behavior, and threats faced by pseudo-orcas, especially in relation to longline fishing. This will allow the development of effective strategies, including the implementation of protected areas and management plans, to ensure the survival of this cetacean species and the preservation of its marine habitats.

Keywords: Marine Environment; Environmental variables; Operational variables; Longline Fishing; Interactions.

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Pseudo-orca (<i>Pseudorca crassidens</i>).....	19
Figura 2	–	Representação mundial das áreas de distribuição da <i>Pseudorca crassidens</i>	21
Figura 3	–	Distribuição espacial dos lançamentos de pesca, no período de janeiro 2020 a agosto de 2023. Em cinza os lançamentos de pesca sem avistamento; Vermelho lançamentos de pesca com avistamento de Pseudo-orca.....	27
Figura 4	–	Distribuição espacial das taxas de avistamento (TA), no período de janeiro 2020 a agosto de 2023.....	28
Figura 5	–	Distribuição espacial das taxas de avistamento (TA) no período janeiro de 2020 a agosto de 2023.....	30
Figura 6	–	Sumario dos resíduos do modelo relação da pesca com espinhel.....	31
Figura 7	–	Boxplot das variáveis do modelo da relação da pesca com espinhel. TA= Taxa de Avistamento.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Lista de variáveis explicativas incluídas nos GAMMs para modelar a ocorrência de pseudo-orca (variável de resposta binária) no Atlântico Sudoeste Equatorial pela pesca com espinhel brasileira.....	26
Tabela 2	–	Sumario da seleção do modelo da relação da pesca com espinhel.....	27
Tabela 3	–	Valores anuais, mensais e trimestrais das taxas de avistamento (TA), captura total (TC), número de depredação (Dep), Percentual de depredação (%Dep), Perda média por lançamento (PM) e Perda total (PT).....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC	Critério de informação de Akaike
CCC	Centro de Conservación Cetácea
CPUE	captura por unidade de esforço
DA	Número de dias
Dep	Número de depredação
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
DP	Dias de Pesca
Dr	Doutor
Et al	Mais de três autores
GAMMs	Modelos Aditivos Generalizados Mistos
IL	Índice de iluminação lunar
IWC	International whaling commission
IUCN	União Internacional para Conservação da Natureza
lon	Longitude
lat	Latitude
NOAA	Administração Nacional Oceânica e Atmosférica
PM	Perda média por lançamento
Prof	Professor
PT	Perda total
RN	Rio Grande do Norte
SSA	Anomalia da temperatura da superfície do mar
SHA	Altura da superfície do mar
SST	Temperatura da superfície do mar
SLA	Anomalia da altura da superfície do mar
TA	Taxa de avistamento
TC	captura total
TRI	Trimestre
ROC	Receiver Operating Characteristic
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí

LISTA DE SÍMBOLOS

*	Asterisco
/	Barra
\$	Cifrão
U	Componente meridional
V	Componente zonal
°C	Grau Celsius
h	Hora
=	Igual
m/s	Metro por segundo
<	Menor que
N	Norte
W	Oeste
S	Sul
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1. CARACTERÍSTICAS E COMPORTAMENTO DOS CETÁCEOS	16
2.2. CARACTERÍSTICAS DA PSEUDO-ORCA (<i>PSEUDORCA CRASSIDENS</i>).....	18
2.3. INTERAÇÕES ENTRE OS CETÁCEOS (PSEUDO-ORCA) E A PESCA DE ESPINHEL	23
3. OBJETIVOS	24
3.1. OBJETIVO GERAL	24
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1 OBTENÇÃO DOS DADOS	24
4.2 ANÁLISE DOS DADOS	25
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSSÃO	32
7. REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de interações operacionais entre cetáceos e a pesca comercial, particularmente com espinhel, tem atraído uma atenção considerável na literatura publicada, sendo um problema para muitas comunidades de pesca, gestão e investigação (GILMAN et al., 2006). As interações operacionais envolvem a convergência física simultânea de cetáceos e pesca comercial na mesma área espacialmente restrita, muitas vezes quando ambos estão em busca do mesmo peixe (NORTHRIDGE; HOFMAN 1999, SHAUGHNESSY et al., 2003, HAMER et al., 2008, MORENO et al., 2008).

Desde a década de 1950, têm sido registrados relatos de interações entre cetáceos e a pesca de atuns com espinhel. Esse fenômeno foi observado quando a indústria global de pesca de atum com espinhel pelágico deu início às suas operações (SIVASUBRAMANIAN, 1964). As espécies de cetáceos envolvidas podem variar de acordo com a região, as espécies-alvo de pesca e o método de pesca (READ, 2008) e muitos resultados e consequências podem resultar deste fenômeno.

Essas interações resultam em depredação, que é um tipo de interação direta que ocorre quando mamíferos marinhos removem ou danificam os peixes capturados nas artes de pesca (HAMER et al., 2012). Ao longo dos últimos anos esse tipo de interação tem aumentado tanto na frequência de tais eventos, como no número de espécies de cetáceos envolvidas, coincidindo com a expansão da pesca nos oceanos do mundo (DONOGHUE et al., 2002).

A depredação pode ter consequências negativas tanto para os mamíferos marinhos como para pesca. Na pesca, os danos causados às capturas ou às artes de pesca resulta em perdas econômicas, consequentemente em investir em recursos extras de tempo, combustível e alimentação (para a tripulação), isca e na busca de áreas de pesca, alternativas para evitar a depredação (GOETZ et al., 2011; PETERSON et al., 2014). Por outro lado, os mamíferos marinhos podem ser capturados acidentalmente ao remover a captura ou a isca (GARRISON, 2007) ou até mesmo sofrer consequências de retaliação dos pescadores, que incluem atirar com armas de fogo, arpões ou o uso de explosivos subaquáticos (BRUM; MARÍN, 2000; VISSER, 2000). Além disso, também desencadeia efeitos biológicos significativos, uma vez que a atividade de pesca concede aos cetáceos acesso a recursos previamente inacessíveis. Tais acessos alteram os comportamentos de caça dos cetáceos em relação aos tubarões, levando-os a se adaptarem à busca de embarcações como fontes de presas, em detrimento da caça de presas convencionais para alimentação (SECCHI; VASKE, 1998). Um outro

problema é em relação as capturas perdidas por depredação, as quais geralmente não são anotadas nos registros de bordo das embarcações de pesca (PETERSON et al., 2013), deixando, como consequência, uma lacuna nas estatísticas disponíveis aos investigadores sobre as avaliações dos stocks das espécies-alvo da pesca (DAHLHEIM, 1988).

Embora os atuns e afins tenham sido pescados no Brasil desde 1956 (ZAVALA-CAMIN; TOMÁS, 1990; ZAVALA-CAMIN; ANTERO DA SILVA, 1991), as informações sobre as interações entre cetáceos e a pesca do atum são escassas, ou mesmo inexistentes, ao longo de alguns setores da costa sul-americana no Oeste do Oceano Atlântico. Os únicos trabalhos realizados no País são de Secchi e Vaske-Jr (1998), Dalla-Rosa e Secchi (2003, 2007), Passadore et al., (2015) e Dantas et al. (2020). O monitoramento da extensão e magnitude da depredação (ou ocorrência) desempenha um papel fundamental nas esferas comerciais da pesca, biológicas e de avaliação de estoques, pois engendra uma série de consequências negativas que afetam diversos aspectos. Por causa de a falta de informação sobre esta questão, Reeves et al. (2003) recomenda que mais investigações sejam feitas sobre a interação dos cetáceos com a pesca.

Portanto, compreender a biologia, o comportamento e as ameaças enfrentadas pelas pseudo-orcas é fundamental para desenvolver estratégias de conservação. A falta de conhecimento detalhado sobre essa espécie dificulta a implementação de medidas adequadas para proteger e garantir a preservação de seus habitats marinhos. O investimento em estudos nesse sentido não contribui apenas para a implementação de medidas como áreas protegidas e planos de manejo adaptativos, mas também fornecem informações vitais não apenas sobre a espécie em si, mas também sobre suas interações complexas com outras espécies marinhas e seu papel nos ecossistemas marinhos. Além disso, eles ajudam a identificar os impactos das mudanças climáticas, da poluição e das atividades humanas nos habitats das pseudo-orcas. Esse conhecimento detalhado é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação mais abrangentes e integradas, que visam não apenas proteger as pseudo-orcas, mas também promover a saúde e a resiliência dos ecossistemas marinhos como um todo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Características e comportamento dos Cetáceos

Os cetáceos são um grupo de mamíferos aquáticos de grande porte que habitam uma ampla variedade de ambientes marinhos. São encontrados desde mares tropicais a regiões polares, o que significa que estão presentes em todos os oceanos do mundo. Além disso,

algumas espécies de cetáceos podem ser encontradas em estuários, e até mesmo adentrar em rios de água doce, afastando-se da costa (BALLANCE, 2009). Esses animais são capazes de desenvolver características físicas específicas devido às adaptações ao seu habitat, ou seja, suas características físicas podem ser moldadas pelo ambiente em que vivem (CABRAL, 2022).

