



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”



INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

LAENA VELOSO DIAS

**RELAÇÃO ENTRE OS DADOS DE MONITORAMENTO DE ENCALHES DE
BOTO-CIZA (*Sotalia guianensis*) E A PESCA EM PARTE DA COSTA BRASILEIRA**

São Vicente - SP
2024



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**



**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA**

LAENA VELOSO DIAS

**RELAÇÃO ENTRE OS DADOS DE MONITORAMENTO DE ENCALHES DE
BOTO-CIZA (*Sotalia guianensis*) E A PESCA EM PARTE DA COSTA BRASILEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Biociências da UNESP – Campus do Litoral Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título bacharel em Ciências Biológicas, com habilitação em biologia marinha.

Orientador(a): Daniel Luis Zanella Kantek

Coorientador(a): Karen Marina Silva Lucchini

Supervisor(a): Carolina Pacheco Bertozzi

**São Vicente - SP
2024**

D541r	Dias, Laena Veloso Relação entre dados de monitoramento de encalhes de boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>) e a pesca em parte da costa brasileira / Laena Veloso Dias. -- , 2024 31 p. : il., tabs., fotos, mapas Trabalho de conclusão de curso (-) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente, Orientador: Daniel Luis Zanella Kantek Coorientadora: Karen Marina Silva Lucchini 1. Ecologia de populações. 2. Golfinhos. 3. Cetáceos. 4. Acessórios de pesca. 5. Relação humano-animal. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Resumo.

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é a segunda espécie de pequeno cetáceo com maior incidência de encalhes na costa brasileira e o contato com petrechos de pesca é um fator que tem potencial de agravar seu estado de conservação. No estudo, a fim traçar uma relação entre os números de encalhes e esforços pesqueiros nas regiões de quatro Projetos de Monitoramento de Praias (PMPs) – PMP-BS, PMP-BC/ES, PMP-SE/AL e PMP RN/CE, foram delimitados hotspots nos locais de maior concentração de encalhes e feito buffers nestes, para analisar os dados de embarcações de pesca dentro destes buffers em conjunto com as ocorrências de encalhes. Um total de 3048 animais encalhados foram totalizados entre o período de 2016 – 2023, com média de 762 ocorrências por ano. 1073 encalhes em condições ideais de análise foram filtrados e se descobriu que destes, 329 (30%) demonstraram marcas sugestivas com interação com pesca. Análises correlacionando os encalhes e a atividade pesqueira nas regiões de maiores concentrações de encalhes demonstraram que, quando há a presença de embarcações pesqueiras nos PMPs, resultou no aumento do número de animais encalhados. O aparecimento de carcaças nas praias e a mortalidade são multifatoriais, entretanto, quando relacionado a esta variável específica, o esforço pesqueiro é uma condicionante expressiva para o encalhe da espécie.

Palavras-chave: Delphinidae, condicionante ambiental, impacto antrópico.

Abstract.

The Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) is the second small cetacean species with one of the highest incidences of strandings along the Brazilian coast and the species' encounter with fishing gear is a factor that worsens its state of conservation status. In the study, to establish a connexion between the numbers of strandings and fishing efforts in the regions of four Beach Monitoring Projects (PMPs) – PMP-BS, PMP-BC/ES, PMP-SE/AL and PMP RN/CE, hotspots were delimited in the locations with the highest concentration of strandings and buffers were created in these areas, to analyze data from fishing vessels within these buffers together with the occurrences of strandings. A total of 3,048 stranded animals were recorded between the 2016 – 2023, with an average of 762 occurrences per year. 1,073 strandings under ideal analysis conditions were filtered and it was discovered that 329 (30%) found suggestive marks with interaction with fishing. Analyzes correlating strandings and fishing activity in regions with the highest concentrations of strandings revealed that, when there is the presence of fishing vessels in PMPs, there was an increase in the number of stranded animals. The appearance of carcasses on beaches and mortality are multifactorial, however, when related to this specific variable, fishing effort is a significant condition for the stranding of the species.

Key words: Delphinidae, environmental requirements, anthropogenic effect.

1. Introdução¹

O boto-cinza (*Sotalia guianensis* van Bénédén 1864) é um pequeno golfinho estuarino com distribuição que compreende grande parte do litoral brasileiro e se estendendo até a América Central (1) – sendo encontradas populações desde a costa sul brasileira, em Florianópolis (SC) (2) até a Nicarágua (3). Por habitar áreas estuarinas abrigadas, como enseadas e baías, é como o animal entrar em contato com atividades antrópicas associadas a construções urbanas, portos, estaleiros e principalmente atividade pesqueira (4). Este último sendo alvo de estudos tanto comportamentais, em que os botos atuam como facilitadores de captura de presa (1), como investigação ativa de interações diretas dos animais com embarcações e petrechos de pesca (5–7).

Listada como “vulnerável” (8,9), o boto-cinza é uma das espécies de pequeno cetáceo com maior sensibilidade a interação com pesca em território brasileiro (10,11), sendo comum encontrar indivíduos mortos (12,13) e vivos (14,15) com marcas sugestivas dessa interação. Junto com a toninha (*Pontoporia blainvillei* Gervais & d’Orbigny, 1844), é um dos cetáceos com maior ocorrência de encalhes no Brasil; foram registrados 4500 botos-cinza encalhados desde o Amapá até Santa Catarina entre 1981 e 2019 (16).

A presença de carcaças encalhadas no litoral funciona como mecanismo chave para o acompanhamento da biota aquática pouco estudada e/ou elusiva, fornecendo dados sobre ocorrência, morfologia, riqueza de populações, biodiversidade (17,18) e para traçar correlações entre impactos antrópicos nocivos para a conservação de espécies mais vulneráveis (19,20). O principal motivo de mortalidade de grande parte de tetrápodes marinhos está associado com contato, direto ou indireto, com petrechos de pesca e capturas acidentais (21). Ao realizar esforços de monitoramento para o encontro de animais encalhados em regiões específicas é possível identificar com maior facilidade quais populações estão sendo mais afetadas, além de favorecer a investigação das causas de mortalidade e subsidiar informações para avaliação do status de conservação (22,23).

Os Projetos de Monitoramento de Praias (PMP) atuam na costa brasileira como condicionantes do licenciamento ambiental conduzido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), de atividades envolvendo exploração e produção (E&P) de petróleo e gás natural offshore da Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRAS) nas Bacias de Santos (PMP-BS), de Campos/Espírito Santo (PMP-BC), de Sergipe/Alagoas

¹ O manuscrito foi formatado segundo a revista Biodiversidade Brasileira.

(PMP-SE/AL) e Potiguar (PMP-RN/CE). Esses projetos têm como objetivo avaliar de que forma essas atividades podem interferir na biota aquática nas áreas de abrangência dos projetos. Os PMPs se iniciaram entre 2001-2002 com caráter de curta duração, mas logo se mostraram uma ferramenta com grande importância no monitoramento da biota aquática (24).

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo investigar encalhes de *Sotalia guianensis* registrados pelos PMPs e correlacioná-los com a ocorrência de esforços pesqueiros nos locais de maior incidência de encalhes. Serão ainda analisadas as relações espaciais e temporais entre as variáveis citadas.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo.

As áreas de estudo são delimitadas pelo limites de atuação dos PMPs: PMP-BS compreende desde Laguna, Santa Catarina (SC) ($28^{\circ} 28' 57''S$, $48^{\circ} 46' 53''W$) até Saquarema, Rio de Janeiro (RJ) ($22^{\circ} 55' 52''S$, $42^{\circ} 29' 47''W$), com uma área total de 2.013,4 km; PMP-BC/ES compreende de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro (RJ) ($22^{\circ} 57' 58''S$, $42^{\circ} 1' 44''W$) até Conceição da Barra, Espírito Santo (ES) ($18^{\circ} 35' 33''S$, $39^{\circ} 44' 55''W$), com extensão de 707,4 km; PMP-SE/AL realizado de Conde, Bahia (BA) ($11^{\circ} 48' 40''S$, $37^{\circ} 36' 40''W$) até Pontal do Peba, Alagoas (AL) ($10^{\circ} 21' 15''S$, $36^{\circ} 17' 37''W$), com 270 km de extensão; e PMP-RN/CE que compreende de Caiçara do Norte, Rio Grande do Norte (RN) ($5^{\circ} 4' 48''S$ - $36^{\circ} 4' 7''W$) até Aquiraz, Ceará (CE) ($3^{\circ} 54' 9''S$, $38^{\circ} 23' 19''W$), com 325 km de extensão (Figura 1).

