

ASPECTOS ECOLÓGICOS E ETNOECOLÓGICOS DO BOTO-CINZA,
Sotalia guianensis (VAN BÉNEDÈN, 1864), NO LITORAL MARANHENSE

CARLOS HENRIQUE MARINHO DOS SANTOS FILGUEIRA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO DE 2025

ASPECTOS ECOLÓGICOS E ETNOECOLÓGICOS DO BOTO-CINZA,
Sotalia guianensis (VAN BÉNEDÈN, 1864), NO LITORAL MARANHENSE

CARLOS HENRIQUE MARINHO DOS SANTOS FILGUEIRA

Tese apresentada ao Centro de
Biociências e Biotecnologia da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro como
parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em
Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Salvatore Siciliano

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Derzi Vidal

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO DE 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

F481 Filgueira, Carlos Henrique Marinho dos Santos.

Aspectos Ecológicos e Etnológicos do Boto-Cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédèn, 1864), no Litoral Maranhense / Carlos Henrique Marinho dos Santos Filgueira. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2025.

130 f. : il.

Inclui bibliografia.

Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, 2025.

Orientador: Salvatore Siciliano.

Coorientador: Marcelo Derzi Vidal.

1. Etnobiologia. 2. Cetáceos. 3. Comportamento. 4. Pesca artesanal. 5. Nordeste do Brasil. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 577

ASPECTOS ECOLÓGICOS E ETNOECOLÓGICOS DO BOTO-CINZA,
Sotalia guianensis (VAN BÉNEDÈN, 1864), NO LITORAL MARANHENSE

CARLOS HENRIQUE MARINHO DOS SANTOS FILGUEIRA

Tese apresentada ao Centro de
Biociências e Biotecnologia da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro como
parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em
Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovado em: 27/10/2025

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Gustavo Hallwass (Doutorado em Ecologia) - UFLA

Prof. Dra. Fernanda Loffler Niemeyer Attademo (Doutorado em Ciência Veterinária) -
UFERSA

Prof. Dra Greicy Ruenes (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - UENF



Documento assinado digitalmente
MARCELO DERZI VIDAL
Data: 16/12/2025 11:14:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Derzi Vidal (coorientador) - CNPT/ICMBio

Prof. Dr. Salvatore Siciliano (orientador) - UENF

“...Louvado sejas, meu Senhor, pelo irmão Vento e pelo ar, pelas nuvens, pela serenidade e por todo o tempo, com o qual dás sustento às tuas criaturas. Louvado sejas, meu Senhor, pela irmã Água, que é muito útil, humilde, preciosa e casta...”

Cântico das criaturas – São Francisco de Assis

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, meus agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desta tese.

Primeiramente, agradeço a Deus e a Nossa Senhora por me dar forças para superar as minhas limitações, enfrentar os desafios e por nunca deixar faltar nada durante essa trajetória.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Salvatore Siciliano, por aceitar a minha candidatura, mesmo me conhecendo muito pouco. Obrigado pelas conversas, incentivos e por, mesmo diante das minhas limitações, sempre buscar auxiliar na resolução dos problemas que surgiram, sobretudo na reta final. Agradeço também ao meu coorientador, Dr. Marcelo Vidal, pelo apoio logístico por meio do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Sociobiodiversidade Associada a Povos e Comunidades Tradicionais (CNPT/ICMBio) durante minhas viagens para a RESEX Baía do Tubarão. Obrigado pelas inúmeras conversas, aconselhamentos, incentivos em participar dos eventos e pelas muitas correções textuais ao longo dessa caminhada acadêmica.

Agradeço a todos os professores do PPG-ERN pelo conhecimento compartilhado e pelas ideias inovadoras para implementar nas pesquisas. Gratidão especial ao Prof. Dr. Carlos Ruiz por me acolher no SERCAS durante a minha estadia em Campos, pelas conversas e reflexões sobre o projeto, além da oportunidade de estágio em docência sob sua supervisão.

Agradeço especialmente às amigadas encontradas em Campos: Camila Hime, Mariana Burato, Raísa Costa, Letícia Versiani e Isis Demarque. Obrigado por todos os dias que vivemos, pelas viagens, “rolês” e conversas que nos ajudam a superar os desafios.

Gratidão ao meu amigo e chefe, Prof. Dr. Jorge Nunes, por sempre deixar as portas do LABAQUA abertas para mim. Às minhas amigas do laboratório e de aventuras, Rafaela e Hélida, por todas as viagens que fizemos, por sempre que alguém tinha uma ideia, por mais doida que fosse, a gente ia lá e testava. Obrigado por compartilharem os surtos e as palavras de esperança, e, em meio ao caos, sempre pararmos e repetirmos o mantra da Rafa: “Vai dar certo!”

Agradecimento especial à minha amiga Anandinha por acreditar em mim e me incentivar a seguir no doutorado. Além disso, obrigado por me dar forças mesmo quando tua vida estava um turbilhão de emoções; tu és uma grande amiga. Gratidão aos meus grandes amigos e parceiros de campo, que espero levar por toda a vida: Anninha, Fábio, Júlia e Márcio. Vocês foram e são fundamentais no meu desenvolvimento pessoal e profissional. Especialmente a Anninha, por vezes estamos distantes, mas ela sempre encontra um jeito de me ajudar, me encorajar a sair do ócio e me fazer ser cada dia uma pessoa melhor. Obrigado amiga, tu és uma amiga de verdade.