Os cetáceos são os mamíferos mais bem adaptados ao ambiente aquático, apresentando uma série de características distintas. Seus corpos são fusiformes, alongados e resistentes, com membros posteriores transformados em nadadeiras e membros anteriores também modificados para a natação. Sua pele é lisa e desprovida de pelos, com uma espessa camada de gordura, que atua como isolante térmico. Não possuem orelhas externas visíveis, glândulas mamárias e órgãos genitais visíveis e seu sistema excretor é adaptado para conservar o calor (CABRAL, 2022). Esse grupo realiza a respiração através dos pulmões, o que os obriga a subir à superfície para respirar. No entanto, são capazes de permanecer submersos por longos períodos, em função de sua capacidade de armazenar oxigênio (PALAZZO, 1988). Essas adaptações permitem que os cetáceos se desenvolvam em diversos ambientes marinhos em todo o mundo.

Os cetáceos são conhecidos por produzir uma ampla gama de sons, incluindo cliques, assobios melódicos para comunicação social, complexos cantos de acasalamento e até ruídos de sopro ao expirar ar na superfície. Essas vocalizações desempenham papéis vitais em suas vidas, ajudando-os a encontrar comida, se comunicar com outros membros do grupo, navegar em seu ambiente e até mesmo expressar emoções, cada espécie têm seus próprios padrões de vocalização distintos (HETZEL; LODI, 1993).

Existem 93 espécies reconhecidas de cetáceos, que são agrupadas em dois principais grupos: Mysticeti, que são conhecidos como baleias de barbatana e não possuem dentes, e Odontoceti, que compreendem golfinhos, botos, orcas, cachalotes e algumas baleias que possuem dentes (PERRIN, 2015). No Brasil, são encontradas 49 espécies de cetáceos, das quais quatro habitam águas continentais, enquanto 45 são marinhas. Na região da Bacia de Santos, localizada ao longo da costa brasileira, foram registradas 39 dessas espécies (LODI; BOROBIA, 2013). Essa rica diversidade de cetáceos no Brasil destaca a importância da conservação marinha e da pesquisa científica para proteger essas espécies e seus habitats.

Os cetáceos desempenham funções ecológicas vitais, sendo considerados predadores do topo na cadeia alimentar marinha. Possuem características fisiológicas adaptadas ao ambiente aquático e dependem dos oceanos para completar seus ciclos de vida. A extinção dessas espécies pode ter impactos profundos nas cadeias alimentares oceânicas, causando

desequilíbrios ecológicos significativos (SPRINGER et al., 2003). Além disso, a proteção dos cetáceos é essencial não apenas para a preservação de suas próprias espécies, mas também para a conservação de outras que compartilham esses ecossistemas. Alguns cetáceos desempenham um papel fundamental na reciclagem de matéria orgânica nos oceanos, aumentando a eficiência dos processos ecológicos marinhos (ROMAN et al., 2014). Portanto, garantir a sobrevivência dos cetáceos é essencial para a saúde e a diversidade dos ecossistemas marinhos em todo o mundo.

2.2. Características da pseudo-orca (*Pseudorca crassidens*)

Mamífero marinho de nome científico "*Pseudorca crassidens*," conhecida popularmente como "falsa-orca" por causa de seus dentes cônicos, muitas vezes é apelidado de "baleia assassina" ou "baleia mais feliz do mundo" por vezes, parecem criar um semblante alegre em seu rosto (DANTAS, 2007). Embora seu nome científico faça referência à semelhança com as orcas, a pseudo-orca pertence à família Delphinidae, à qual pertencem os golfinhos, esses animais fazem parte da subordem Odontoceti. Apresentam em cada maxila de 7 a 12 pares de dentes grandes e cônicos (BAIRD, 2018). Além disso, esses mamíferos marinhos são conhecidos por sua velocidade e curiosidade, o que frequentemente os leva a se aproximarem de embarcações (IWC, 2021).

As Pseudo-orca são identificadas por sua morfologia única. Possuem um corpo delgado e alongado, com uma alta nadadeira dorsal que tem a forma de uma foice e é posicionada um pouco atrás do ponto médio do dorso. Essa característica forma um padrão distinto que permite a identificação desses indivíduos. Além disso, as pseudo-orca têm uma ponta dorsal arredondada e uma nadadeira peitoral larga com uma corcova na parte anterior. Sua cabeça é pequena e oval, e na boca, apresentam uma linha longa e curvada, com dentes cônicos presentes tanto na maxila quanto na mandíbula (BAIRD, 2018).

É interessante notar que o nome "falsa-orca" dado a esses indivíduos não está relacionado à sua aparência externa, mas sim ao formato de seu crânio (Figura 1). Embora as pseudo-orcas sejam confundidas com as orcas devido ao formato de seus crânios, essas duas espécies não possuem parentesco próximo. A semelhança no formato craniano é uma coincidência evolutiva, mas elas pertencem a famílias diferentes na ordem dos cetáceos. Portanto, apesar das aparências, esses mamíferos marinhos são distintos em termos de parentesco e características comportamentais (IWC, 2021).

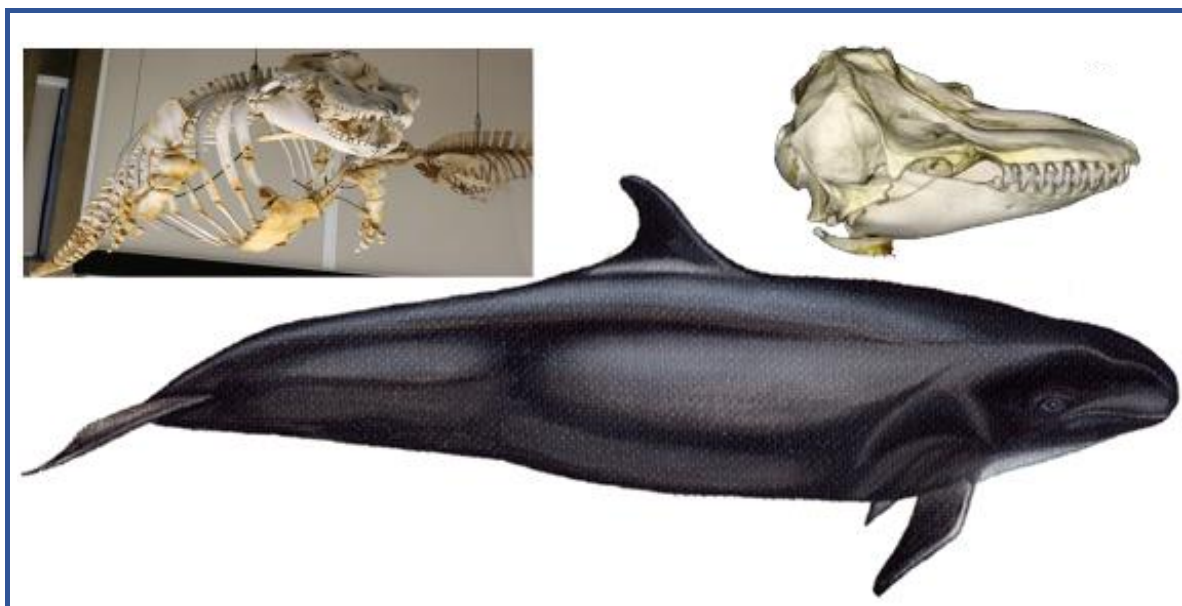


Figura 1– Pseudo-orca (*Pseudorca crassidens*).

Fonte: Centro de Conservación Cetácea (CCC- Chile), (2009).

Quanto à expectativa de vida, os registros sugerem que essa espécie pode viver de 60 a 80 anos, o animal mais velho conhecido tendo atingido 58 anos no caso dos machos e 63 anos no caso das fêmeas (CARWARDINE, 2019). Essas características reprodutivas e de longevidade contribuem para a compreensão da história de vida desses cetáceos.

As Pseudo-orca são cetáceos que, devido à sua aparência, podem ser confundidos com outras espécies, como a orca-pigméia (*Feresa attenuata*), golfinhos-cabeça-de-melão (*Peponocephala electra*) e as baleias-piloto do gênero *Globicephala*. Esses animais são conhecidos por produzir uma variedade de sons, que incluem assobios e sons tonais, bem como sons pulsados. Essa capacidade de produzir uma ampla gama de sons desempenha um papel importante em suas comunicações e interações sociais (MCCULLOUGH et al., 2021).

O tamanho dos indivíduos dessa espécie, varia de acordo com o sexo, onde os machos são geralmente maiores que as fêmeas. Os machos podem atingir até 6 metros de comprimento, enquanto as fêmeas podem atingir cerca de 5 metros de comprimento. Em termos de peso, esses cetáceos podem chegar a até 2 toneladas (DANTAS, 2007). A coloração desses animais é caracteristicamente escura, variando de preto a cinza-escuro, com uma única marca clara em forma de âncora na barriga, geralmente em tom acinzentado (PINEDO et al., 1992). Essas características morfológicas e de tamanho contribuem para a identificação e estudo desses mamíferos marinhos.

As pseudo-orca são predadoras oportunistas com uma dieta variada, que pode incluir uma ampla gama de presas marinhas. Sua alimentação é caracterizada por uma série de estratégias de forrageio que podem envolver caça cooperativa em grupo para capturar peixes e

lulas. Suas presas comuns incluem peixes de médio a grande porte, como atuns, bonitos, cavalas, pequenos moluscos, e até mesmo tubarões e pequenos mamíferos (Andrade et al., 2000). É importante destacar que, em determinadas circunstâncias, os peixes presentes na dieta desses animais podem ser provenientes da atividade de pesca comercial, tornando-os mais suscetíveis à captura accidental (BASTIDA et al., 2007).