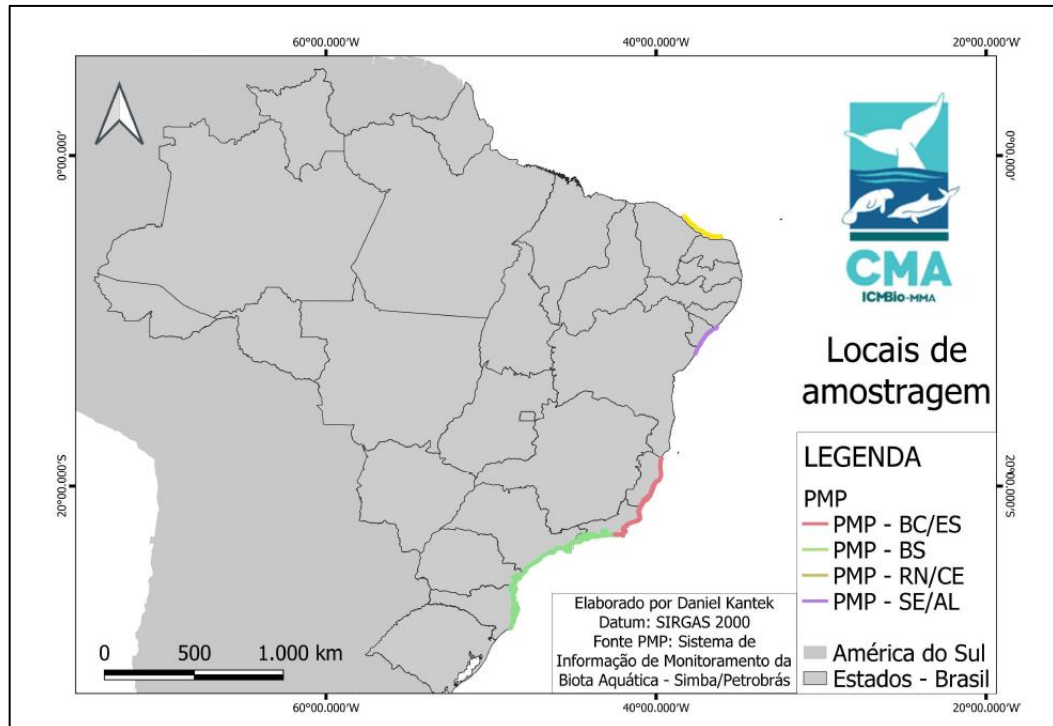


Figura 1 - Áreas onde ocorrem cada Projeto de Monitoramento de Praias na costa brasileira.

2.2. Mapeamento dos hotspots de encalhes e criação de buffers.

Utilizando o Sistema de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA), uma plataforma que coleta e armazena dados dos esforços de monitoria nos PMPs, foram coletadas as coordenadas dos indivíduos encalhados e com estes foram elaborados mapas com a localização dos encalhes no software QGIS (versão 3.28.13). Tendo a quantidade dos encalhes por região, foram feitos os mapas contendo o maior número de registros de animais encalhados (as zonas de hotspots). Para obter a distribuição especializada de pontos de calor foi utilizada a estimativa Kernel, a qual fornece uma estimativa de intensidade de um fenômeno em uma área delimitada específica utilizando o raio de influência/largura de banda dos pontos e a função de estimação ou interpolação (25).

Para a filtragem das áreas como maior concentração de encalhes nas quatro áreas estudadas, foi utilizado no QGIS o método da separatriz em 20 partes, sendo que ao separar a porção 1/20 com maior concentração Kernel, obtivemos 5% das áreas com maior concentração de encalhes. Essas áreas foram criadas para identificar e delimitar os hotspots e com isso fazer as análises de correlação com esforços de pesca dentro destas áreas.

Feito os hotspots, foram desenhados buffers com um raio de 51,6 km com centro nos hotspots. A delimitação do raio de abrangência diz respeito à deriva das carcaças a partir do ponto de interação que os animais tiveram com as embarcações, visto que a disposição e encalhe na praia é afetada também por eventos abiótico (como força de maré, correntes de ar etc.) (26).

2.3. Coleta de dados de pesca.

Para a obtenção de dados de esforço de pesca nos PMPs, foi utilizada a plataforma Global Fishing Watch (GFW), que fornece dados de esforços de embarcações pesqueiras a nível global em tempo real, usando rastreamento por satélite. No GFW há dois tipos de monitoramento: o Sistema de Identificação Automática (AIS), que gera dados por modelagens feitas por inteligência artificial e o Sistema de Monitoramento de Embarcação (VMS), que capta os dados diretamente das embarcações. O esforço AIS não foi usado no estudo por ter demonstrado ter dados com período de amostragem de menor qualidade (ex. por ter se iniciado como um sistema experimental e ter seus dados sendo sofisticados com o passar do tempo pela inteligência artificial). Após determinar que apenas os esforços VMS (em horas) seriam utilizados no estudo, por ter dados mais sólidos e de maior qualidade, foram montadas planilhas no Excel a fim de filtrar os dados para posterior análise estatística. Os esforços VMS foram analisados em todos os PMPs conforme o diferente tempo de atuação de cada. A visualização do esforço pesqueiro durante os anos amostrais é importante para determinar a sazonalidade da pesca nas regiões de estudo e esquematizar respostas visuais e gráficas para correlação dos dados de encalhe e pesca.

2.4. Análise de Modelos Aditivos Generalizados.

Contendo todos os dados de esforços pesqueiros nas áreas de amostragem, foram feitas análises de Modelos Aditivos Generalizados (GAM) para determinar se há correlação positiva entre atividade pesqueira e aumento dos encalhes. O modelo foi escolhido pois a relação entre as variáveis de resposta e preditoras é complexa e não facilmente modelada por funções lineares ou não lineares específicas. Para este estudo as variáveis respostas são os números de encalhes registrados nos PMPs e as variáveis preditoras são os esforços pesqueiros nas regiões. Ajustamos os modelos usando máxima verossimilhança restrita (REML) no pacote R *mgev* versão 1.9-1 (27). O REML foi aplicado porque, quando os modelos contêm covariáveis altamente correlacionadas, é encontrado um grau ótimo de suavização (28). Os dados foram analisados separadamente em cada hotspot e foram obtidas respostas gráficas com a correlação entre as variáveis analisadas.

Foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC), que é uma métrica que mensura a qualidade de um modelo estatístico visando também a sua simplicidade. Fornece, portanto, uma métrica para comparação e seleção de modelos, em que menores valores de AIC representam uma maior qualidade e simplicidade, segundo este critério. Para respostas estatísticas significativas, foi levado em consideração valor de $p < 0.05$.

Para as análises temporais de esforço de pesca nas regiões estudadas foram utilizados vários modelos, um contendo os esforços de VMS sem atraso e mais cinco restantes com atrasos cada um contendo um mês de atraso a mais que o anterior (nomeadas de VMS 1 até VMS 5). Os atrasos foram implementados no estudo pois se levou em consideração que muitos dados sem atraso não coincidiam com encontro de carcaças na praia, ou seja, se a interação pesqueira ocorre e impacta os animais, os encalhes tendem a demorar a aparecer – levando em consideração variáveis, principalmente à deriva das carcaças em alto mar e aparecimento nas praias analisadas, sendo um fator que gera respostas em longo prazo. Foi feita também a análise

com todos as variáveis em conjunto (VMS + atrasos), para investigar o melhor modelo para os dados deste trabalho e em alguns buffers, foram elaborados modelos de variáveis agrupadas, de forma a tentar identificar a melhor interpretação estatístico para os dados. Modelos obtidos pelos esforços VMS com os encalhes buscam explicar a tendência de impacto pesqueiro no animal e seu aparecimento nas praias.

3. Resultados

3.1. Encalhes e interações com pesca.

O período amostral do estudo abrange os anos de 2016 até 2023, sendo que cada PMP possui um tempo de atuação diferente: PMP-BS (2016-2023), PMP-BC/ES (2017-2023), PMP-RN/CE (2019-2023) e PMP-SE/AL (2020-2023). A soma total de encalhes nas quatro áreas de estudo durante o período amostral é de 3048 (média anual=762 e desvio padrão=8,22). O maior número de registros ocorreu no PMP-BS (n=2304, média anual=288) e no PMP-BC/ES (n=529, média anual=76). Já os menores números encontrados foram no PMP-SE/AL (n=173, média anual=43) e no PMP-RN/CE (n=42, média anual=8).

Após coletar os dados de encalhes, a fim de filtrar e analisar quantos indivíduos tiveram alguma interação com pesca, foi utilizando o SIMBA para obter as condições dos animais e foram selecionadas apenas informações de animais vivos, de carcaças frescas e em estágio inicial de decomposição (identificados por COD. 1, 2 e 3, respectivamente). Foi utilizado este critério uma vez que quanto melhor a integridade física do animal melhor é a análise e identificação de interação com petrecho pesqueiro. Pela filtragem, foram obtidas informações de 1073 indivíduos, sendo deste total, 30% (n=329) dos animais continham evidências de interação com algum tipo de material de pesca em algum nível (Figura 2).

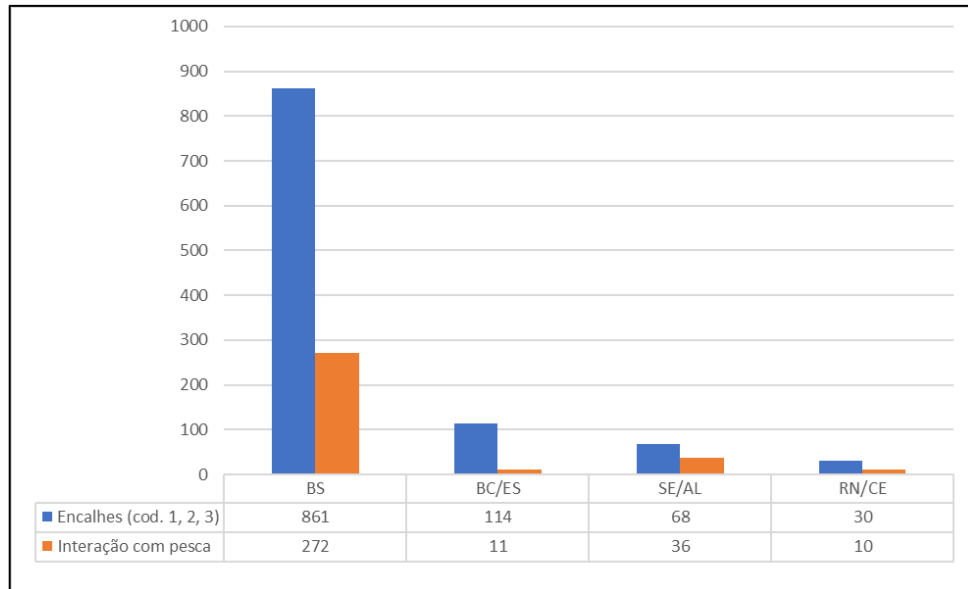


Figura 2 - Número de encalhes (COD. 1, 2 e 3) nos PMPs e quantos tiveram interação com pesca. Os dados de SE/AL são os mais expressivos, a maioria dos animais encontrados interagiram com pesca.