Agradeço à minha família, especialmente à minha mãe (Dona Olga) e à minha irmã (Carla), por apoiarem a minha decisão de sair de São Luís e ingressar no doutorado tão longe de casa. Obrigado por todo o apoio. Gratidão ao meu pai, Sr. Raimundo (*in*

memoriam), por ter me dado a vida e pelos breves momentos compartilhados durante o ano passado.

Minha maior gratidão à pessoa que nunca saiu do meu lado: minha esposa e eterna namorada, Letícia Assis. Obrigado por dividir tudo comigo, por me ouvir, aconselhar e me fazer sair da zona de conforto. Tenho certeza de que, sem você, eu não teria conseguido concluir essa etapa da minha vida. Obrigado por acreditar quando eu não tinha esperança, por sonhar quando eu já estava cansado e por sempre me mostrar a luz quando eu só via trevas. A tua fé e o teu amor me guiaram para concluir este doutorado. Obrigado por não desistir de mim e por suportar a minha teimosia.

Agradeço a todos os pescadores artesanais do litoral maranhense que compartilharam seu saber e suas histórias comigo. Por todos os ensinamentos vividos, pelas histórias mirabolantes, pelos dias compartilhados. Agradeço também às comunidades da RESEX Baía do Tubarão, representadas nesta pesquisa pela Ilha do Gato, Ilha Grande e Carrapatal. Agradecimento especial às pessoas que me acolheram e ajudaram diretamente durante minhas viagens para a RESEX: Professora Elvira, Sr. Evandro, Sr. Menezes, Professora Valkiria e sua família.

Por fim, minha gratidão ao IBAMA pela liberação dos relatórios ambientais sobre o boto-cinza, realizados na Baía de São Marcos; sem eles, esta tese não seria viável e ao CNPT/ICMBio pelo apoio logístico para acessar a RESEX.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
ESTRUTURA DA TESE	xii
INTRODUÇÃO GERAL	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPÍTULO 1 - EMPLOYING LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE TO REVEAL INTERACTIONS BETWEEN ARTISANAL FISHERS AND GUIANA DOLPHINS (<i>Sotalia guianensis</i>) ALONG THE MARANHÃO COAST, NORTHERN BRAZIL	20
Abstract	21
Introduction	22
Material and Methods	23
Study area	23
Data collection	24
Data analysis	24
Ethical aspects	25
Results	25
Discussion	33
Conclusion	38
Acknowledgements	39
References	39
CAPÍTULO 2 - BEHAVIORAL STUDIES OF THE GUIANA DOLPHIN (<i>Sotalia guianensis</i>) ACROSS ITS DISTRIBUTION	46
INTRODUCTION	47
MATERIALS AND METHODS	49
Data Collection	49
Data Analysis	51
RESULTS	51
Temporal and Spatial Analysis of Publications	52
Co-authorship networks	53
Behavioral Study Methods	55
Spatial Distribution of Methods	57

Behavioral States and Events	59
DISCUSSION	62
Temporal and Spatial Analysis of Publications	62
Behavioral Study Methods.....	63
Spatial Distribution of Methods.....	64
Behavioral States and Events	65
CONCLUSION	67
REFERENCE	68
SUPPLEMENTARY MATERIAL	75
CAPÍTULO 3 – ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DO BOTO-CINZA, <i>Sotalia guianensis</i> , E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA ZONA PORTUÁRIA DE SÃO LUÍS, LITORAL AMAZÔNICO MARANHENSE.....	79
Introdução.....	80
Material e Métodos.....	81
Área de estudo	81
Coleta de dados.....	83
Análise de dados	84
Resultados.....	85
Comportamentos de <i>S. guianensis</i>	85
Variáveis ambientais e os comportamentos de <i>S. guianensis</i>	87
Análise de componentes principais – PCA	88
Discussão	89
Conclusão.....	92
Referências	93
CAPÍTULO 4 – PADRÕES COMPORTAMENTAIS DO BOTO-CINZA, <i>Sotalia guianensis</i> , NO LITORAL MARANHENSE: INTEGRAÇÃO ENTRE CENSO VISUAL E CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL	96
Introdução.....	97
Material e Métodos.....	99
Área de estudo	99
Coleta de dados.....	100
Análise de dados	102
Resultados.....	103
Perfil dos entrevistados	103
Etnoconhecimento sobre <i>S. guianensis</i>	103
Censo visual de <i>S. guianensis</i>	105
Análise comportamental de <i>S. guianensis</i> nas áreas monitoradas	106

Diagrama de Cordas – Censo visual e CEL.....	107
Discussão	108
Conclusão.....	111
Referências	112
Material Suplementar 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)....	117
Material Suplementar 2 – Prancha fotográfica.....	118
Material Suplementar 3 – Prancha comportamental	119
Material Suplementar 4 – Modelo do Questionário aplicado	120
CONSIDERAÇÕES FINAIS	121

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 – EMPLOYING LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE TO REVEAL INTERACTIONS BETWEEN ARTISANAL FISHERS AND GUIANA DOLPHINS (*Sotalia guianensis*) ALONG THE MARANHÃO COAST, NORTHERN BRAZIL....20

Figure 1 – Map of communities visited inside and outside the Tubarão Bay Extractive Reserve, Maranhão, northern Brazil.....23

Figure 2 – Fish ethnospecies important to the interviewees according to Smith's Saliency Index.....30

Figure 3 – Venn diagram with the species of fish caught by artisanal fishermen and those preyed upon by gray dolphins according to interviewees and scientific literature.....33