Em algumas regiões, sua alimentação inclui salmão (*Oncorhynchus sp.*), bonito (*Sarda sp.*), hoki (*Macruronus magellanicus*), lula (*Illex argentinus*), albacora-laje (*Thunnus albacares*), carapau (*Trachurus murphyi*), sardinha (*Sprattus fuegensis*) e até mesmo pequenos cetáceos e golfinhos (MADSEN et al., 2004). No entanto, um estudo realizado na região sul do Brasil, onde as pseudo-orca são conhecidas por encalhar em massa, revelou que o conteúdo estomacal desses animais consistia principalmente de cefalópodes, indicando uma preferência alimentar por esses moluscos (ANDRADE et al., 2000). Essa variação na dieta destaca a adaptabilidade desses cetáceos para explorar uma ampla gama de recursos alimentares em diferentes ecossistemas marinhos.

As Pseudo-orca são conhecidas por serem predadoras agressivas devido aos seus métodos de caça, sendo animais ágeis e velozes na busca por suas presas e empregando táticas violentas para capturá-las. Um exemplo disso é o arremesso das presas umas contra as outras, o que as deixa atordoadas e facilita a captura. Quando se alimentam de leões-marinhos, as pseudo-orca podem matá-los por meio de golpes de cabeça ou pancadas da cauda (JEFFERSON et al., 1993). Apesar de suas táticas de caça agressivas, as pseudo-orca são animais sociais e cooperativos em grupos, realizam emboscadas coordenadas, cercando suas presas e trabalhando em grupos para capturá-las. Essa estratégia de caça em grupo, demonstra um alto nível de interação social e cooperação entre os membros do grupo (CARWARDINE, 2019).

As Pseudo-orca possuem uma distribuição geográfica ampla (Figura 2). Embora não sejam abundantes em todas as regiões, esses cetáceos são conhecidos por habitar uma variedade de áreas, desde zonas tropicais até zonas temperadas. Essa espécie pode ser encontrada em águas frias e profundas, afastadas da costa, bem como em águas rasas dos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (DI TULLIO et al., 2016). Além disso, também são avistadas no Oceano Pacífico, desde o Mar do Japão até a Nova Zelândia, bem como em latitudes mais elevadas no Oceano Atlântico, abrangendo regiões que vão desde a Escócia, Canadá até a Argentina (CARTELLE; MEJUTO, 2007). Isso destaca a capacidade dessa espécie de explorar diferentes ambientes marinhos.



Figura 2– Representação mundial das áreas de distribuição da *Pseudorca crassidens*.
Fonte: NOAA Fisheries (2022).

É provável que essa espécie realize migrações em direção a águas mais rasas perto da costa, especialmente durante o inverno. Essa migração das pseudo-orca foi evidenciada na costa leste das Ilhas Malvinas em 2013, quando vinte e duas delas encalharam na região. No mesmo ano, também foi documentado um encalhe envolvendo cerca de trinta pseudo-orca em Areia Branca, no estado do Rio Grande do Norte. Esses eventos revelam a migração desses cetáceos em busca da costa e foi uma detecção inédita para essa área, conforme relatado por Conor et al., (2020).

As pseudo-orca são conhecidas por sua longevidade e por outro lado sua reprodução é lenta. Os machos atingem a maturidade sexual por volta dos 18 anos, enquanto as fêmeas alcançam por volta dos 10 anos, embora pressuponha que os machos só são capazes de acasalar mais tarde (BAIRD, 2009). A maturidade sexual das fêmeas começa a partir da primeira ovulação, enquanto os machos dependem do tamanho e peso dos testículos (STACEY et al., 1994). As fêmeas desses cetáceos ovulam apenas uma vez por ano, de forma espontânea, liberando apenas um óvulo durante o processo reprodutivo.

As fêmeas das pseudo-orca têm uma gestação que dura aproximadamente 15 meses, o que significa que levam mais de um ano para dar à luz a um único filhote. Quando os filhotes nascem, têm cerca de 1,50 a 2,0 metros de comprimento e pesam aproximadamente 80 kg. Após o nascimento, a mãe cuida do filhote, amamentando-o por um período que pode variar de um ano e meio a dois anos (PRIETO, 2002).

O intervalo médio entre as gestações é de aproximadamente sete anos, o que significa que uma fêmea geralmente leva sete (07) anos após o nascimento de um filhote para dar à luz novamente (BAIRD, 2009). À medida que as fêmeas envelhecem, esse intervalo pode aumentar, e, em uma certa idade, não mais se reproduz. Isso foi confirmado por meio de exames em ovários realizados em pseudo-orca encalhadas no Japão e na África do Sul, indicando que, após uma certa idade, as fêmeas não têm mais filhotes (PHOTOPOULOU et al., 2017).

Em 2018, a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) incluiu as pseudo-orca em sua Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas. A conservação das pseudo-orca é motivo de preocupação e essa espécie está sujeita a ameaças em várias partes do mundo. A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) categoriza as pseudo-orca como "Dados Insuficientes", o que significa que não há informações suficientes para determinar seu risco de extinção.

A estimativa de abundância dessa espécie é cerca de 59.157 indivíduos, representando aproximadamente 94% da população com mais de 25 anos de idade. Isso sugere que a abundância total das pseudo-orca é provavelmente superior a 60.000 indivíduos, mas é importante ressaltar que esses números são aproximados e sujeitos a variações. Essas informações da IUCN destacam a importância de monitorar e entender a população de pseudo-orca, pois isso é essencial para desenvolver estratégias eficazes de conservação e garantir a proteção desses cetáceos em todo o mundo.

Embora as pseudo-orca não enfrentem ameaças naturais significativas, elas se tornam vulneráveis devido à sua alimentação, que inclui algumas espécies de peixes de alto valor comercial. Esses peixes são frequentemente alvo da pesca, o que coloca as pseudo-orca em risco de captura acidental em redes de pesca de atuns e em outras práticas de pesca. Além disso, em algumas regiões, as pseudo-orca são caçadas diretamente ou mortas, o que pode resultar em declínio das populações desses cetáceos (BAIRD, 2020).

Além dos riscos que as pseudo-orca precisam enfrentar, ainda existem as ameaças adicionais de contaminação ambiental. Esses mamíferos marinhos podem ingerir plásticos, confundindo-os com alimentos, o que pode resultar em obstruções no trato digestivo e na morte (BAIRD, 2009). Além disso, altas concentrações de metais como prata foram registradas em pseudo-orca encalhadas na América do Sul (CARCERES-SAEZ, 2019). No Chile, amostras de tecido no estômago de pseudo-orca encalhadas revelaram uma elevada concentração de selênio e mercúrio (SAEZ, 2019). As substâncias químicas como o diclorodifeniltricloroetano (DDT) também foram detectadas em altas concentrações em

alguns casos (BAIRD, 1994). Essa contaminação por metais pesados pode ser prejudicial à saúde desses cetáceos.

2.3. Interações entre os cetáceos (Pseudo-orca) e a pesca de espinhel

A relação entre as pseudo-orca e a pesca de espinhel apresentam diversas implicações, com ameaças significativas para esses mamíferos marinhos. A captura acidental é uma das principais preocupações, pois os animais podem ficar presos nas linhas de pesca, resultando em ferimentos ou morte. A competição por recursos alimentares surge porque a pesca de espinhel visa muitas das mesmas espécies de peixes que servem de alimento para as pseudo-orcas, reduzindo a disponibilidade de comida para esses mamíferos marinhos. Além disso, a presença de embarcações de pesca pode alterar o comportamento natural das pseudo-orcas, afastando-as de áreas de alimentação ou reprodução devido à atividade humana. Por fim, há o risco de colisões com as embarcações de pesca de espinhel, o que pode causar ferimentos graves ou levar à morte desses animais (SECCHI et al. 2005; GILMAN et al. 2006). Portanto, a interação entre as pseudo-orca e a pesca de espinhel representa uma preocupação significativa para a conservação desses cetáceos.

Essa interação representa um problema global, uma vez que depredações são registradas nas pescarias, resultando em prejuízos que variam de valores baixos a significativamente altos. Isso ocorre devido ao fato de algumas espécies visadas na pesca de alto valor comercial (GILMAN et al., 2006). Além disso, essas depredações podem levar à dispersão das espécies-alvo, o que força os pescadores a deslocarem-se para outras áreas, resultando em aumento dos custos com combustível e alimentação da tripulação. Esses impactos negativos tornam essa interação preocupante em âmbito global (SECCHI et al., 2005; GOETZ et al., 2011; PETERSON et al., 2014).

Além das ameaças naturais e ambientais, como a captura acidental em redes de pesca, representa um risco significativo para a sobrevivência das pseudo-orcas, podendo resultar na morte desses animais. Além do impacto direto na população de pseudo-orcas, a captura de cetáceos também pode causar prejuízos econômicos significativos à atividade pesqueira, dado que esses eventos muitas vezes resultam em perdas materiais e em recursos (SECCHI et al., 2005).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar a distribuição espaço-temporal das ocorrências de depredação por pseudo-orcas (*Pseudorca crassidens*) junto a pesca de atuns e afins brasileira no Atlântico oeste tropical.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar as áreas geográficas e as épocas do ano com maior potencial de ocorrência de ataques das pseudo-orca;
- Avaliar possíveis correlações das variáveis ambientais, operacionais e espaço-temporal, na distribuição das pseudo-orcas;
- Estimar o nível de prejuízo gerado por esse tipo de interação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos dados

As informações obtidas foram provenientes de 14 embarcações da frota comercial sediadas em Natal-RN, no período compreendido entre janeiro de 2020 a agosto de 2023. A área de atuação da frota ficou compreendida entre as latitudes de -10°S e 12°N e longitudes de -22°W e -45°W (Figura 3). O aparelho de pesca utilizado foi espinhel monofilamento equipado com atratores luminosos e lula (*Illex* sp.) como isca, visando a captura de atuns (*Thunnus obesus* e *T. albacares*) e espardate (*Xiphias gladius*). Geralmente o início do lançamento ocorria a partir das 15h com seu termino 23h50, com a embarcação navegando a velocidades entre 5 e 6 nós. O recolhimento ocorreu no dia seguinte, a partir das 5h e seguindo a ordem inversa do lançamento (ou seja, o último anzol lançado será o primeiro a ser içado).