3.2. Estimativa Kernel e buffers.

Os dados obtidos através da estimativa Kernel informaram as regiões que mais se destacam em relação a concentração de encalhes. Os buffers criados ao redor das regiões de maior densidade podem ser vistos em vermelhos nos mapas de calor apresentados abaixo para os quatro PMPs. Para estas regiões de hotspots delimitadas com buffers, separamos as Bacias de Santos e de Campos em duas regiões cada uma, delimitadas como BS-Sul (compreendendo Paraná e divisa com São Paulo) e BS-Sudeste (compreendendo Rio de Janeiro) e BC-RJ e BC-ES, porque as duas bacias apresentaram zonas de hotspots muito distantes e com números expressivos em cada.

Cada buffer nos PMPs apresentou um total de animais encalhados. No total, para os buffers, tivemos os seguintes números de ocorrências: BS-Sul com 726 e BS-Sudeste com 716, BC-RJ com 174 e BC-ES com 127, SE/AL com 52 e RN/CE com 41.

Na Bacia de Santos (Figura 3), as regiões que correspondem aos municípios de Paranaguá/PR (25°31'12"S, 48°30'32"W), Cananéia/SP (25° 1' 28"S, 47° 55' 56"W), Baía de Guanabara/RJ (22° 48' 41"S, 43° 09' 16"W) e Itaguaí/RJ (22° 51' 7"S, 43° 46' 30"W) tiveram as maiores concentrações de encalhes.

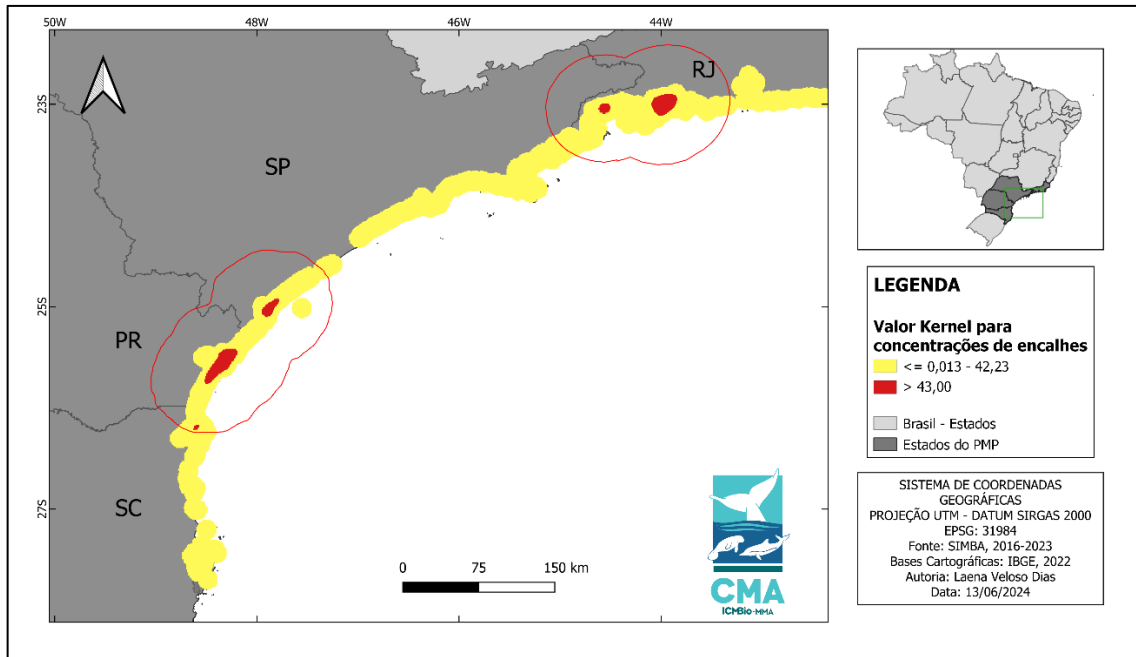


Figura 3 - Mapa de densidade contendo os buffers (contorno vermelho) de maiores concentrações de encalhes no PMP-BS. Nota-se duas zonas com dois buffers diferentes, categorizando no estudo a BS entre Sul e Sudeste.

Para os resultados na Baía de Campos-Espírito Santo (Figura 4), os pontos de maior densidade e extensão foram encontrados no monitoramento nas praias dos municípios de Quissamã/RJ ($22^{\circ} 6' 31''\text{S}$, $41^{\circ} 28' 16''\text{W}$), Carapebus/RJ ($22^{\circ} 12' 12''\text{S}$, $41^{\circ} 39' 45''\text{W}$), Conceição da Barra/ES ($18^{\circ} 35' 33''\text{S}$, $39^{\circ} 44' 5''\text{W}$) e São Mateus/ES ($18^{\circ} 43' 0''\text{S}$, $39^{\circ} 51' 34''\text{W}$).

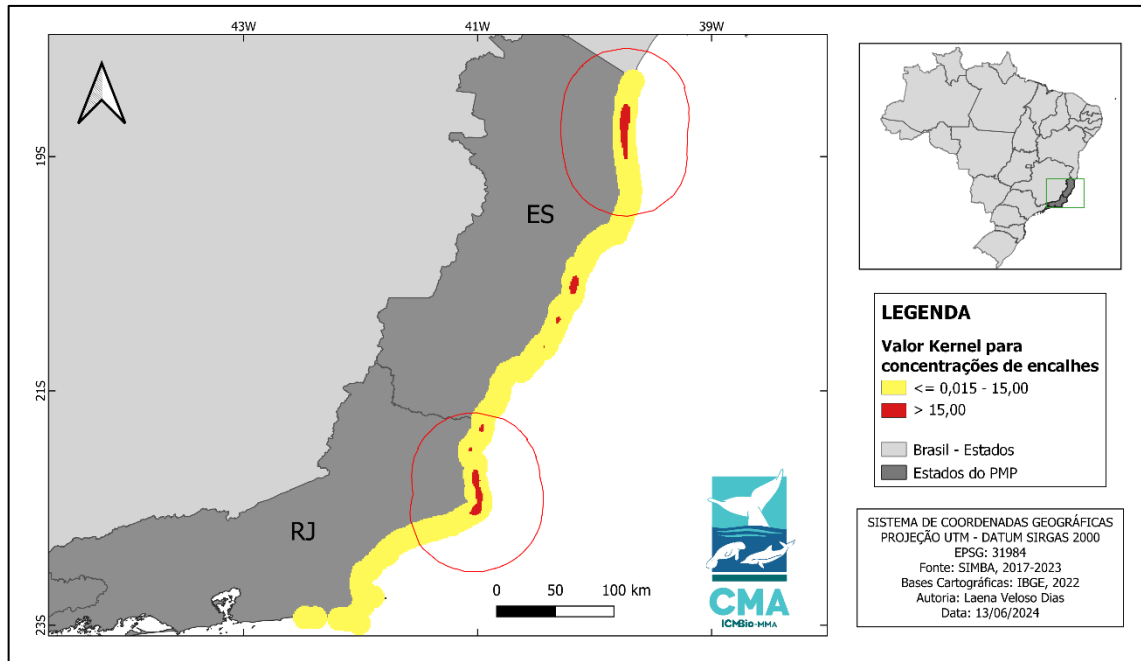


Figura 4 - Mapa de densidade contendo os buffers (contorno vermelho) de maiores concentrações de encalhes no PMP-BC. Nesta bacia também foi feita a subdivisão entre BC-RJ e BC-ES.

Nos PMPs do nordeste (SE/AL e RN/CE), os valores obtidos da densidade Kernel foram inferiores quando comparados com os outros monitoramentos. As regiões de maior concentração de encalhes segundo o método Kernel no PMP SE/AL ocorreram entre os municípios de Pirambu ($10^{\circ} 40' 42''\text{S}$, $36^{\circ} 52' 25''\text{W}$) e Aracaju ($10^{\circ} 54' 34''\text{S}$, $37^{\circ} 4' 29''\text{W}$), no estado de Sergipe, enquanto no estado de Alagoas, uma pequena região se destaca no município de Piaçabuçu ($10^{\circ} 23' 43''\text{S}$, $36^{\circ} 25' 52''\text{W}$) (Figura 5).