CAPÍTULO 2 - BEHAVIORAL STUDIES OF THE GUIANA DOLPHIN (*Sotalia guianensis*) ACROSS ITS DISTRIBUTION46

Figure 1. Flowchart illustrating the steps for selection of analyzed documents.50

Figure 2. Number of studies on *S. guianensis* behavior published from 2010 to 2024 (n=30).52

Figure 3. Distribution map of studies on *Sotalia guianensis* behavior published between 2010 and 2024.53

Figure 4. Interaction network among authors and group formation based on their connections.55

Figure 5. Behavioral study methods applied in countries within the distribution range of *Sotalia guianensis* between 2010 and 2024.58

CAPÍTULO 3 – ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DO BOTO-CINZA, *Sotalia guianensis*, E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA ZONA PORTUÁRIA DE SÃO LUÍS, LITORAL AMAZÔNICO MARANHENSE.....79

Figura 1 - Área de estudo no Complexo Portuário de São Luís, Baía de São Marcos, São Luís, Maranhão.....81

Figura 2 – Frequência relativa das categorias comportamentais exibidos por *S. guianensis* na zona portuária de São Luís.....85

Figura 3 – Frequência relativa dos comportamentos exibidos por *S. guianensis* na zona portuária de São Luís, de acordo com o período do dia (A) e a estação do ano (B).....87

Figura 4 – Variáveis ambientais coletadas durante as campanhas de 2021 a 2023 durante o avistamento de *S. guianensis* na zona portuária de São Luís.....88

Figura 5 - Análise de componentes principais (PCA) entre as variáveis ambientais salinidade (ppt), temperatura (°C), profundidade (m) e pH em relação a quantidade de comportamentos exibidos por *S. guianensis* na zona portuária de São Luís, MA.....89

CAPÍTULO 4 – PADRÕES COMPORTAMENTAIS DO BOTO-CINZA, *Sotalia guianensis*, NO LITORAL MARANHENSE: INTEGRAÇÃO ENTRE CENSO VISUAL E CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL.....96

Figura 1 – Área de estudo na Baía de São Marcos e RESEX Baía do Tubarão, Maranhão.99

Figura 2 – Análise de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) dos estados comportamentais de *S. guianensis* relatados pelos pescadores artesanais, dentro e fora de ambiente legalmente protegido.....107

Figura 3 – Diagrama de cordas comparando os comportamentos citados pelos pescadores artesanais (CEL) com os comportamentos observados in situ (censo), no litoral maranhense.108

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – EMPLOYING LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE TO REVEAL INTERACTIONS BETWEEN ARTISANAL FISHERS AND GUIANA DOLPHINS (*Sotalia guianensis*) ALONG THE MARANHÃO COAST, NORTHERN BRAZIL....20

Table 1 – Artisanal fishing activity characterization studied communities on the coast of Maranhão, northern Brazil.....26

Table 2 – Identification of ethnospecies cited by artisanal fishers as the target of their fishing activities and frequency and salience values obtained by the Smith Index.....28

Table 3 – Reports from artisanal fishers regarding positive, negative and neutral relationships with Guiana dolphins on the coast of the state of Maranhão.....31

CAPÍTULO 2 - BEHAVIORAL STUDIES OF THE GUIANA DOLPHIN (*Sotalia guianensis*) ACROSS ITS DISTRIBUTION46

Table 1. List of documents included in the systematic literature review.....75

Table 2. Description of the main behavioral study methods observed in the studies included in this literature review.56

Table 3. Behavioral states and events reported for the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in the studies included in this literature review.59

Table 4. Description of behavioral events observed for the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) reported in the studies included in this literature review.60

CAPÍTULO 4 – PADRÕES COMPORTAMENTAIS DO BOTO-CINZA, *Sotalia guianensis*, NO LITORAL MARANHENSE: INTEGRAÇÃO ENTRE CENSO VISUAL E CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL.....96

Tabela 1 – Estados e eventos comportamentais relatados pelos pescadores artesanais nas comunidades dentro da RESEX Baía do Tubarão (DR) e fora da RESEX (FR).104

Tabela 2 – Estados e eventos comportamentais observados por meio do monitoramento embarcado (censo visual) na Baía de São Marcos, São Luís, Maranhão.105

LISTA DE ANEXOS

CAPÍTULO 4 – PADRÕES COMPORTAMENTAIS DO BOTO-CINZA, <i>Sotalia guianensis</i>, NO LITORAL MARANHENSE: INTEGRAÇÃO ENTRE CENSO VISUAL E CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL.....	96
Material Suplementar 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)....	117
Material Suplementar 2 – Prancha fotográfica.....	118
Material Suplementar 3 – Prancha comportamental adaptada de Nascimento (2006).....	119
Material Suplementar 4 – Modelo do Questionário aplicado.....	120