O banco de dados utilizado no presente trabalho foi cedido pela empresa *FISHFIND*, que monitora, em tempo real, as capturas da frota comercial de espinhel em Natal-RN, coletando uma série de informações detalhadas sobre a pesca, desde janeiro de 2020. Para cada dia de pesca foram registrados: presença/ausência de pseudo-orca, número de indivíduos depredados, espécies capturadas (alvo, fauna acompanhante, capturas incidentais e acidentais), descartes, data, hora de início e término do lançamento e recolhimento, posição geográfica (latitude e longitude) e total do esforço utilizado em cada lançamento. Nesta

pesquisa, o termo depredação é definido como o consumo parcial de peixes pela pseudo-orca que foram capturados no espinhel modificado de Donoghue et al., (2003).

Já as variáveis ambientais como: temperatura da superfície do mar (SST), anomalia da temperatura da superfície do mar (SSA), altura da superfície do mar (SHA), anomalia da altura da superfície do mar (SLA), Gradientes de SST (Grad), correntes (Cor) e componentes zonais e meridional dos ventos (U e V) foram obtidas utilizando o pacote *Easier access to scientific data* (ERDDAP, <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap>). A utilização de indicadores de processos relacionados com o enriquecimento da produtividade primária oceânica, como ressurgências, vórtices, frentes oceânicas, entre outros, é também importante, pois grandes predadores parecem concentrar-se tanto em áreas onde estes processos são mais intensos, apresentando elevada densidade de plâncton e presas, como em áreas propícias para a reprodução (OLSON; BACKUS, 1985). Assim sendo, as variáveis relacionadas com as ditas anomalias foram incluídas nas análises preliminares.

O cálculo da perda aparente econômica foi estimado baseado na média histórica de faturamento/peças embarcadas fornecida pela empresa, cujo valor corresponde a R\$ 2.600/peças. Dessa forma, é possível estimar a perda aparente que a empresa teve quando houve a presença da Pseudo-orca, utilizando a formula quantidade de cabeças x R\$ 2.600.

4.2 Analise dos Dados

Para a análise de modelagem não foi considerado o número de indivíduos registrados por dia de esforço, principalmente porque essas informações nem sempre eram registradas. A distribuição espaço temporal das pseudo-orca foi determinada em relação ao esforço de observação e comparado entre as diferentes e escalas temporais. Para tal, a taxa de avistamento (TA) foi calculada da seguinte forma:

$$TA = DA/DP * 100$$

Onde DA é o número de dias de avistamento de pseudo-orca e DP são os dias de pesca realizados pelas embarcações. Esta taxa foi calculada para toda área de pesca, em quadrantes de 1°x1° por ano e mês.

Os Modelos Aditivos Generalizados Mistos (GAMMs) foram utilizados com o intuito de analisar os efeitos espaciais, temporais, ambientais e operacionais da pesca, sobre presença das pseudo-orca. Nos GAMMs, a ocorrência de pseudo-orca (Y_i : distribuição binomial; 1 = presença e 0 = ausência) foi analisado em função das variáveis explicativas

consideradas relevantes, a priori, para esta espécie (Tabela 1). Optou-se por utilizar como variáveis aleatórias a embarcação uma vez que conceitualmente a variabilidade nas taxas de captura dos atuns entre os barcos pode depender das características intrínsecas de cada frota de pesca, capitão e tripulação, enquanto as outras variáveis explicativas foram consideradas como efeitos fixos. Para a escolha das covariáveis utilizadas no modelo final foi aplicado o método da dupla penalidade (*double penalty approach*) proposto por Marra e Wood (2011). A significância da correlação para os modelos com dados de PA foi testada pelo “Receiver Operating Characteristic” (ROC) (FIELDING; BELL, 1997; LEHMANN et al., 2002), equivalente a uma regressão linear para dados binários (FIELDING; BELL, 1997). Todas as análises foram conduzidas utilizando o software R (*R Development Core Team*, 2023).

Tabela 1- Lista de variáveis explicativas incluídas nos GAMMs para modelar a ocorrência de pseudo-orca (variável de resposta binária) no Atlântico Sudoeste Equatorial pela pesca com espinhel brasileira.

Nome	Descrição da variável	Tipo de variável	Níveis das variáveis
Lat	Latitude inicial do lançamento	Continua	
Lon	Longitude inicial do lançamento	Continua	
Trim	Trimestre	Categórica	4
Mês	Mês	Categórica	12
Ano	Ano	Categórica	3
Barco	Código para cada barco	Categórica	14
Período	Safra e entre safra	Categórica	2
IL	Índice de iluminação lunar (%)	Continua	
SST	Temperatura da superfície da água do mar (°C)	Continua	
SLA	Anomalia da altura da superfície da água do mar (m)	Continua	
Grad	Frentes oceânicas (°C)	Continua	
U	Componente meridional dos ventos (m/s)	Continua	
V	Componente zonal dos ventos (m/s)	Continua	
Cor	Correntes (m/s)	Continua	

Os resultados da seleção das variáveis pelo método de dupla penalidade e a seleção do melhor modelo (Tabela 2), pelo dAIC, foi relacionada, significativamente ($p < 0,05$), o trimestre, Ano, CPUE atuns e Barco, com a variabilidade adicional espacial não capturada por

estas variáveis descritas por uma suavização espacial, foram as que melhor representaram a influência da Pseudo-Orca na pesca (GAMM; %dev = 39,20):

$$P/PA = \text{Ano} + f_1(\text{lat}, \text{lon}) + f_2(\text{CPUE_atuns}) + \text{Trim} + f_3(\text{Barco}) + e$$

A variável Ano e Trim consideradas é o fator ano e trimestre em i^{th} e $f_1 - f_2$ são funções suavizadoras das covariáveis: Latitude, Longitude e CPUE. $v_{k(i)}$ é o efeito da variável aleatória Barco.

Tabela 2- Sumario da seleção do modelo da relação da pesca com espinhel

Modelos	AIC	dAIC
Chati~Ano+s(lon)+s(lat)+s(CPUE_Atuns) +factor(Mes)+s(Dia)+s(SLA)+ random (Barco),family=binomial("logit")	825,0	132,7
Chati~Ano+s(lon,lat,by=Mes)+s(CPUE_Atuns)+factor(Mes)+s(Dia)+s(SLA)+ random (Barco),family=binomial("logit")	819,4	127,1
Chati~Ano+s(lon,lat)+s(CPUE_Atuns)+ Trim + random(Barco),family=binomial("logit")	692,3	0

5. RESULTADOS

Durante o período analisado, foram realizadas um total de 2.148 lançamentos de pesca, distribuídos em 41 expedições de pesca, dentre as quais observou-se, por diversas vezes a presença da pseudo-orca, conforme ilustrado na Figura 3. Sendo registrado a presença da pseudo-orca em 200 lançamentos, representando 9,3% da taxa de avistamento (TA).

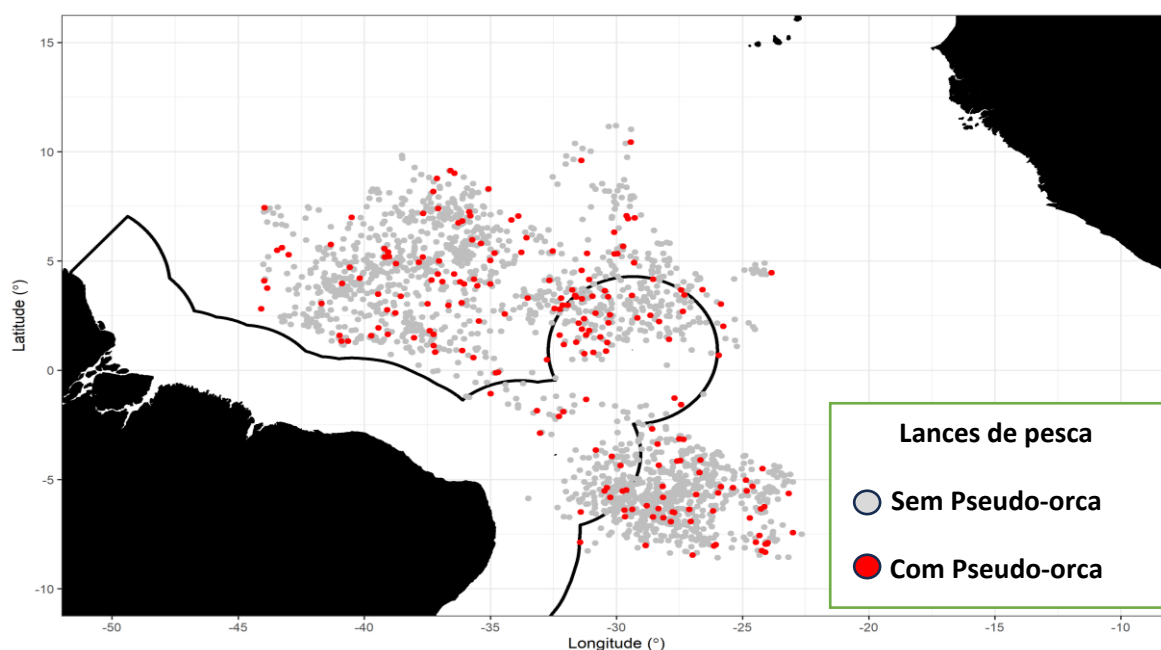


Figura 3 – Distribuição espacial dos lançamentos de pesca, no período de janeiro 2020 a agosto de 2023. Em cinza os lançamentos de pesca sem avistamento; Vermelho lançamentos de pesca com avistamento de Pseudo-orca.