Nos dados da Bacia Potiguar, ocorreu o menor valor Kernel. Três municípios mais expressivos tiveram maior concentração de animais encontrados: Areia Branca/RN ($4^{\circ} 56' 52''\text{S}$, $37^{\circ} 7' 28''\text{W}$), Tibau/RN ($4^{\circ} 50' 7''\text{S}$, $37^{\circ} 15' 60''\text{W}$) e Icapuí/CE ($4^{\circ} 42' 9''\text{S}$, $37^{\circ} 20'$

53"W). Um pequeno ponto amostral contendo densidade expressiva também aparece nas praias que compreendem o município de Aracati/CE (4° 33' 46"S, 37° 46' 9"W) (Figura 6).

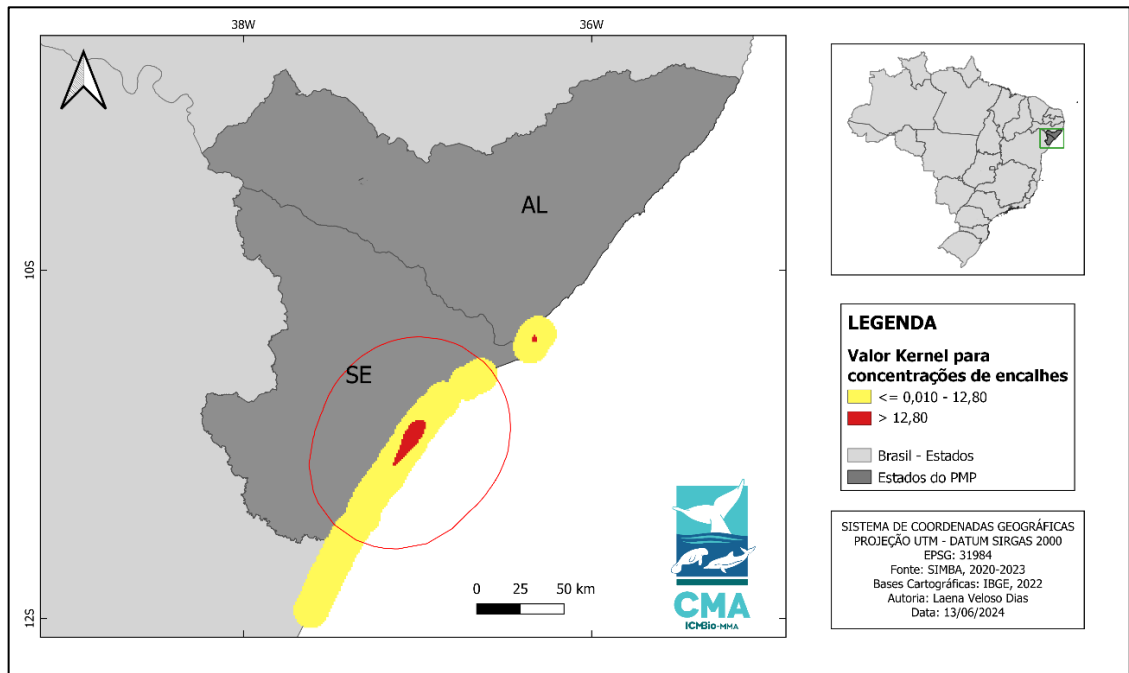


Figura 5 - Mapa de densidade contendo os buffers (contorno vermelho) de maior concentração de encalhes no PMP-SE/AL. Mesmo contendo um ponto de encalhe com valor Kernel acentuado na divisa com o estado de Alagoas, não foi significativo para análise a parte com buffer delimitado.

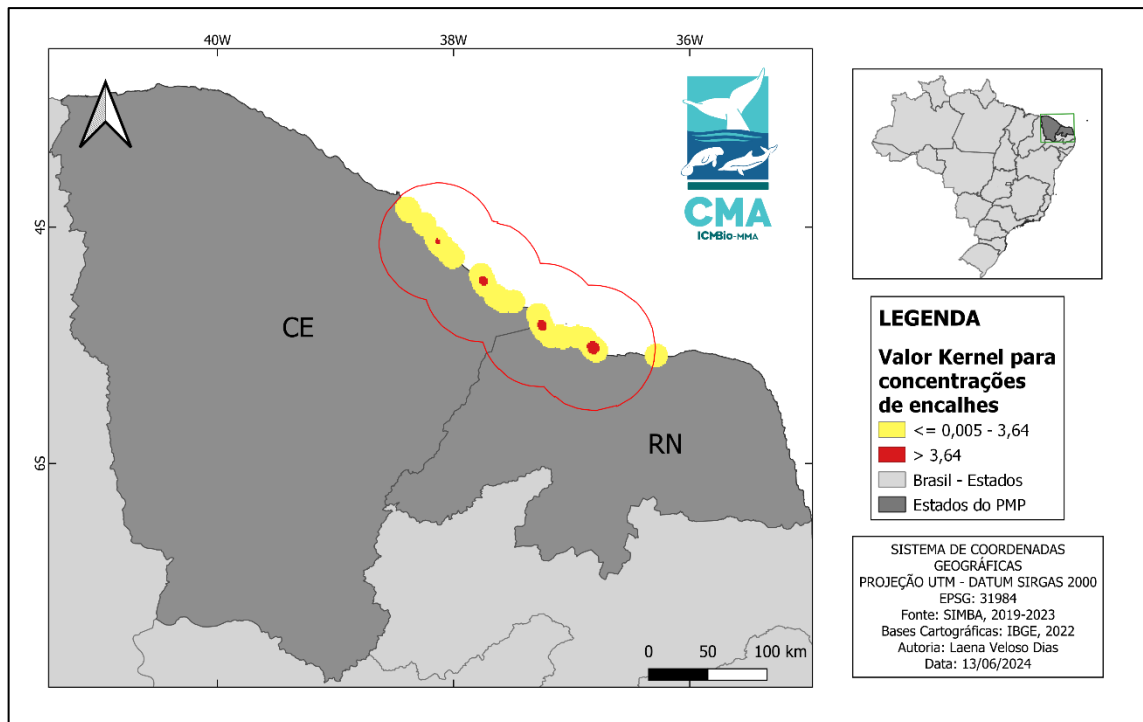


Figura 6 - Mapa de densidade contendo o buffer (contorno vermelho) de maior concentração de encalhes no PMP-RN/CE. Por se tratar de pontos muito próximos de encalhes, as áreas delimitadas se tornaram um único buffer que compreende os dois estados.

3.3. Dados de encalhe com esforço pesqueiro.

Com os dados de esforços pesqueiros VMS, foram montados gráficos com tendência de aparecimento das carcaças nas praias monitoradas após esforços de pesca nas regiões de entorno das áreas de estudo. Na Figura 7, os encalhes no PMP-BS (Sul) coincidem com picos de atividades pesqueiras na região. Nota-se que, quando há um aumento do esforço de pesca, o número de encalhes aumenta de forma sazonal. Estes dados foram feitos como uma elucidação para visualizar os picos de ocorrência de encalhes após atividade pesqueira.

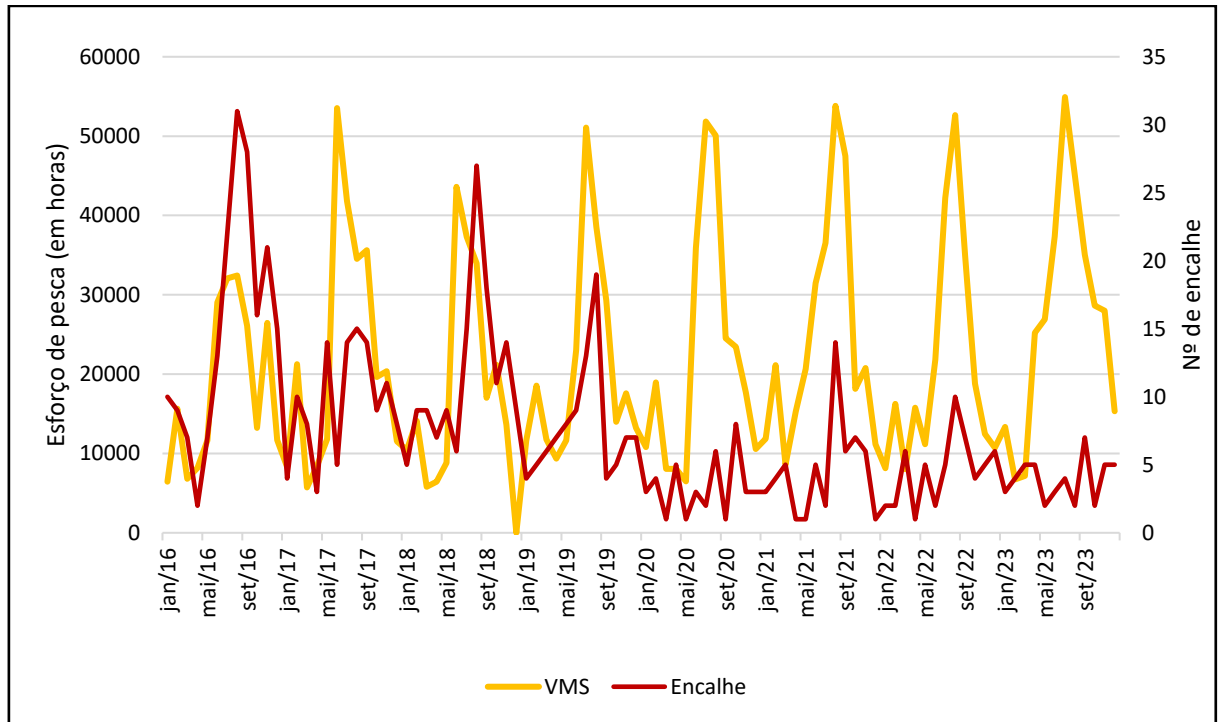


Figura 7 - Sazonalidade de ocorrência dos encalhes no PMP-BS (SUL) e quantidade de tempo que embarcações estiveram na mesma região.