RESUMO

Nesta pesquisa são realizadas diferentes abordagens para investigar o comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e suas interações com as comunidades tradicionais do litoral maranhense, Brasil. O boto-cinza é um cetáceo costeiro distribuído ao longo do litoral atlântico da América do Sul, desde Honduras até Santa Catarina. A integração entre o Conhecimento Ecológico Local (CEL) e monitoramento científico sistemático demonstrou-se capaz de gerar subsídios à conservação da espécie. O primeiro capítulo trata exclusivamente da ferramenta etnográfica, onde aplicou-se 88 questionários semiestruturados com pescadores artesanais da Reserva Extrativista Baía do Tubarão e da Baía de São Marcos. As entrevistas revelaram uma coexistência entre pescadores e botos-cinza majoritariamente não conflituosa: 56,8% não se incomodam com a presença dos botos durante a pesca e não há registros de capturas intencionais, embora 45,4% dos entrevistados reconheçam o risco de emalhe destes animais nas redes de pesca. Além disso, foi possível observar o nível do conhecimento dos pescadores artesanais sobre a ecologia do boto-cinza, as quais são importantes para fortalecer as estratégias de conservação da espécie. No segundo capítulo realizou-se uma revisão sistemática da literatura entre os anos de 2010 e 2024 sobre as pesquisas relacionadas ao comportamento do boto-cinza no Brasil e países da América do Sul. Este levantamento identificou uma concentração geográfica das pesquisas comportamentais no sudeste brasileiro e predominância metodológica da observação direta (56,7%), apontando uma lacuna crítica para as pesquisas comportamentais sobre essa espécie no Norte e Nordeste do Brasil. Em vista dessa lacuna, o terceiro capítulo da tese utilizou dados oriundos do monitoramento embarcado no âmbito do Programa de Monitoramento de Cetáceos, realizado no Terminal Marítimo Ponta da Madeira, Baía de São Marcos. O objetivo deste capítulo foi identificar se as variáveis ambientais analisadas, exercem influência sobre os comportamentos exibidos pelo boto-cinza na zona portuária de São Luís. O esforço amostral desta pesquisa foi de 706 horas de monitoramento embarcado, entre os anos de 2021 e 2023. Os resultados demonstraram que o comportamento da espécie neste ambiente intensamente antropizado é predominantemente de deslocamento (54,67%), seguido por comportamentos de socialização (16,55%) e alimentação/forrageio (12,95%). Além disso, observou-se que a quantidade de comportamentos realizados pelo boto-cinza é influenciada de forma limitada pelas variáveis ambientais abióticas. O pH e a temperatura apresentaram correlações negativas significativas, porém fracas a moderadas, com a frequência comportamental. Ademais, identificou-se a necessidade de incluir em futuras análises as variáveis diretamente relacionadas a presença de presas e a qualidade do ambiente. Por fim, o quarto capítulo traz a junção entre o método tradicional de pesquisa (censo visual embarcado) e o CEL, cujo objetivo foi identificar e quantificar os estados e eventos comportamentais exibidos por *S. guianensis*, bem como comparar os resultados obtidos por meio do censo visual e CEL, a fim de compreender possíveis divergências e complementariedades entre os métodos. Os resultados do censo visual indicaram que os grupos de boto-cinza eram compostos, predominantemente, por espécimes adultos e grupos com dois a três indivíduos. Além disso, foram entrevistados 119 pescadores artesanais os quais identificaram 12 eventos, distribuídos em cinco estados comportamentais. Os principais comportamentos observado pelo censo visual foram deslocamento (54,67%) e socialização (16,54%), enquanto pelo CEL os mais frequentes foram atividades

aéreas (30,63%) e forrageio (29,19%). A análise estatística comparativa (PERMANOVA) confirmou uma diferença significativa ($p=0,012$), ainda que de baixa magnitude ($R^2=0,032$), na abundância dos estados comportamentais relatados entre áreas protegidas e não protegidas, validando a complementaridade das fontes de dados. Por fim, conclui-se que no litoral maranhense os comportamentos predominantes foram deslocamento e alimentação. Ademais, as frequências comportamentais podem ser mais influenciadas por pressões antrópicas do que por variáveis abióticas, como pH, salinidade e temperatura. A integração entre o monitoramento científico (censo visual) e o Conhecimento Ecológico Local (CEL) revelou-se complementar e essencial, capturando uma gama mais ampla de padrões comportamentais e contextos ecológicos. Os resultados reforçam a importância das comunidades tradicionais como parceiras no conhecimento, defendendo a co-gestão e o manejo participativo como bases para políticas públicas eficazes de conservação da espécie em ambientes costeiros impactados.