Fonte: Autora, 2023.

As áreas que apresentaram as maiores taxas de avistamentos foram registradas ao Norte, abrangendo as latitudes de 0°N a 5°N e as longitudes de 25°W a 32°W, conforme evidenciado na Figura 4, em corroborando a com as descobertas previamente documentadas por DANTAS et al. em 2007.

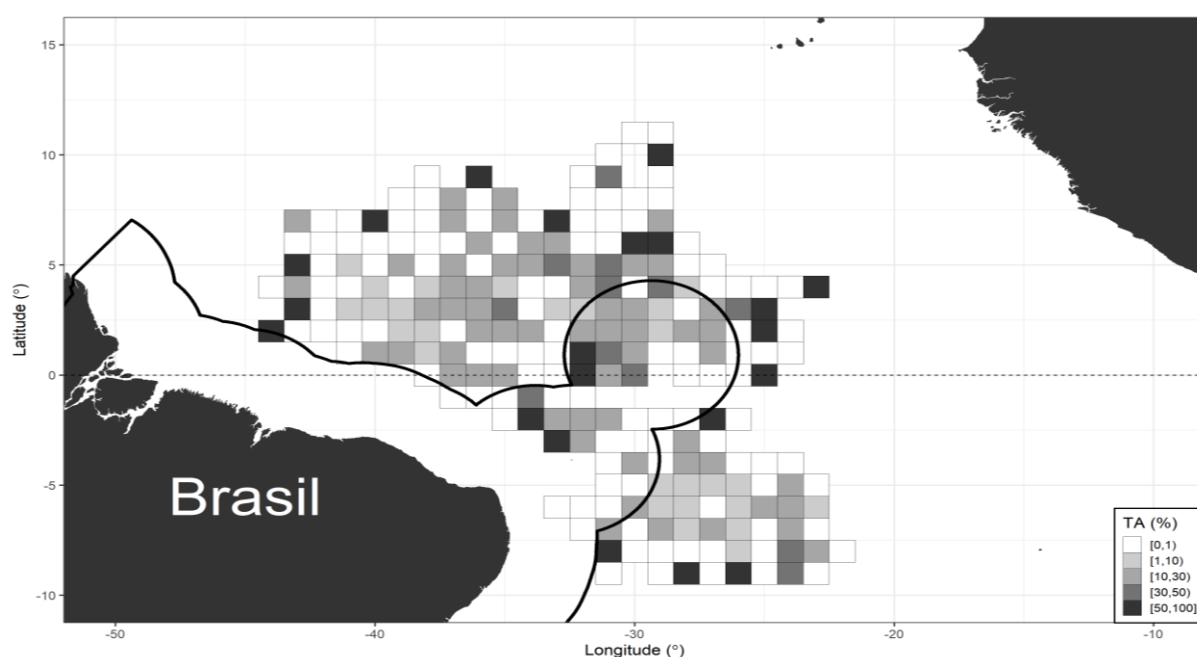


Figura 4 – Distribuição espacial das taxas de avistamento (TA), no período de janeiro 2020 a agosto de 2023.

Fonte: Autora, 2023.

A partir dessas observações, tornou-se possível identificar as taxas de avistamento (TA) em análises mensais, trimestrais e anuais, além de avaliar as capturas, as incidências de depredação envolvendo as pseudo-orca e a perda total da frota em decorrência dessas interações (Tabela 3).

Tabela 3- Valores anuais, mensais e trimestrais das taxas de avistamento (TA), captura total (TC), número de depredação (Dep), Percentual de depredação (%Dep), Perda média por lançamento (PM) e Perda total (PT).

	lance	Pseudo-orca	TA	TC	Dep	Dep (%)	PM (R\$)/Lance	PT (R\$)
ANO								
2020	391	9	2,30	8.416	162	1,92	46.800,0	421.200,0
2021	481	30	6,24	11.590	491	4,24	42.553,3	1.276.600,0
2022	780	95	12,18	16.067	1227	7,64	33.581,1	3.190.200,0
2023	496	66	13,31	13.258	1209	9,12	47.627,3	3.143.400,0
MENSAL								
1	276	30	10,87	7.379	573	7,77	49.660,0	1.489.800,0
2	199	11	5,53	6.204	243	3,92	57.436,4	631.800,0
3	218	13	5,96	6.485	228	3,52	45.600,0	592.800,0
4	140	14	10,00	3.451	282	8,17	52.371,4	733.200,0
5	195	20	10,26	3.883	278	7,16	36.140,0	722.800,0
6	157	34	21,66	2.963	443	14,95	33.876,5	1.151.800,0
7	150	14	9,33	2.894	170	5,87	31.571,4	442.000,0
8	134	13	9,70	2.637	149	5,65	29.800,0	387.400,0
9	169	6	3,55	3.141	66	2,10	28.600,0	171.600,0
10	165	11	6,67	3.272	140	4,28	33.090,9	364.000,0
11	141	15	10,64	2.775	258	9,30	44.720,0	670.800,0
12	204	19	9,31	4.247	259	6,10	35.442,1	673.400,0
TRIMESTRAL								
TRIM_1	693	54	7,79	20.068	1044	5,20	50.266,7	1.714.400,0
TRIM_2	492	68	13,82	10.297	1003	9,74	38.350,0	2.607.800,0
TRIM_3	453	33	7,28	8.672	385	4,44	30.333,3	1.001.000,0
TRIM_4	510	45	8,82	10.294	657	6,38	37.960,0	1.708.200,0

Fonte: Autora, 2023.

A incidência de perda por lançamento foi notada em todos os meses do ano, com uma notável elevação nos registros do primeiro mês, seguida pelo sexto mês. Esse padrão resultou em um aumento significativo durante o segundo trimestre, acarretando um custo total para a pesca de R\$ 2.607.800,00 (Tabela 3). Este aumento é atribuído às depredações causadas pela pseudo-orca. As taxas de avistamento da pseudo-orca apresentaram uma tendência de crescimento linear durante o período de 2020 a 2022, passando de 2,3% para 12,18%, respectivamente e estabilizando, aparentemente, em 2023 (13,31%) (Tabela 3).

Os avistamentos mensais variaram consideravelmente ao longo dos meses acumulados, com valores mínimos ocorrendo em setembro ($TA=3,5\%$) e a máxima observação em junho ($TA=21,6\%$). No primeiro mês a taxa de avistamento (TA) apresentou 10% das observações, caindo quase 2 vezes nos dois meses consecutivos. Voltando a subir gradativamente nos meses 4 a 5, até atingir o máximo no mês 6 ($TA=21,6\%$), com uma forte tendência de decréscimo até o mês 9 quando atingiu os menores valores registrados. A partir do mês 10 observou uma tendência crescente nas TAs se estabilizando no mês 12 ($TA = 9,3\%$).

Nos primeiros trimestres as taxas de avistamento foram mais concentradas ao oeste $30^\circ W$ entre as latitudes de $2^\circ N$ a $8^\circ N$ ($TA= 30\%-50\%$). No segundo trimestre, as taxas de Avistamento aumentam significativamente ficando concentradas em duas áreas, sendo a primeira nas latitudes $0^\circ N$ e $5^\circ N$ e entre as longitudes de $33^\circ W$ a $22^\circ W$, com TAs variando entre 30% a 100% e a segunda $0^\circ N$ e $5^\circ N$ e $35^\circ W$ a $40^\circ W$, com as TAs variando entre 10% a 30%. No terceiro trimestre a taxa de avistamento já começa a reduzir, variando entre 10% – 30%, para a área $0^\circ N$ e $5^\circ N$ e $33^\circ W$ a $25^\circ W$. Por fim no quarto trimestre a área de concentração da pesca ficou entorno $4^\circ S$ e $10^\circ S$ e $35^\circ W$ a $22^\circ W$, apresentando taxas de avistamento entre 1% e 60%. (Figura 5).