Ao analisar os modelos obtidos no GAM dentro dos buffers delimitados, contendo os esforços de pesca e os encalhes, a maioria dos resultados indicam tendência positiva no aumento dos encalhes entre três e cinco meses após o esforço pesqueiro. Nesta ocasião, os menores valores de AIC (Tabela 1), assim como valor de p ideal ($p < 0,05$) foram levados em consideração para o modelo que melhor explica a correlação. Os valores ideais de AIC estão em negrito na Tabela 1 enquanto os valores de p para as análises relevantes foram colocados também em negrito nas figuras.

Tabela 1 - Valores de AIC para os encalhes nos buffers delimitados.

MODELO	AIC BS/SUL	AIC BS/SUDESTE	AIC BC/RJ	AIC BC/ES	AIC SE/AL	AIC RN/CE
VMS	499,9037	342,6639	367,4882	284,974	148,5965	166,6281
VMS 1	495,7041	332,6031	368,5107	283,7339	145,1499	163,3977
VMS 2	501,288	327,6264	364,1157	284,5781	144,2939	160,6568
VMS 3	503,8901	321,537	365,2378	284,7155	138,8953	158,4258
VMS 4	501,3182	314,7714	362,8594	284,3001	136,7635	148,5761
VMS 5	499,4268	314,5262	358,4794	285,0751	135,9793	145,9918
AGRUP	503,6654	313,2519	352,2513	290	123,0904	152,2397

No buffer BS-Sul, foi identificada tendência de aumento de encalhes com um mês de atraso do esforço pesqueiro, sendo o modelo $s(\text{VMS1})$ considerado mais adequado (Figura 8). Em BS-Sudeste, os menores valores de AIC foram obtidos pela análise por agrupamento, porém o valor de p não foi significativo. Neste caso, o atraso de quatro meses $s(\text{VMS4})$ foi usado como resposta para encalhes e interação com pesca, tendo $p=0.06$ (Figura 9).

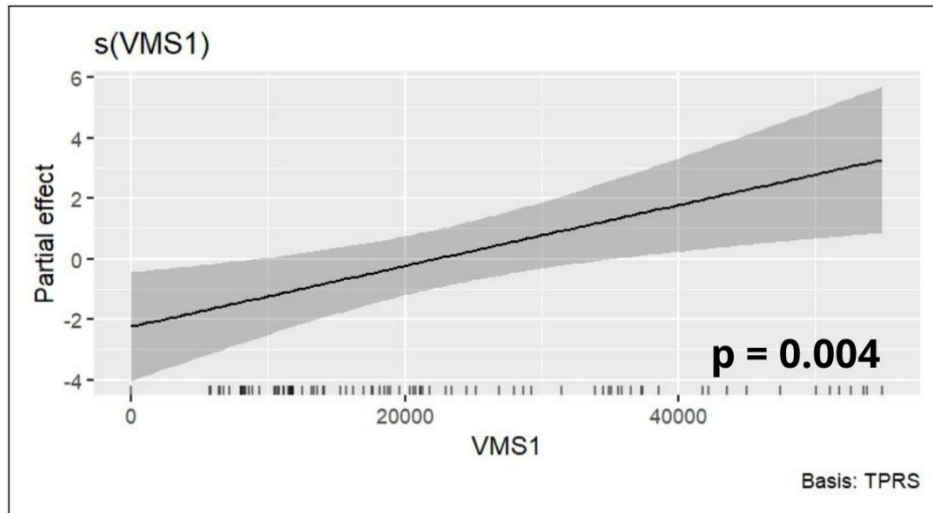


Figura 8 - Análise GAM para o buffer BS-Sul indicando correlação positiva entre o encalhe dos animais com um mês de atraso e o esforço de pesca. Valor de p significativo (em negrito).

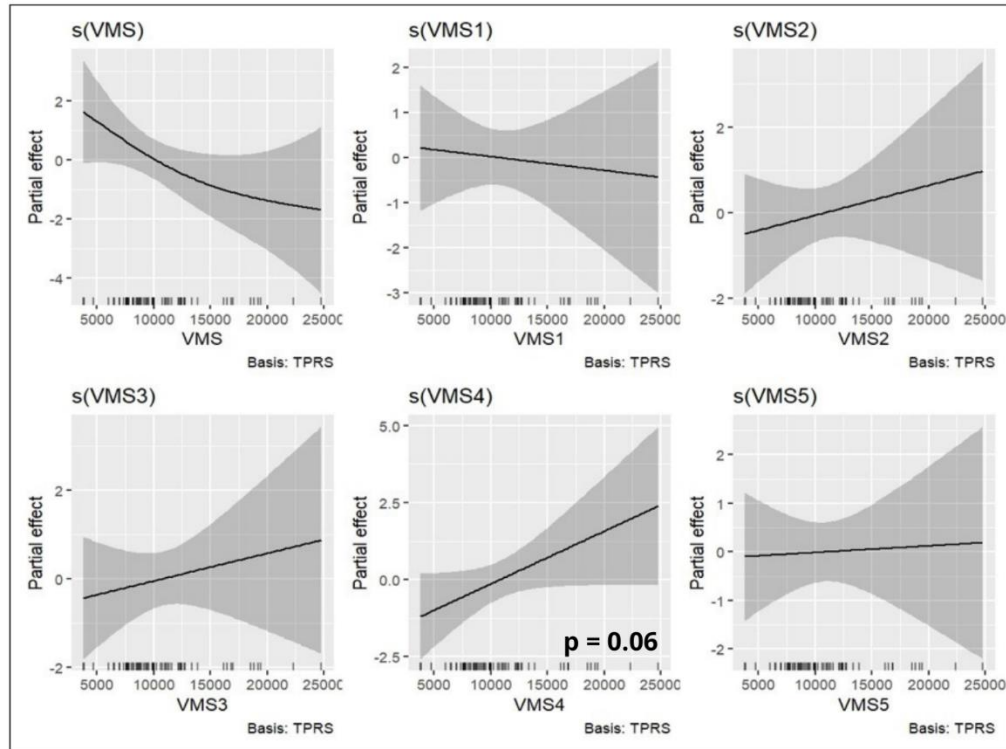


Figura 9. Análise GAM agrupada para o buffer BS-Sudeste indicando correlação positiva entre o encalhe dos animais com quatro meses de atraso e o esforço de pesca. Valor de p não foi significativo (em negrito), porém muito próximo de 0,05.

O menor valor obtido de AIC no buffer BC-RJ foi para o modelo agrupado, onde os valores sem atraso e com atraso de dois meses foram significativos (Figura 10). Para os dados em BC-ES, o melhor modelo obtido foi $s(\text{VMS1})$ (um mês de atraso), mas não foi significativa (Figura 11).

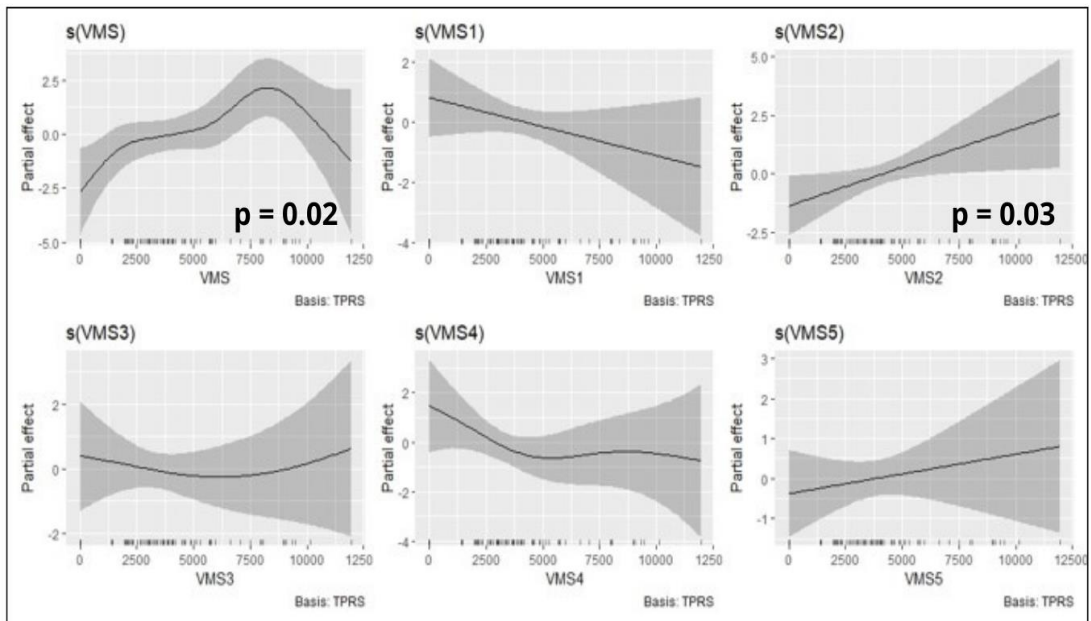


Figura 10 – Análise GAM agrupada para o buffer BC-RJ indicando correlação positiva entre o encalhe dos animais sem atraso e com dois meses de atraso e o esforço de pesca (valores em negrito).