ABSTRACT

This research employs different approaches to investigate the behavior of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) and its interactions with traditional communities along the coast of Maranhão, Brazil. The Guiana dolphin is a coastal cetacean distributed along the Atlantic coast of South America, from Honduras to Santa Catarina. The integration between Local Ecological Knowledge (LEK) and systematic scientific monitoring has proven capable of generating subsidies for the species' conservation. The first chapter deals exclusively with the ethnographic tool, for which 88 semi-structured questionnaires were applied with artisanal fishers from the Baía do Tubarão Extractive Reserve and São Marcos Bay. The interviews revealed a coexistence between fishers and Guiana dolphins that is mostly non-conflictual: 56.8% are not bothered by the presence of the dolphins during fishing, and there are no records of intentional captures, although 45.4% of the respondents recognize the risk of entanglement of these animals in fishing nets. Furthermore, it was possible to observe the level of knowledge of artisanal fishers about the ecology of the Guiana dolphin, which is important for strengthening the species' conservation strategies. The second chapter conducted a systematic literature review between 2010 and 2024 on research related to the behavior of the Guiana dolphin in Brazil and South American countries. This survey identified a geographic concentration of behavioral research in southeastern Brazil and a methodological predominance of direct observation (56.7%), pointing to a critical gap for behavioral research on this species in the North and Northeast of Brazil. In view of this gap, the third chapter of the thesis used data from vessel-based monitoring under the Cetacean Monitoring Program, carried out at the Ponta da Madeira Maritime Terminal, São Marcos Bay. The objective of this chapter was to identify whether the analyzed environmental variables influence the behaviors exhibited by the Guiana dolphin in the port area of São Luís. The sampling effort for this research was 706 hours of vessel-based monitoring between 2021 and 2023. The results demonstrated that the species' behavior in this intensely anthropized environment is predominantly travel (54.67%), followed by socialization (16.55%) and feeding/foraging behaviors (12.95%). Furthermore, it was observed that the quantity of behaviors performed by the Guiana dolphin is influenced to a limited extent by abiotic environmental variables. pH and temperature showed significant, though weak to moderate, negative correlations with behavioral frequency. Additionally, the need to include in future analyses variables directly related to prey presence and environmental quality was identified. Finally, the fourth chapter brings together the traditional research method (vessel-based visual survey) and LEK, with the objective of identifying and quantifying the behavioral states and events exhibited by *S. guianensis*, as well as comparing the results obtained through the visual survey and LEK, to understand possible divergences and complementarities between the methods. The visual survey results indicated that Guiana dolphin groups were predominantly composed of adult specimens and groups of two to three individuals. Furthermore, 119 artisanal fishers were interviewed, who identified 12 events, distributed across five behavioral states. The main behaviors observed by the visual survey were travel (54.67%) and socialization (16.54%), while the most frequent according to LEK were aerial activities (30.63%) and foraging (29.19%). Comparative statistical analysis (PERMANOVA) confirmed a significant difference ($p=0.012$), albeit of low magnitude ($R^2=0.032$), in the abundance of behavioral states reported between protected and non-protected areas, validating the complementarity of the data

sources. In conclusion, along the coast of Maranhão, the predominant behaviors were travel and feeding. Furthermore, behavioral frequencies may be more influenced by anthropogenic pressures than by abiotic variables such as pH, salinity, and temperature. The integration between scientific monitoring (visual survey) and Local Ecological Knowledge (LEK) proved to be complementary and essential, capturing a broader range of behavioral patterns and ecological contexts. The results reinforce the importance of traditional communities as partners in knowledge, advocating for co-management and participatory management as foundations for effective public policies for the conservation of the species in impacted coastal environments.

ESTRUTURA DA TESE

Esta tese foi escrita em formato de capítulos e é composta de:

1. Introdução Geral que sintetiza as informações sobre repertórios comportamentais e interações ecológicas do boto-cinza.
2. O primeiro capítulo, intitulado **"Employing Local Ecological Knowledge to Reveal Interactions Between Artisanal Fishers and Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*) Along the Maranhão Coast, Northern Brazil"**, utiliza o CEL para investigar as interações entre pescadores artesanais e botos. Foram realizadas entrevistas com moradores de comunidades da RESEX Baía do Tubarão e da Baía de São Marcos, buscando identificar percepções, possíveis conflitos e benefícios associados à presença dos botos, além de subsidiar estratégias participativas de conservação e manejo da espécie na região.
3. O segundo capítulo, **"Behavioral Studies of the Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) Across Its Distribution"**, apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre os métodos utilizados em estudos comportamentais com boto-cinza ao longo de sua distribuição. Foram examinados os principais enfoques metodológicos empregados nos últimos 15 anos, destacando a predominância de estudos no sudeste brasileiro, a prevalência da observação direta, o uso crescente de tecnologias como vídeo e drones, e as potencialidades do conhecimento ecológico local (CEL) como ferramenta complementar, especialmente em regiões menos estudadas.
4. O terceiro capítulo, **"Ecologia comportamental do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, e sua relação com as variáveis ambientais na zona portuária de São Luís, litoral amazônico maranhense"**, examina se fatores ambientais como salinidade, temperatura, pH e profundidade influenciam o comportamento do boto-cinza na Baía de São Marcos. A partir de dados de monitoramento embarcado coletados entre 2021 e 2023, os comportamentos foram categorizados e relacionados às variáveis ambientais, evidenciando que, apesar da diversidade comportamental, fatores antrópicos parecem exercer influência mais marcante sobre os comportamentos do que os fatores ambientais.
5. O quarto capítulo, **"Padrões comportamentais do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, no litoral maranhense: integração entre censo visual e conhecimento ecológico local"**, busca identificar e quantificar os estados e eventos comportamentais exibidos pela espécie na região, comparando os resultados provenientes do censo visual e do CEL de pescadores artesanais. Foram analisados dados de monitoramento embarcado e de entrevistas em comunidades dentro e fora da Reserva Extrativista (RESEX) Baía do Tubarão, permitindo a avaliação de convergências e diferenças entre as abordagens e destacando a importância da integração metodológica para o entendimento dos padrões comportamentais.
6. Considerações finais onde são elencadas as principais contribuições da tese e as lacunas que precisam ser preenchidas por futuros estudos com pequenos cetáceos, especialmente o boto-cinza no litoral norte e nordeste do Brasil.

INTRODUÇÃO GERAL

Os cetáceos são mamíferos aquáticos de ampla distribuição global, ocupando ambientes oceânicos, estuarinos e fluviais, e desempenham papel fundamental como predadores de topo e sentinelas ecológicas nos ecossistemas marinhos (ROBARDS; REEVES, 2011; TARDIN et al., 2020; WILLIAMSON et al., 2021). A sua presença e saúde populacional refletem diretamente as condições ambientais e a qualidade dos habitats que frequentam, tornando-os excelentes indicadores das pressões antrópicas e naturais sobre os ambientes aquáticos (DOMIT et al., 2021; MOORE, 2008; BOSSART, 2006). Entretanto, a proximidade com ambientes costeiros e estuarinos expõe diversas espécies de cetáceos a impactos intensos, como poluição, captura acidental, degradação ambiental e elevado tráfego de embarcações (BARRETO et al., 2011).