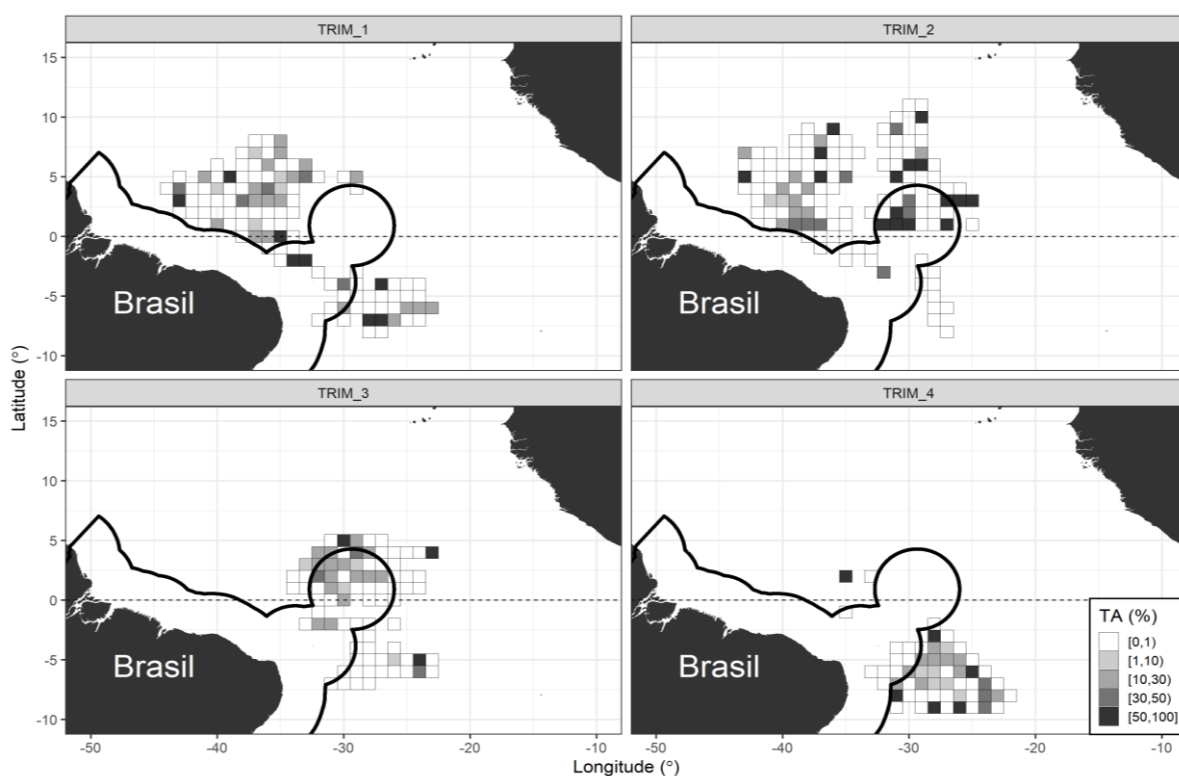


Figura 5- Distribuição espacial das taxas de avistamento (TA) no período janeiro de 2020 a agosto de 2023.

Fonte: Autora, 2023.

A seleção do melhor modelo, apresenta uma acurácia bastante elevada com valor de 0,88 (88%) de previsões corretas. No entanto, a precisão, que mede a proporção de previsões positivas verdadeiras, apresentou um valor de 0,53 (53%) das previsões. Por outro lado, a área sob a curva é de 0,71 (71%), o que sugere que o modelo possui um desempenho aceitável na curva ROC. As análises residuais para o modelo final apresentaram uma distribuição residual bastante moderada, com grande parte se concentrando na área negativa, porém aceitável pela natureza dos dados (Figura 6).

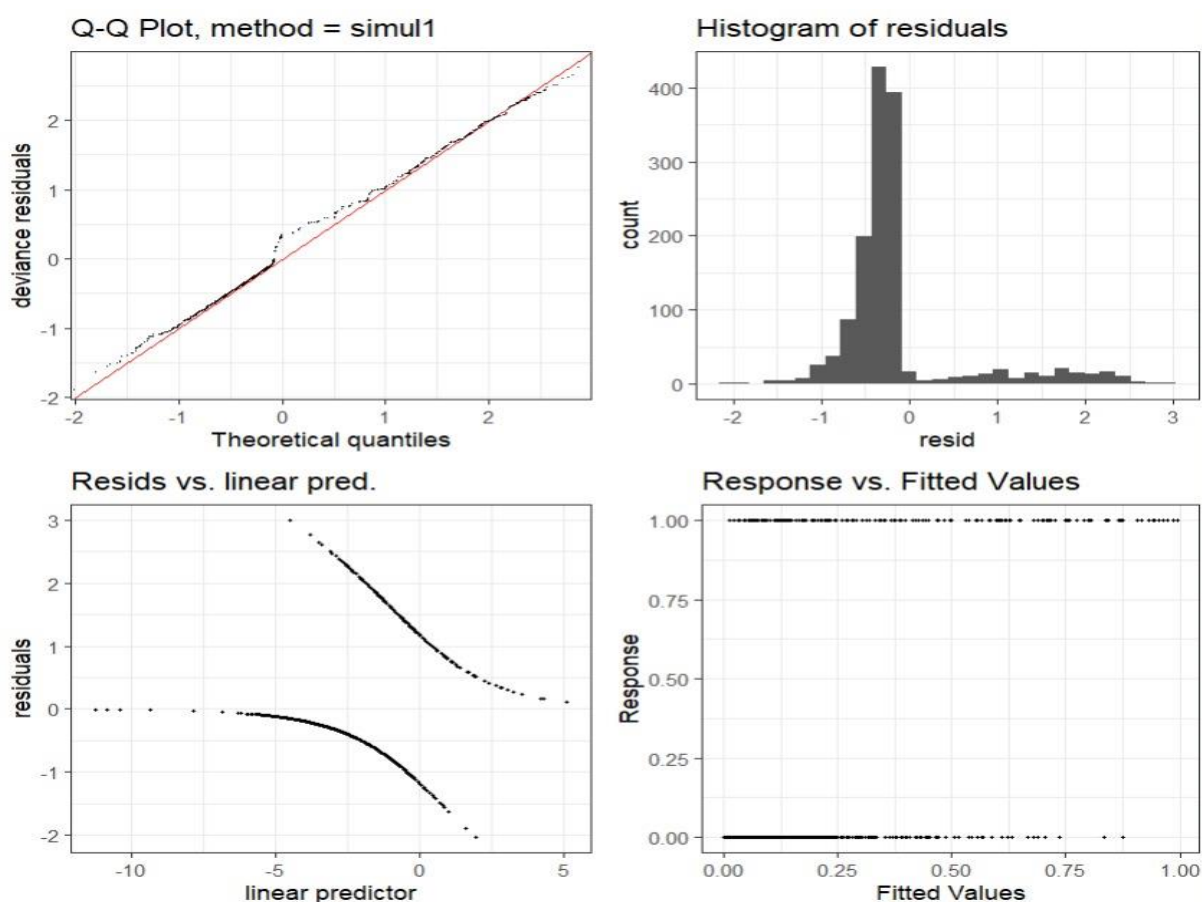


Figura 6 – Sumario dos resíduos do modelo relação da pesca com espinhel.

Fonte: Autora, 2023.

Algumas embarcações, apresentaram oscilações significativas nas taxas de avistamento de pseudo-orcas (Figura 7). Essas variações podem resultar de uma combinação de fatores, incluindo a localização das embarcações, as condições ambientais e as características individuais das pseudo-orcas, entre outros aspectos. A análise dessas oscilações pode proporcionar uma compreensão mais profunda dos padrões de distribuição e

comportamento desses cetáceos, bem como das interações entre as embarcações e a vida marinha.