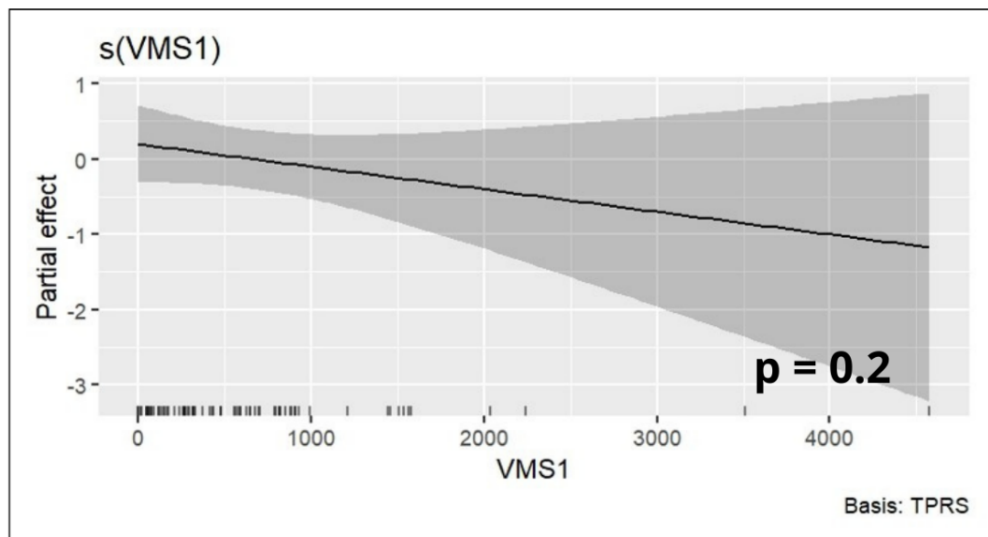


Figura 11 – Análise GAM para o buffer BC-ES indicando correlação negativa entre o encalhe dos animais com um mês de atraso e o esforço de pesca. Valor de p não foi significativo (em negrito).

No buffer SE/AL, o modelo com o melhor ajuste aos dados foi a o agrupado, tendo $s(\text{VMS1})$ (um mês de atraso), $s(\text{VMS3})$ (três meses de atraso) e $s(\text{VMS4})$ (quatro meses de atraso) com valores significativos (Figura 12).

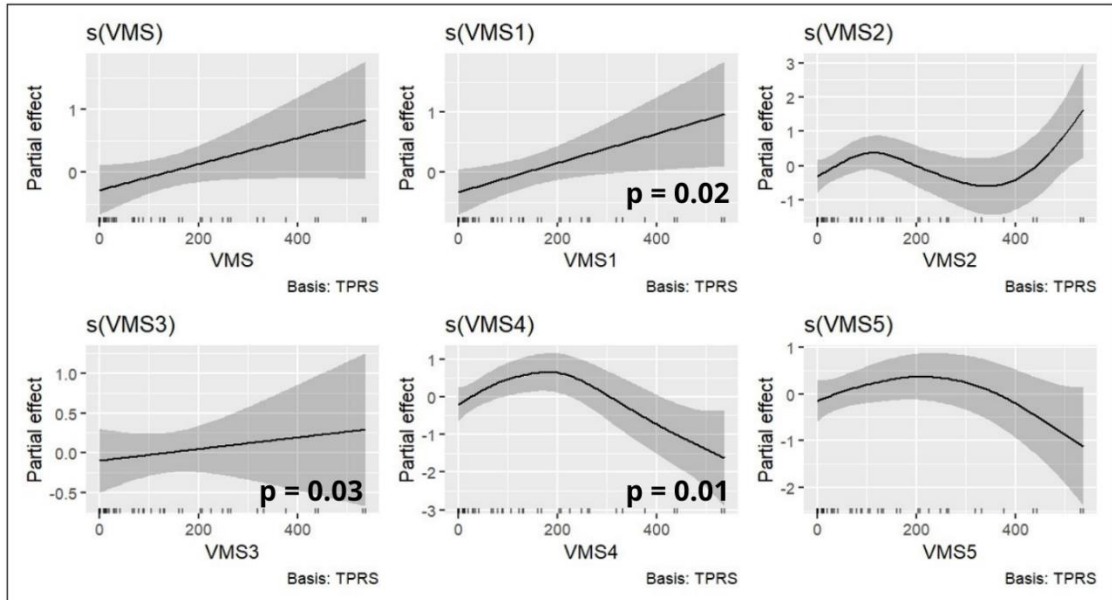


Figura 12 – Análise GAM agrupada para o buffer SE/AL indicando correlação positiva entre o encalhe dos animais com um, três e quatro meses de atraso e o esforço de pesca. Valor de p significativo (em negrito).

Por fim, o melhor modelo para o PMP-RN/CE foi $s(\text{VMS5})$ (cinco meses de atraso) (Figura 13).

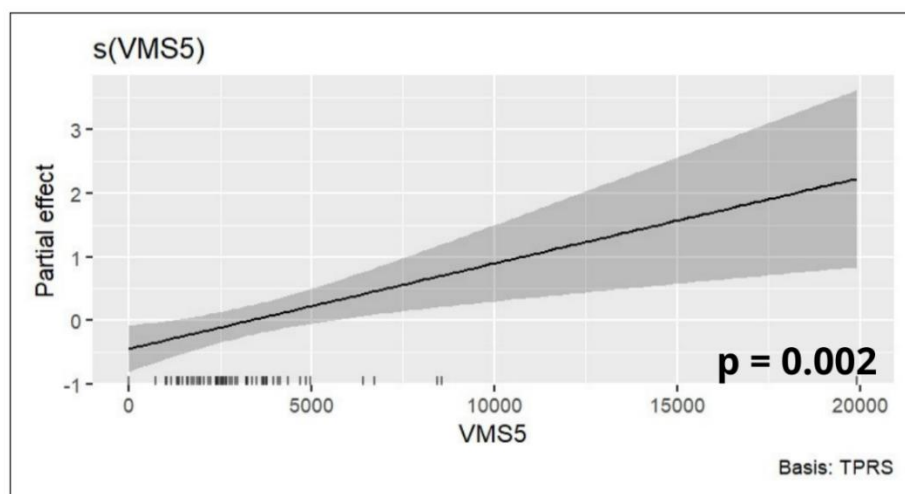


Figura 13 – Análise GAM para o buffer RN/CE indicando correlação positiva entre o encalhe dos animais com cinco meses de atraso e o esforço de pesca. Valor de p significativo (em negrito).

4. Discussão

No total, foram quantificados 3048 nos PMPs analisados, com média total de 762 ocorrências por ano – valores altos, visto que as áreas amostradas não representam todo o litoral brasileiro e que a espécie está em risco de extinção. Contando com animais vivos e carcaças frescas, 1073 encalhes foram registrados e destes, 329 (30%) demonstraram marcas sugestivas de interação com a pesca. As estimativas populacionais da espécie são difíceis de inferir e as que existem possuem variações entre si, devido ao método de obtenção dos dados - mas há números na literatura destes animais para certas localidades que aparecem na Figura 3, como a Baía de Guanabara (RJ), com uma última estimativa de 40 indivíduos (29) e no estuário de Paranaguá (PR) com 1356 indivíduos, que é uma das maiores populações da espécie (30). Ao comparar a abundância dos animais nestas regiões e como os números totais de encalhes, é possível observar que estas mortes devem estar impactando de forma considerável o número total de indivíduos da espécie. Importante compreender que o aparecimento de animais encalhados é um evento aleatório e influenciado por variáveis como a deriva da carcaça – carcaças que não chegam à praia não contabilizam no estudo e os números de animais impactados pela atividade pesqueira que não chegam até a costa podem ser maiores (26,31).

Levando em consideração os números obtidos, os PMPs com maiores encalhes foram BS e BC/ES. Estes dois monitoramentos têm tempo de atuação mais antigo, e, conseqüentemente, espera-se a maior quantidade de dados disponíveis para quantificar. Mesmo com grande quantidade de ocorrências, os casos de COD com interação com pesca foram, proporcionalmente maiores nos PMPs SE/AL e Potiguar, sendo SE/AL (Figura 2) o PMP com maior incidência de animais encalhados que interagiram com petrecho de pesca (52%) quando equiparado com seus valores totais (n=68).

A partir das análises GAM, foi possível identificar que o aumento de encalhes ocorreu em grande parte dos buffers entre dois e quatro meses depois dos esforços de pesca, sendo o buffer PMP-BC/ES (Porção ES) (Figura 11) o único que não foi identificada correlação significativa entre a atividade pesqueira e encalhes. É possível que outras variantes podem influenciar não só nos encalhes, mas em todo o status de conservação de populações residentes de *S. guianensis* da região, como o desastre da barragem em Mariana (MG) em 2015, que devido a chegada dos rejeitos tóxicos da mineração no litoral capixaba, impactou na mortalidade, encalhe, dinâmica populacional e genética da espécie (assim como de outros tetrápodes encontrados no litoral do estado) (32). Já os buffers dos PMPs BS (BS-Sul) (Figura 8) e PMP-RN/CE (Figura 13), tiveram as respostas mais expressivas para correlação, tendo valores de p ideais ($p=0.004$ e $p=0.002$, respectivamente) - uma grande probabilidade de que as populações que estão próximas às zonas de estudo ficam mais suscetíveis a esta variável antrópica. No geral, os resultados apontam uma grande probabilidade de que as populações de boto-cinza presentes na costa do litoral paulista e nordeste do país estão sendo impactadas pela pesca, com grande densidade de encalhes e valores GAM significativos.