Os estudos comportamentais com cetáceos enfrentam uma série de limitações, sendo a principal delas a dificuldade de registrar os comportamentos dessas espécies em seu ambiente natural (EBERHARDT; CHAPMAN; GILBERT, 1979; MANN, 1999). O repertório comportamental dos cetáceos é amplo e pode variar em função das características do habitat em que vivem (SHANE, 1990). Entre os comportamentos observados, destacam-se as estratégias de alimentação e forrageio, tanto individual quanto em grupo, além de interações sociais e brincadeiras (LOUZADA; MAISTRO; MONTEIRO-FILHO, 2014; ROSSI-SANTOS; FLORES, 2009). A análise de padrões de deslocamento, comportamentos sociais e uso do habitat permite identificar áreas prioritárias para a conservação das espécies e de seus ecossistemas (BONIN et al., 2017; PIERRY et al., 2023; TARDIN et al., 2020).

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é um pequeno cetáceo da família Delphinidae, endêmico do Atlântico ocidental, distribuindo-se desde Honduras, na América Central, até o norte de Santa Catarina, no Brasil (BARRETO et al., 2011; FLORES; DA SILVA, 2009). Caracterizado como especialista de habitat, *S. guianensis* apresenta distribuição clinal restrita a águas tropicais rasas e costeiras, concentrando-se na plataforma continental do oeste do Atlântico (LOBO et al., 2021). Essa distribuição limitada, associada à intensa sobreposição com áreas de atividade humana, torna a espécie altamente vulnerável às pressões antrópicas, incluindo a

pesca artesanal, poluição química, tráfego de embarcações e pesquisa sísmica marinha (DOMIT et al., 2021; SILVA; SOUTO; AZEVEDO, 2024).

Ao longo do litoral brasileiro, o boto-cinza enfrenta múltiplas ameaças que comprometem sua sobrevivência, tais como poluição sonora (BITTENCOURT et al., 2017), ingestão de resíduos sólidos (DI BENEDITTO et al., 2019), contaminação química (HAUSER-DAVIS et al., 2020) e doenças emergentes (GROCH et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2017), levando a declínios populacionais como registrado na Baía de Guanabara (AZEVEDO et al., 2017). Diante de todas essas pressões, *S. guianensis* foi classificada como “Quase Ameaçada” (NT) pela União Internacional para Conservação da Natureza (SECCHI; SANTOS; REEVES, 2018) e “Vulnerável” (VU) pela lista nacional de espécies ameaçadas do Brasil (ICMBIO, 2018).

Apesar do aumento das pesquisas sobre cetáceos no Brasil, a distribuição do esforço científico é desigual, com maior concentração de estudos nas regiões Sul e Sudeste, enquanto o Norte e o Nordeste, especialmente o litoral maranhense, permanecem subamostrados (PIVARI; PAGLIANI; DE MOURA, 2020). Unidades de Manejo definidas recentemente evidenciam a necessidade de estudos regionais, especialmente em áreas com lacunas de conhecimento sobre história natural, comportamento, abundância e ameaças (DOMIT et al., 2021). A carência de informações é ainda mais acentuada em ambientes sob influência portuária, onde as pressões ambientais e antrópicas tendem a ser mais intensas (MACIEL et al., 2023).

A ecologia comportamental de *S. guianensis* tem sido descrita, principalmente, a partir de métodos de observação direta, ponto fixo, monitoramento embarcado e, mais recentemente, pelo uso de ferramentas tecnológicas, como drones e gravações acústicas (CASTRO et al., 2021; MAY-COLLADO, 2013; PIERRY et al., 2024, 2023). Contudo, o conhecimento ecológico local (CEL) de pescadores artesanais surge como uma fonte complementar e valiosa para a compreensão do comportamento, uso do habitat e ameaças à espécie (ROSA; ZAPPES; DI BENEDITTO, 2012; SOUZA; BEGOSSI, 2007; ZAPPES et al., 2010). Estudos têm demonstrado que o CEL pode revelar padrões comportamentais, áreas prioritárias de ocorrência e até interações colaborativas entre botos e pescadores, contribuindo para estratégias participativas de manejo e conservação (FILGUEIRA et al., 2025; MANZAN; LOPES, 2016).

O litoral maranhense destaca-se como uma região de elevada diversidade biológica, marcada pela presença de grandes estuários, manguezais e uma das maiores áreas de produção pesqueira artesanal do país (ALMEIDA et al., 2006; MONTELES et al., 2010). A região abriga comunidades tradicionais que mantêm uma relação histórica e cultural com os ambientes aquáticos e suas espécies, dentre elas o boto-cinza. A predominância da pesca artesanal, praticada com métodos rudimentares e embarcações de pequeno porte, favorece a ocorrência de interações frequentes entre pescadores e botos, tornando o CEL dessas comunidades uma ferramenta estratégica para a identificação de padrões de ocorrência, comportamento e ameaças à espécie (FILGUEIRA et al., 2021; VIDAL et al., 2017; ZAPPES et al., 2013).