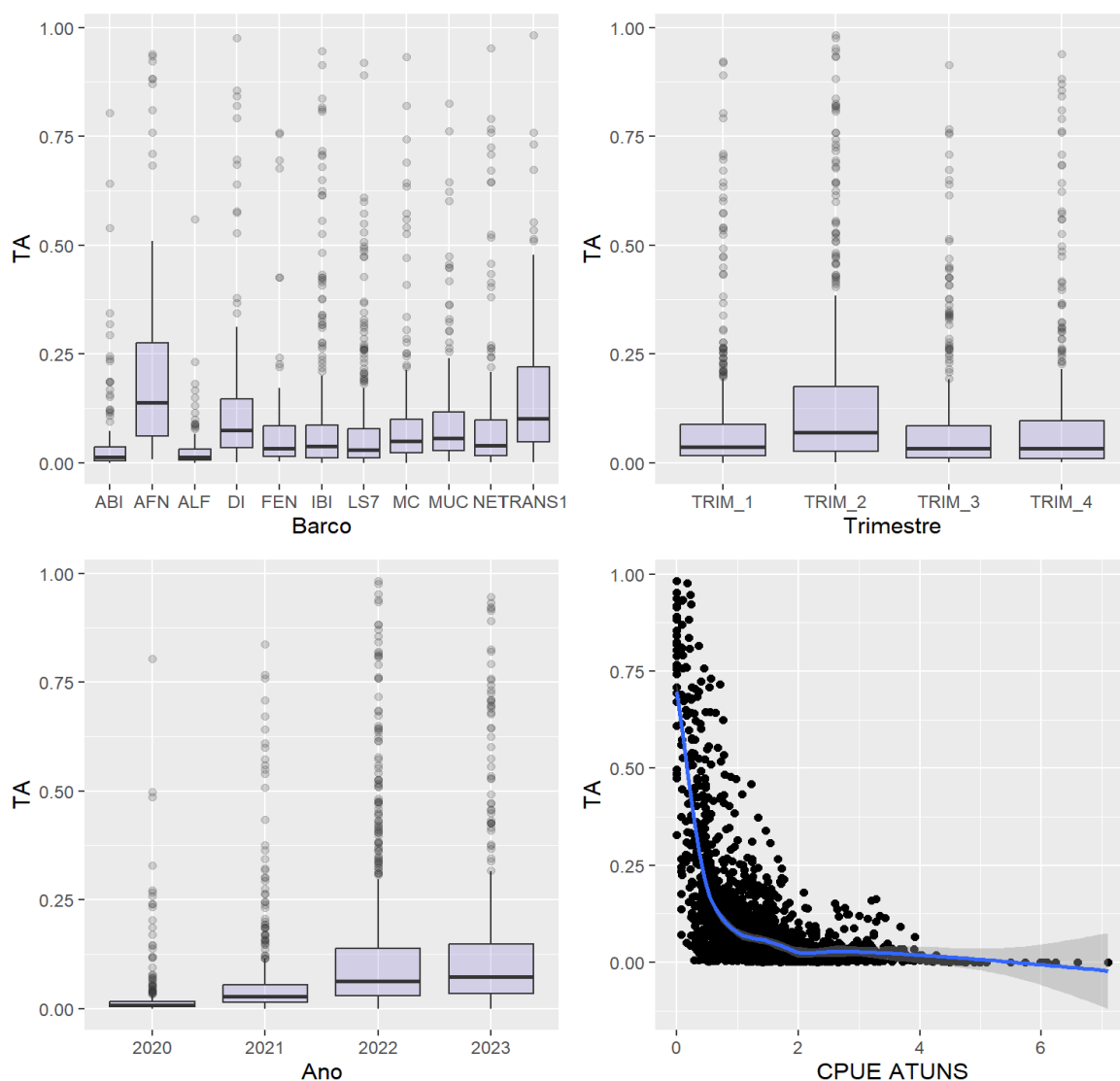


Figura 7 – Boxplot das variáveis do modelo da relação da pesca com espinhel. TA= Taxa de Avistamento.

Fonte: Autora, 2023.

6. DISCUSSÃO

Trabalhos com interação entre a pseudo-orca e a pesca com espinhel é bastante escasso. No Atlântico Oeste Equatorial, apenas um trabalho descreve essas interações (Dantas, et al. 2007). Os registros de pesca com espinhel pelágico realizados nos anos de 2020 a 2023, revelam avistamentos frequentes da pseudo-orca em vários dias de pesca.

Os avistamentos são observados em todos os meses e anos, o que sugere uma presença constante ao longo do tempo. No entanto, ao analisar a distribuição espacial desses

avistamentos, é possível notar que há uma tendência sazonal, ou seja, certos trimestres do ano apresentam uma concentração maior de avistamentos em determinadas áreas geográficas. Isso sugere que há períodos específicos durante os quais esses avistamentos são mais frequentes em determinadas regiões, possivelmente devido a fatores sazonais como condições climáticas, migração de espécies ou padrões de comportamento.

Foi registrado ocorrências de depredações em todos os meses, indicando uma presença constante ao longo do ano da pseudo-orca. Esses dados apontam para uma presença da pseudo-orca, resultando em impactos adversos, requerendo esforços contínuos para mitigar as perdas econômicas associadas. A necessidade de enfrentar depredações em todos os meses ressalta a importância de estratégias consistentes e sustentáveis para gerenciar esses eventos, visando à sustentabilidade das operações pesqueiras e à minimização dos prejuízos envolvidos. Apesar dos avistamentos observados em todos os trimestres em áreas específicas e com consideráveis valores, o percentual de depredação foi muito mais elevado no terceiro trimestres, particularmente no mês julho com 14,95% de depredação por lance.

É notável que o segundo trimestre demandou o maior investimento, possivelmente devido aos danos causados pelas interações da pseudo-orca com a pesca, resultando em consideráveis perdas econômicas. Essa situação requer investimentos adicionais, conforme citado pelos autores SECCHI et al., 2005; GOETZ et al., 2011; PETERSON et al., 2014, em recursos como tempo, combustível, alimentação da tripulação, iscas e na busca por áreas de pesca alternativas, como estratégias para mitigar a depredação.

Os lançamentos de pesca com a presença das pseudo-orca foram relatados em todos os anos analisados. As taxas de avistamento da pseudo-orca apresentaram uma tendência de crescimento linear durante o período de 2020 a 2022, passando de 2,3% para 12,18%, respectivamente e estabilizando, aparentemente, em 2023 (13,31%). Pescadores tem relatado um aumento crescente dessas interações ao longo dos últimos anos. Muitos deles relatam que as interações estão diretamente associadas a quantidade de barcos de cardume associado, particularmente no final do segundo trimestre e terceiro trimestre, quando interagem praticamente na mesma área (Vinicius Seixas, *comunicação pessoal*). Por outro lado, essa interpretação, precisa ser melhor estudada, visto que o programa de coleta realizado pela *FISHFIND* iniciou em 2020 e esse aumento nas TA podem estar relacionados, também, ao esforço informado pelos pescadores.

A razão da variabilidade observada na oscilação de algumas embarcações ainda é desconhecida, porém pode estar relacionada com algumas características físicas (ex. produção

de ruído pelo motor, entre outros) de algumas embarcações que atraem mais os predadores do que outras (Donoghue et al., 2003; Tixier et al., 2010; Passadore, et al, 2015).

A CPUE dos atuns foi fortemente influenciada pela TA, apresentando um decréscimo na medida que a TA aumenta. Apesar do presente estudo não abordar eventos anteriores e posteriores as ocorrências de pseudo-orcas, os mestres notaram que a presença de pseudo-orca afasta as espécies-alvo da área de pesca reduzindo a captura, mesmo saindo da área onde teve a ocorrência, por pelo menos 3 dias, já que como trabalham com a lua, não se afastam mais que 30 milhas, apenas em caso de necessidade.

As interações entre os cetáceos, como as pseudo-orca e a pesca de espinhel podem ter diversos desdobramentos dependendo da região e das circunstâncias específicas. Em algumas áreas, essas interações podem envolver ataques diretos das pseudo-orca aos peixes capturados, podendo ser prejudiciais para os cetáceos, devido aos riscos associados à captura acidental. Isso pode ocorrer devido ao comportamento predatório das pseudo-orca, que veem os peixes nas linhas de espinhel como presas em potencial (DANTAS, 2007).

Para mitigar essas interações negativas, esforços de conservação e regulamentações devem ser implementados na pesca com espinhel. Isso inclui a adoção de dispositivos de redução de captura acidental, a criação de áreas de proteção marinha e o estabelecimento de regulamentos adequados. A coexistência harmoniosa entre a pesca de espinhel e os cetáceos requer uma abordagem equilibrada que proteja tanto os recursos marinhos quanto as espécies marinhas.

7. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. L. V., PINEDO, M. C. AND BARRETO, A. S. 2000. Gastrointestinal parasites and prey items from a mass stranding of false killer whales, *Pseudorca crassidens*, in Rio Grande do Sul, southern Brazil. Instituto de Biologia, DAAD, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, CEP 96200-000, Pelotas, RS, Brazil.
- AMORIM, A.F., ARFELLI, C.A. and BACILIERI, S. 2002. Shark Data From Santos Longliners Fishery off Southern Brazil (1971-2000). Collective Volume of Scientific Papers, **ICCAT**, 54 (4): 1341-1348.
- ARFELLI, C.A. 1996. **Estudo da Pesca e Aspectos da Dinâmica Populacional de *Espadarte Xiphias gladius* L. 1758, no Atlântico Sul**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, UNESP Campus de Rio Claro: pp 1-175.
- BAIRD, R. W. Stacey, J., Leatherwood, S., ***Pseudorca crassidens***. In: Mammalian Species Band 456, 2. Juni 1994; S. 3.

BAIRD, R. W. (2009). «False Killer Whale: *Pseudorca crassidens*». In: Perrin, W. F.; Würsig, B.; Thewissen, J. G. M. Encyclopedia of marine mammals (PDF). Amsterdã e Boston: **Elsevier/ Academic Press**. p. 405–406. ISBN 978-0-08-091993-5.

BAIRD, R. W. : False Killer Whale: *Pseudorca crassidens*. In: B. Würsig, J. G. M. Thewissen, K. Kovacs: Encyclopedia of Marine Mammals. 3rd edition. **Elsevier Inc.**, London 2018, ISBN 978-0-08-091993-5, S. 347–349 (Volltext)

BAIRD, R. W. (2020). «False Killer Whale - *Pseudorca crassidens*». **Lista Vermelha da IUCN**. União Internacional para Conservação da Natureza (UICN). p. e.T18596A145357488. doi:10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T18596A145357488.

BASTIDA, R, D RODRÍGUEZ, E SECCHI; V SILVA. **Mamíferos acuáticos de Sudamérica y Antártida**. 1ª ed. Buenos Aires, Vásquez Mazzini Editores. 366p.

BRASIL. Portaria interministerial no 59-a, de 9 de novembro de 2018. Edição: 220-A, Seção: 1- Extra. Pág. 1. **Interministerial-sg-pr-mma-no-59-a-de-09-11-2018.pdf/view** >Disponível em <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/legislacao/atum/portaria->. Acesso em 22 agosto de 2022.

BRASIL. 2020. **Portaria SAP/mapa nº 248**, de 16 de outubro de 2020. Edição: 200, Seção:1-Pág: 3. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Li/L11959.htm. Acesso em 22 agosto de 2022.

BRUM, FL, e Marýn, YH 2000. **Interações entre mamíferos marinhos e a pesca pelágica de espinhel para espadarte *Xiphias gladius* no Atlântico Sudoeste**. Em Captura de grandes peixes pelágicos (espada e atuns) no Atlântico Sudoeste e sua interação com outros estoques, pp. 89 – 96. Ed. por G. Arena, e M. Rey. INAPE, MGAP, PNUD, Montevideu.