As respostas obtidas no estudo dizem respeito a atividade pesqueira monitorada e analisada no GFW e não foi possível no banco de dados inferir o tipo de atividade pesqueira das embarcações (se eram comerciais ou artesanais); o que se sabe é que estas embarcações participam obrigatoriamente do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações

Pesqueiro por Satélite (PREPS) por possuírem características como Arqueação Bruta igual ou superior a 50 metros ou com seu comprimento total igual ou superior a 15 metros (33).

Se compreende que as atividades pesqueiras artesanais e industriais, fazem sobreposição espacial e temporal, uma vez que o interesse comercial de ambas são o mesmo. Isso significa que os esforços pesqueiros obtidos podem inferir nas duas modalidades de atividade pesqueira, que interagem com os animais e podem impactar negativamente a espécie. Pela literatura disponível, os pescadores tem conhecimento do boto-cinza (34,35) e como as interações ocorrem, sendo mais comum avistamentos esporádicos de superfície (15) e em casos excepcionais, pesca interativa com os animais (5). Entretanto, por compartilharem o mesmo espaço com o cetáceo no momento da pesca, capturas acidentais, principalmente por redes de emalhe de superfície, resultam em interações negativas, havendo mutilação de indivíduos vivos e em óbito por afogamento e atropelamento (34,36,37).

Os resultados encontrados em cada PMP (principalmente buffer BS-Sul – Figura 8 e PMP-RN/CE - Figura 13.) indicam que a pesca está fortemente correlacionada com os encalhes de *S. guianensis*. Embora não seja a única força atuante, a pesca é uma variável correlacionada e considerando que mais de 30% dos encalhes em COD ideal continham marcas de interação com petrechos de pesca e que a literatura científica tem um vasto registro da relação negativa da espécie com esta atividade humana, é provável que parte significativa dos encalhes registrados neste estudo sejam consequência desta interação.

Outras variáveis podem ter influenciado na dificuldade de detecção da correlação entre o esforço de pesca e o número de encalhes da espécie em análise: o tempo de atuação diferente de cada PMP (sendo, por exemplo, BS e BC/ES os mais longevos, tendo mais dados para análises), o desenho dos buffers, as diferentes derivas das carcaças em alto mar devido aos movimentos diferenciados de marés em cada local de amostragem, diferentes graus de lesão causadas pelas redes de pesca na espécie, condição de saúde do animal no momento da interação etc., resultaram em um conjunto de fatores além daqueles que foram mensurados neste estudo e que de algum modo também devem ter influenciado nos dados de encalhes obtidos. Mesmo com todas as variáveis não mensuradas, foi possível identificar as correlações, o que indica que elas são reais. Além disso, a flutuação de respostas significativas (entre dois e quatro meses e outros casos sem atraso algum), em que os atrasos de encalhes em relação ao esforço de pesca ocorrem de formas distintas em um mesmo local de amostragem, são reflexo, provavelmente, do conjunto de fatores apontados acima.

5. Conclusão

A atividade pesqueira se apresenta como um fator de risco ao táxon, e o resultado destas interações refletem diretamente no estado de conservação da espécie, já listada com vulnerável. Os dados resultantes do atual estudo indicam a necessidade de manejo das áreas de ocorrência espécie, principalmente em regiões onde populações residentes estão em declínio (como na Baía de Guanabara) e/ou presentes em UCs (como na APA Estadual Litoral Sul - SP e na APA de Guaraqueçaba - PR), com uma possível alternativa de realocação de atividades pesqueiras para regiões mais distantes das zonas de ocorrência da espécie. Além disso, há necessidade na implementação de políticas públicas de proteção à espécie aplicáveis às embarcações de pesca assim como a promoção de intervenções de educação ambiental sobre a importância da conservação do boto-cinza para as populações locais.

6. Agradecimentos

Agradeço ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do ICMBio - PIBIC/ICMBio pelo financiamento da bolsa.

Agradeço ao meu orientador Daniel Kantek e minha coorientadora Karen Lucchini pela paciência, cuidado, ensinamentos e principalmente pelas orientações precisas e preciosas ao longo deste trabalho, levarei para toda minha vida profissional e pessoal esses ensinamentos. Agradeço a toda a equipe do CMA-ICMBio pelo acolhimento e tornar o ambiente de trabalho mais leve, além de toda assistência e ajuda, em especial a Layse Albuquerque, Selma Miyazaki e Carolina Fritzen.

Agradeço ao apoio contínuo e força tão necessários para finalizar este ciclo que recebi dos meus pais e de toda minha família; de meus amigos da turma XIX e outras amizades do CLP que se eu for listar, não caberá espaço, mas preciso citar alguns nomes especiais, como Ana Francelino, Bié Fortes, Giovanni Gianini, Gabriel Grellet, Matheus Araújo, Gabriela Vilalobo, Ana Botasso, Gustavo Toshio, do meu namorado João Pedro por sempre me manter firme e torcer a cada passo da jornada e de tantas outras pessoas que são uma extensão de uma verdadeira família para mim.

7. Referências

1. Cremer MJ, Simões-Lopes PC, Pires JSR. Occupation pattern of a harbor inlet by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P. J. Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2009;52.
2. Simões-Lopes P. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853, (Cetacea, Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*. 1988 Nov;1:57–62.
3. Carr T, Bonde R. Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) occurs in Nicaragua, 800 Km north of its previously known range. *Mar Mamm Sci*. 2000 Aug 26;16:447–52.
4. Meirelles ACO de, Nova TMCV, Monteiro-Filho EL de A, Lotufo TM da C, Choi-Lima KF. Abundance and effect of health status on apparent survival of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis*, in an open embayment in north-eastern Brazil. 2022; Available from: <https://doi.org/10.1002/aqc.3804>
5. Monteiro-Filho E. Pesca interativa entre o golfinho *Sotalia fluviatilis guianensis* e a comunidade pesqueira da região de Cananéia. *Boletim do Instituto de Pesca*. 1995 Jan 1;22:15–23.
6. Netto R, Beneditto APM. Interactions between fisheries and cetaceans in Espírito Santo State coast, southeastern Brazil. *Rev Bras Zool*. 2008 Jan 1;10:55–63.
7. Zappes C, Alves L, da Silva C, Azevedo A, Beneditto A, Andriolo A. Accidents between artisanal fisheries and cetaceans on the Brazilian coast and Central Amazon: Proposals for integrated management. *Ocean Coast Manag*. 2013 Nov;85:46–57.
8. ICMBio - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Aquáticos - Planos de Ação [Internet]. [cited 2024 Nov 11]. Available from: <https://www.icmbio.gov.br/cma/o-que-fazemos/conservacao/planos-de-acao.html>
9. Secchi E, Santos MC de O, Reeves R. *Sotalia guianensis* (errata version published in 2019). IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. 2018 Oct 12 [cited 2024 Oct 31]; Available from: <https://www.iucnredlist.org/species/181359/144232542>
10. Siciliano S. Review of small cetaceans and fishery interactions in coastal waters of Brazil. *Gillnets and cetaceans*. 1994 Nov;241–50.
11. Ott P, Secchi E, Moreno I, Danilewics D, Crespo E, Bordino P, et al. Report of the Working Group on Fishery Interactions. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*. 2002 Jul 31;1:55–64.
12. Domiciano I, Domit C, Broadhurst M, Koch M, Bracarense AP. Assessing Disease and Mortality among Small Cetaceans Stranded at a World Heritage Site in Southern Brazil. *PLoS One*. 2016 Feb 12;11:e0149295.

13. Domit C, Miranda A, Azevedo A, Costa A, Meirelles C, Farro A, et al. Report of the *Sotalia guianensis* Pre-Assessment Workshop: Main Results and Status of Current Knowledge. 2021.
14. Azevedo AF, Lailson-Brito J, Dorneles PR, van Sluys M, Cunha HA, Fragoso ABL. Human-induced injuries to marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Brazil. *Mar Biodivers Rec* [Internet]. 2009/03/03. 2009;2:e22. Available from: <https://www.cambridge.org/core/product/B629AA116D6CDB6159AFE1135A31CBB7>
15. Zappes C, Nery M, Andriolo A, Simao S. Ethnobiology and photo-identification: Identifying anthropic impacts on boto-cinza dolphin *Sotalia guianensis* in Sepetiba Bay. *R Bras Bioci*. 2010 Nov;8:221–4.
16. Carvalho V, Meirelles C. Boto-cinza: Biologia e conservação no Brasil (Guiana dolphin: Biology and conservation in Brazil). 2020.
17. Vianna T dos S, Loch C, Castilho PV de, Gaidzinski MC, Cremer MJ, Simões-Lopes PC. Review of thirty-two years of toothed whale strandings in Santa Catarina, southern Brazil (Cetacea: Odontoceti). *Zoologia (Curitiba)* [Internet]. 2016;33(5):e20160089. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1984-4689zool-20160089>
18. Costa A, Siciliano S, Emin R, Martins B, Sousa M, Giarrizzo T, et al. Stranding survey as a framework to investigate rare cetacean records of the north and north-eastern Brazilian coasts Launched to accelerate biodiversity research. *Zookeys*. 2017 Aug 9;688:111–34.
19. Prado J, Mattos P, Silva K, Secchi E. Long-Term Seasonal and Interannual Patterns of Marine Mammal Strandings in Subtropical Western South Atlantic. *PLoS One*. 2016 Jan 27;11:e0146339.
20. Peltier H, Dabin W, Cécile D, Fabien D, Dorémus G, Canneyt O, et al. Can modelling the drift of bycaught dolphin stranded carcasses help identify involved fisheries? An exploratory study. *Glob Ecol Conserv*. 2019 Nov;21:e00843.
21. Peltier H, Authier M, Caurant F, Dabin W, Daniel P, Dars C, et al. In the Wrong Place at the Wrong Time: Identifying Spatiotemporal Co-occurrence of Bycaught Common Dolphins and Fisheries in the Bay of Biscay (NE Atlantic) From 2010 to 2019. *Front Mar Sci* [Internet]. 2021;8. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2021.617342>
22. Nelms S, Alfaro Shigueto J, Arnould JPY, Avila I, Bengtson Nash S, Campbell E, et al. Marine mammal conservation: over the horizon. *Endanger Species Res*. 2021 Mar 25;
23. Prado J, Daudt N, Perez M, Castilho P, Monteiro D. Intensive and wide-ranging beach surveys uncover temporal and spatial stranding patterns of marine megafauna. *ICES Journal of Marine Science*. 2022 Nov;80.