Apesar de avanços recentes, ainda existem lacunas significativas sobre a ecologia, comportamento, bioacústica, tamanho populacional e impactos de contaminantes sobre o boto-cinza no Maranhão, sobretudo em áreas sob influência portuária (PIVARI; PAGLIANI; DE MOURA, 2020). Além disso, a intensificação das atividades portuárias, a poluição, os resíduos sólidos, a contaminação química e o aumento do tráfego de embarcações elevam os riscos para as populações locais, exigindo esforços de monitoramento e pesquisa para subsidiar ações de manejo e conservação (CARVALHO-NETA; TORRES; ABREU-SILVA, 2012; MAREGA-IMAMURA et al., 2018).

Diante do exposto, esta pesquisa parte da hipótese de que o comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no uso espacial de duas baías maranhenses vai depender das características dos ambientes e das diferentes pressões antrópicas, sendo mais heterogêneo nas áreas mais preservadas.

Além disso, o objetivo geral é catalogar os comportamentos exibidos pelo boto-cinza e avaliar os impactos oriundos das atividades antrópicas sobre a ecologia das populações presentes no litoral maranhense. Para tanto, os objetivos específicos são:

- ✓ Identificar os tipos de interações entre pescadores e botos-cinza e suas influências sobre o comportamento da espécie, na Reserva Extrativista Baía do Tubarão e Baía de São Marcos, litoral maranhense;
- ✓ Catalogar os comportamentos exibidos pelos botos-cinza ao longo do litoral maranhense;

- ✓ Analisar a influência da profundidade, salinidade, pH, temperatura da água, período do dia e local sobre os comportamentos do boto-cinza na zona portuária de São Luís, litoral maranhense;
- ✓ Identificar os padrões comportamentais do boto-cinza na Reserva Extrativista Baía do Tubarão e Baía de São Marcos, por meio da integração entre censos visuais embarcados e o Conhecimento Ecológico Local (CEL) de pescadores artesanais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Z. S. *et al.* Diagnóstico da pesca no litoral do estado do Maranhão. In: ISAAC, V. J.; MARTINS, A. S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO FILHO, J. M. (Orgs.) **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais**. Belém, UFPA, p. 41–65, 2006.

AZEVEDO, A. F. *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. **Ecological Indicators**, v. 79, p. 1–10, 2017.

BARRETO, A. S. *et al.* **Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos Aquáticos Pequenos Cetáceos**, 2011.

BITTENCOURT, L. *et al.* Underwater noise in an impacted environment can affect Guiana dolphin communication. **Marine Pollution Bulletin**, v. 114, n. 2, p. 1130–1134, 2017.

BONIN, C. A. *et al.* Habitat preference and behaviour of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in a well-preserved estuary off Southern Brazil. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 49, n. 6, p. 2235–2242, dez. 2017.

BOSSART, G. D. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. **Oceanography**, v. 19, n. 2, p. 134–137, 2006.

CARVALHO-NETA, R. N. F.; TORRES, A. R.; ABREU-SILVA, A. L. Biomarkers in catfish *Sciades herzbergii* (teleostei: ariidae) from polluted and non-polluted areas (São Marcos' Bay, Northeastern Brazil). **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 166, n. 5, p. 1314–1327, 2012.

CASTRO, J. *et al.* Assessing the behavioural responses of small cetaceans to unmanned aerial vehicles. **Remote Sensing**, v. 13, n. 1, p. 1–8, 2021.

DI BENEDETTO, A. P. M. A. P. M. *et al.* Debris ingestion by carnivorous consumers: Does the position in the water column truly matter? **Marine Pollution Bulletin**, v. 144, p. 134–139, jul. 2019.

DOMIT, C. *et al.* Progress report of the *Sotalia guianensis* Intersessional Group: Status of the Current Knowledge and Action Plan. **Journal of Cetacean Research and Management**, p. 70, 2021.

EBERHARDT, L. L.; CHAPMAN, D. G.; GILBERT, J. R. A Review of Marine Mammal Census Methods. **Wildlife Monographs**, n. 63, p. 3–46, 1979.

FILGUEIRA, C. H. M. DOS S. *et al.* Traditional knowledge of artisanal Fishers and *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in the Extractive Reserve Baía do Tubarão (Brazilian Amazon coast). **Ocean & Coastal Management**, v. 210, n. May, p. 105700, set. 2021.

FILGUEIRA, C. H. M. DOS S. *et al.* Employing Local Ecological Knowledge to reveal interactions between artisanal fishers and Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*) along the Maranhão coast, northern Brazil. **Ethnobiology and Conservation**, v. 19, n. June, p. 1–16, 2025.

FLORES, P. A. C.; DA SILVA, V. M. F. Tucuxi and Guiana Dolphin: *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. In: **Encyclopedia of Marine Mammals**. Londres: Academic Press, 2009. p. 1188–1192.

GROCH, K. R. et al. Guiana dolphin unusual mortality event and link to cetacean morbillivirus, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 24, n. 7, p. 1349–1354, 2018.

HAUSER-DAVIS, R. A. et al. Subcellular Cadmium, Lead and Mercury Compartmentalization in Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*) From Southeastern Brazil. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, n. December, p. 1–8, 14 dez. 2020.

ICMBIO. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. In: Brasília: ICMBio/MMA, 2018. p. 492p.

LOBO, A. D. J. et al. Potential distribution of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*): A coastal-estuarine and tropical habitat specialist. **Journal of Mammalogy**, v. 102, n. 1, p. 308–318, 2021.