CABRAL, A., Barreto, A.S. (2022). SIMMAM 3.0 – Updating the Toolbox for the Conservation of Marine Mammals (preprint). **bioRxiv** 2022.03.14.484333. DOI: 10.1101/2022.03.14.484333.

CARWARDINE, M. (2019). False killer whale. Handbook of Whales, Dolphins and Porpoises of the world, pp.300-303. **Princeton University Press**, Bloomsbury Publishing Plc.

CARTELLE A. R.; MEJUTO J. Interação da pseudo-orca (*Pseudorca crassidens*) e a depredação nas capturas de espadarte da frota espanhola de espinhel de superfície nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. Collect. Vol. Sci. Pap. **ICCAT**, 62(6): 1721-1738. Janeiro de 2007.

CONOR R., Martin Cohen, Robin W. Baird: **Letter to the Editor Southernmost Record of False Killer Whale (*Pseudorca crassidens*)**. In: Aquatic Mammals. Band 46, Nr. 1, 2020, S. 111–113, doi:10.1578/AM.46.1.2020.111, Volltext.

DANTAS, W. 2007. **Interações entre orcas *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758) e falsas-orcas *Pseudorca crassidens* (Owen, 1846) com a pesca de espinhel pelágico monofilamento no**

Atlântico Oeste Tropical. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, 66p.

DA SILVA, V. M. F. & MARTIN, A. R. 2007. Impact of human activities upon two species of dolphins in Amazonian flooded forest, Brazil. **17th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals.** Cape Town, 29 November – 3 December 2007.

Di TULLIO, J.C., GANDRA, T.B.R., ZERBINI, A., SECCHI, E.R. **Diversity and distribution patterns of cetaceans in the subtropical southwestern Atlantic outer continental shelf and slope.** PLoS ONE, 11(5), e0155841. 2016.

DONOGHUE, M, RR REEVES, & GS STONE. 2002. Report of the Workshop on Interactions Between Cetaceans and Longline Fisheries. Apia - Samoa. 44p

DONOGHUE, M., Reeves, R. R., and Stone, G. 2003. **Report of the workshop on interactions between cetaceans and longline fisheries held in Apia, Samoa,** November 2002. New England Aquarium Aquatic Forum Series Report, 03-1: 1–44.

GILMAN, E; N BROTHERS, G McPHERSON ; P DALZELL. 2006. **A review of cetacean interactions with longline gear.** J. Cetacean Res. 215-223

HAMER, D. J., Childerhouse, S. J., and Gales, N. J. 2012. Odontocete bycatch and depredation in longline fisheries: a review of available literature and of potential solutions. **Marine Mammal Science**, 28: E345–E374.

HAZIN, F. H. V., 2005. **Grandes peixes pelágicos do nordeste (atuns, agulhões e tubarões). Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva.** MMA – REVIZEE.

HAZIN, F.; TRAVASSOS, P. A pesca oceânica no Brasil no Século 21. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 2, n. 1, p. 60–75, 2007.

HAZIN, F.H.V., Hazin, H.G. and Travassos, P.E.P. 2002. Influence of the Type of Longline on the Catch Rate and Size Composition of Swordfish, *Xiphias gladius* (Lineus, 1758), in the Southwestern Equatorial Atlantic Ocean. Collective Volume of Scientific Papers, **ICCAT**, 54 (5): 1555-1559.

Hazin, H. G. 2006. Influência das variáveis oceanográficas na dinâmica populacional e pesca do espadarte, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, capturados pela frota brasileira. (Tese de Doutorado) Universidade do Algarve/Portugal. 213p.

Hetzel, B. & Lodi, L. 1993. Baleias, Botos e Golfinhos. Guia de Identificação para o Brasil. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro

HILDEBRAND, J. (2005). **Impacts of anthropogenic sound.** In: J.E. Reynolds, III, W.F. Perrin, R.R. Reeves, S. Montgomery, and T.J. Ragen (eds). Marine mammal

ICMBio. **Instituto Chico Mendes**. PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS. 2021. Disponível:

<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-cetaceos-marinhos/1-ciclo/pan-cetaceos-marinhos-sumario.pdf>

IRIS Cáceres-Saez, Daniela Haro, Olivia Blank, Anelio Aguayo-Lobo, Catherine Dougnac, Cristóbal Arredondo, H. Luis Cappozzo, Sergio Ribeiro Guevara: Stranded false killer whales, *Pseudorca crassidens*, in Southern South America reveal potentially dangerous silver concentrations. In: **Marine Pollution Bulletin**. Band 145, August 2019, S. 325–333

IWC. 2021. **False killer whale**. <https://iwc.int/false-killer-whale>.

IUCN. 2022. The IUCN **Red List of Threatened Species**. Version 2022-2. Available at: www.iucnredlist.org. Acessado em 09 Março 2023.

JEFFERSON T. A., LEATHERWOOD S., WEBBER M. A., 1993. FAO Species identification guide. **Marine mammals of the world**. UNEP/FAO. Rome. 320 pp.

LODI, L.; BOROBIA, M. 2013. Baleias, Botos e Golfinhos do Brasil: **Guia de Identificação**. Editora Technical Books, Rio de Janeiro.

MADSEN, PT, I. KERR; R. PAYNE. 2004. Cliques de ecolocalização de dois delfínídeos oceânicos de vida livre com diferentes preferências alimentares: a pseudo-orca *Pseudorca crassidens* e o golfinho de Risso *Grampus griseus*. **Jornal de Biologia Experimental** 2007:1811-1823.

MCCULLOUGH, J.L., SIMONIS, A.E., SAKAI, T.; OLESON, E.M. **Acoustic classification of false killer whales in the Hawaiian Islands based on comprehensive vocal repertoire**. JASA Express Letters, 1(7), p. 071201. 2021.

MMA - **Ministério do Meio Ambiente**: Limites Estaduais e Municipais, 2022. Disponível em <<https://antigo.mma.gov.br/component/k2/item/9008>>. Acessado em: 25 de agosto de 2022.

NOAA Fisheries. **NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION** . False Killer Whale. Disponível em: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/false-killer-whale#science>.

PALAZZO JR., J. T. & Both, M. C. 1988. Guia dos Mamíferos Marinhos do Brasil. Editora **Sagra**, Porto Alegre, p. 15,16,17.

PALAZZO JR., J. T., 2006. **Atlântico Sul: um santuário de baleias**. Documento apresentado pelos governos da Argentina, Brasil e África do Sul na 57ª Reunião Anual da Comissão Internacional da Baleia em Ulsan, Coréia do Sul. 80 pp.

PINEDO, M. C.; ROSAS, F. C. W.; MARMONTEL, M. 1992. Cetáceos e Pinípedes do Brasil. Uma revisão dos registros e guia para identificação das espécies. **UNEP/ FUA. Manaus, AM.** 213 pp

PERRIN, W.F. 2015. **World Cetacea Database**. URL . Acesso em 13/03/2023.

ROMAN, J.; ESTES, J.A.; MORISSETE, L.; SMITH, C.; COSTA, D.; MCCARTHY, J.; NATION, J.B.; NICOL, S.; PERSHING, A.; SMETACEK, V. 2014. **Whales as marine ecosystem engineers**. *Frontiers in Ecology and Environment*, 12(7): 377- 385.

REEVES, R. R. Dolphins, whales and porpoises: 2002-2010 conservation action plan for the world's cetaceans. **IUCN**, 2003. v. 58

SCHROEDER, FÁBIO DE A; CASTELLO, JORGE P. 2007. “Cardume associado”: Nova modalidade de pesca de atuns no sul do Brasil - descrição e comparação. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**.

SECCHI, ER, JY WANG, L DALLA-ROSA, SC YANG & RR REEVES. 2005. **Global Review of interactions between cetaceans and longline fisheries**: Preliminary data. SC/57/BC3 International Whaling Commission meeting. Ulsan, South Korea.

SIVASUBRAMANIAN, K. 1964. Predação de capturas de espinhel de atum no Oceano Índico por orcas e tubarões. **Boletim da Estação de Pesquisa Pesqueira**, 17: 221–236

SPRINGER, A.M.; ESTES, J.A.; VAN VLIET, G.B.; WILLIAMS, T.M., DOAK, D.F; DANNER, E.M.; FORNEY, K.A. & PFISTER, B.. 2003. Sequential megafaunal collapse in the North Pacific Ocean: an ongoing legacy of industrial whaling? **Proceedings of the National Academic Science of the U.S.**, 100(21): 12223- 12228.

PRIETO, R., 2002. Univ. dos Açores – **Departamento de Oceanografia e Pescas**. Disponível em http://www.horta.uac.pt/species/Cetacea/textos_especies/Odontocetes/Oor.htm

PHOTOPOULOU, T., P., Ferreira, I.M., Best, P. B.; Kasuya, T., Marsh, H.,: **Evidence for a postreproductive phase in female false killer whales *Pseudorca crassidens***. In: *Frontiers in Zoology*. Band 14, 2017, doi:10.1186/s12983-017-0208-y

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. UFPR integra **Plano Nacional para Conservação de Cetáceos Marinhos Ameaçados de Extinção**. Agosto 2019. Disponível em: <https://ufpr.br/ufpr-integra-plano-nacional-para-conservacao-de-cetaceos-marinhos-ameacados-de-extincao>.