24. Projeto de Monitoramento de Praias(PMP) | Comunica Bacia de Santos | Petrobras [Internet]. [cited 2024 Nov 20]. Available from: <https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/projeto-de-monitoramento-de-praias-pmp->
25. Souza-Santos R. Análise espacial de dados geográficos. *Cad Saude Publica*. 2005;21.
26. Peltier H, Dabin W, Daniel P, Van Canneyt O, Dorémus G, Huon M, et al. The significance of stranding data as indicators of cetacean populations at sea: Modelling the drift of cetacean carcasses. *Ecol Indic* [Internet]. 2012;18:278–90. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X11003797>
27. Wood SN. Generalized additive models: An introduction with R, second edition [Internet]. 2nd Edition. Generalized Additive Models: An Introduction with R, Second Edition. New York: CRC Press; 2017 [cited 2024 Nov 2]. 1–476 p. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315370279/generalized-additive-models-simon-wood>
28. Reiss PT, Todd Ogden R. Smoothing parameter selection for a class of semiparametric linear models. *J R Stat Soc Series B Stat Methodol* [Internet]. 2009;71(2):505–23. Available from: <https://rss.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-9868.2008.00695.x>
29. Azevedo A, Carvalho R, Kajin M, Van Sluys M, Bisi T, Cunha H, et al. The first confirmed decline of a delphinid population from Brazilian waters: 2000–2015 abundance of *Sotalia guianensis* in Guanabara Bay, South-eastern Brazil. *Ecol Indic*. 2017 Nov;79:1–10.
30. de Moura SPG, Schulze B, Broadhurst MK, Cantor M, Domit C. Population parameters of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in a southern Brazilian estuary. *Mammalian Biology*. 2023 Aug 1;103(4):349–61.
31. Peltier H, Authier M, Caurant F, Dabin W, Daniel P, Dars C, et al. In the Wrong Place at the Wrong Time: Identifying Spatiotemporal Co-occurrence of Bycaught Common Dolphins and Fisheries in the Bay of Biscay (NE Atlantic) From 2010 to 2019. *Front Mar Sci*. 2021 Apr 28;8.
32. Rigo D, Castro E, Sá F. Relatório Anual do PMBA/Fest. Programa de Monitoramento de Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região Marinha e Costa Adjacente. Fundação Espírito-santense de Tecnologia (FEST). 2024, 5º relatório.
33. PREPS (Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite). Salvar Brasil [Internet]. [cited 2024 Nov 20]. Available from: <https://www.marinha.mil.br/salvarbrasil/Sistema/preps>

34. Silva CV da, Moreira SC, Zappes CA, Beneditto APM DI. Artisanal fishing and cetaceans that occur in eastern coast of Rio de Janeiro: an ethnoecological approach to verify the existence of traditional management. *Boletim do Instituto de Pesca* [Internet]. 2014 [cited 2024 Nov 11];40(4):521–39. Available from: <https://institutodepesca.org/index.php/bip/article/view/1059>
35. Zappes C, Monteiro-Filho. O comportamento do boto-cinza *Sotalia guianensis* (van Beneden, 1864) (Cetacea; Delphinidae) através do olhar dos pescadores artesanais. *Revista de Etologia* [Internet]. 2010 Nov;9:17–28. Available from: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-28052010000100003&nrm=iso
36. Pinheiro L, Cremer M. Etnoecologia e captura acidental de golfinhos (Cetacea: Pontoporidae e Delphinidae) na Baía da Babitonga, Santa Catarina Ethnoecology and incidental catch of dolphins (Cetacea: Pontoporidae and Delphinidae) on Babitonga Bay, Santa Catarina, Brazil. 2003.
37. Zappes C, Andriolo A, Oliveira F, Monteiro-Filho E. Potential conflicts between fishermen and *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Brazil. *Sitientibus Ser Ciências Biol*. 2009 Nov;9:208–14.

Normas da revista escolhida:

Tipo de arquivo: Word ou DocX

Fonte: Times New Roman, tamanho 12

Estrutura do manuscrito:

- Título (em português, inglês e espanhol)
- Resumo (em português, inglês e espanhol)
- Palavras-chave (em português, inglês e espanhol)
- Introdução
- Material e Métodos
- Resultados
- Discussão
- Conclusão
- Agradecimentos (opcional)
- Referências

Título: Centralizado, com a primeira letra de cada palavra em caixa-alta e fonte em negrito. Obs.: é obrigatório o envio do título em três idiomas (português, inglês e espanhol).

Palavras-chave, keywords e palabras clave: Obs.: é obrigatório o envio das palavras-chave em três idiomas (português, inglês e espanhol). Apenas a primeira letra da primeira palavra é maiúscula. Palavras separadas por ponto-e-vírgula. Ex.:

Palavras-chave: Revisão; formatação; artigo.

Resumo, abstract e resumen: Até 250 palavras. Deve contemplar:

- contexto: o resumo deve começar contextualizando o estudo;
- objetivo: indicar claramente o que o autor pretendia realizar;

- metodologia: incluir uma breve descrição dos materiais e métodos do estudo;
- resultados: resumir uma descrição dos resultados, enfatizando os dados mais relevantes;
- conclusões: devem responder os objetivos e evidenciar os principais achados do estudo com base no resultado e na discussão.

Obs.: Não incluir referências e abreviaturas no resumo.

A depender do idioma do manuscrito, a ordem será a seguinte:

Português: Resumo, Abstract, Resumen

- Inglês: Abstract, Resumo, Resumen - Espanhol: Resumen, Resumo, Abstract

Títulos dos tópicos principais do manuscrito:

Com as primeiras letras em caixa-alta, negrito, centralizados e numeração sequencial. Ex:

1. Introdução

Subtítulos:

Em negrito, com primeira letra maiúscula e numeração sequencial. Ex.: **1.1. Área de estudo**

Citações e referências:

Autores:

Exemplos de Referências:

Um autor

Pereira (2020) ou (Pereira, 2020)

Dois autores

Pereira e Torres (2020) ou (Pereira e Torres, 2020)

De três a seis autores: Pereira et al. (2016) ou (Pereira et al., 2016)

Obs.: a expressão latina et al. (que significa "entre outros") fica sem itálico.

Citação no texto dos autores com o mesmo sobrenome e data:

Por exemplo: (Alonso, 2001; Alonso, 2001) devem utilizar a letra do alfabeto para se diferenciar as citações (Alonso, 2001a e Alonso, 2001b).

Livro:

Um autor: Pereira MG. Artigos científicos: como redigir, publicar e avaliar. Porto Alegre: Guanabara Koogan; 2018.

Mais de seis autores: Cervo AL, Bervian PA. Metodologia científica. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall; 2002.

Mais de seis autores: Nelson B, Holmes PB, Mzadeh M, Xavier MSV, Esteves JC, Zhang L. Medical microbiology. 6th ed. St. Louis: Mosby; 2002.

Observações:

- unidade de medida: colocar um espaço depois do número. Ex.: 8 km, 27 ha;
- grafia adotada pela BioBrasil: *habitat*, os *habitat*; unidades de conservação (UCs); PARNA de Brasília.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências
Câmpus do Litoral Paulista



PARECER FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Discente: LAENA VELOSO DIAS

Título: "Relação entre os dados de monitoramento de encalhe de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e a atividade pesqueira na costa brasileira"

Orientador: Dr. Daniel Zanella Kantek

Curso/Habilitação: Bacharelado em Ciências Biológicas/Biologia Marinha

COMISSÃO EXAMINADORA	CONCEITO
Dr. Daniel Zanella Kantek	APROVADA
Dra. Fábía de Oliveira Luna	APROVADA
Profa. Dra. Carolina Pacheco Bertozzi	APROVADA.

PARECER:

O TRABALHO APRESENTA TEMA DE RELEVÂNCIA, CONTEÚDO ADEQUADO, CUMPRINDO COM OS REQUISITOS DE UM TCC. MAPAS E ANÁLISES ADEQUADAS.

CONCEITO FINAL:

A Comissão Examinadora abaixo assinada conclui que a discente **Laena Veloso Dias** obteve o seguinte conceito:

APROVADO

REPROVADO

São Vicente, 02 de dezembro de 2024.


Dr. Daniel Zanella Kantek


Dra. Fábía de Oliveira Luna


Profa. Dra. Carolina Pacheco Bertozzi