LOUZADA, C. N. C. N.; MAISTRO, A. P. S. A. P. DE S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. E. L. DE A. Play it again: The use of video records in behavioural studies with small cetaceans. **Acta Ethologica**, v. 17, n. 2, p. 113–117, 20 jun. 2014.

MACIEL, I. S. et al. 20 years of research on the Guiana dolphin population of Sepetiba Bay, southeastern Brazil: What has changed? **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 33, n. 9, p. 940 – 954, 2023.

MANN, J. Behavioral sampling methods for cetaceans: A review and critique. **Marine Mammal Science**, v. 15, n. 1, p. 102–122, 1999.

MANZAN, M. F.; LOPES, P. F. M. The behavior of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*, van Bénédén, 1864) according to fishermen from different fishing environments. **Ocean and Coastal Management**, v. 130, p. 229–238, 2016.

MAREGA-IMAMURA, M. et al. Behavioral responses of *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla, Delphinidae) to boat approaches in northeast Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, n. 2, p. 268–279, 10 maio 2018.

MAY-COLLADO, L. J. Guyana dolphins (*Sotalia guianensis*) from Costa Rica emit whistles that vary with surface behaviors. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 134, n. 4, p. EL359–EL365, 1 out. 2013.

MONTELES, J. S.; DE ALMEIDA FUNO, I. C.; DE CASTRO, A. C. L. Caracterização da pesca artesanal nos municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz-Maranhão. **Boletim do laboratório de hidrobiologia**, v. 23, n. 1, 2010.

MOORE, S. E. Marine mammals as ecosystem sentinels. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 3, p. 534–540, 2008.

OLIVEIRA, C. A. et al. Herpesviral infection in a Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) from the northern coast of Brazil . **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 29, n. 6, p. 877–879, 2017.

PIERRY, J. C. et al. Guiana dolphins use mangrove margins as a natural barrier to chase fish prey. **Ethology**, v. 130, n. 1, 14 jan. 2024.

PIERRY, J. C. J. C. et al. Escape response of Guiana dolphins to bottlenose dolphin

playback. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 566, p. 151925, set. 2023.

PIVARI, D.; PAGLIANI, B.; DE MOURA, J. F. Preliminary Study on Occurrence and Ecological Aspects of *Sotalia guianensis* from an Estuarine Area, Northeast Coast of Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 46, n. 2, p. 124–130, 15 mar. 2020.

ROBARDS, M. D.; REEVES, R. R. The global extent and character of marine mammal consumption by humans: 1970–2009. **Biological Conservation**, v. 144, n. 12, p. 2770–2786, 2011.

ROSA, G. A.; ZAPPES, C. A.; DI BENEDITTO, A. P. M. Etnoecologia de pequenos cetáceos: interações entre a pesca artesanal e golfinhos no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 293–304, 2012.

ROSSI-SANTOS, M. R.; FLORES, P. A. D. C. Feeding Strategies of the Guiana Dolphin. **Marine Biology**, p. 70–76, 2009.

SECCHI, E.; SANTOS, M. C. O.; REEVES, R. *Sotalia guianensis*, Guiana dolphin. **The IUCN Red List of Threatened Species**, v. 8235, p. e.T181359A50386256, 2018.

SHANE, S. H. Behavior and Ecology of the Bottlenose Dolphin at Sanibel Island, Florida. In: LEATHERWOOD, S.; REEVES, R. R. (Eds.). **The Bottlenose Dolphin**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 245–265.

SILVA, B. C. DA; SOUTO, A. DA S.; AZEVÊDO, E. DE L. Interactions between cetaceans (suborder Odontoceti) and artisanal fishing in Brazil: an ethnoecological approach. **Ethnobiology and Conservation**, v. 13, n. May, p. 1–51, 2024.

SOUZA, S. P.; BEGOSSI, A. Whales, dolphins or fishes? The ethnotaxonomy of cetaceans in São Sebastião, Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 3, p. 1–15, 2007.

TARDIN, R. H. et al. Modelling habitat use by the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in south-eastern Brazil: Effects of environmental and anthropogenic variables, and the adequacy of current management measures. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 30, n. 4, p. 775–786, 2020.

VIDAL, M. D. et al. Percepção de pescadores sobre as interações de botos com a pesca e sua relação com o turismo de alimentação artificial em Novo Airão, Amazonas, Brasil. In: MARCHAND, G.; VANDER VELDEN, F. (Eds.). **Olhares cruzados sobre as relações entre seres humanos e animais silvestres na Amazônia (Brasil, Guiana Francesa)**. [s.l.] Editora da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017. p. 103–120.

WILLIAMSON, M. J. et al. Cetaceans as sentinels for informing climate change policy in UK waters. **Marine Policy**, v. 131, p. 104634, 2021.

ZAPPES, C. A. et al. O comportamento do boto-cinza *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea; Delphinidae) através do olhar dos pescadores artesanais. **Revista de Etologia**, v. 9, n. 1, p. 17–28, 2010.

ZAPPES, C. A. C. A. et al. Accidents between artisanal fisheries and cetaceans on the Brazilian coast and Central Amazon: Proposals for integrated management. **Ocean & Coastal Management**, v. 85, p. 46–57, dez. 2013.

CAPÍTULO 1 - EMPLOYING LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE TO REVEAL INTERACTIONS BETWEEN ARTISANAL FISHERS AND GUIANA DOLPHINS (*Sotalia guianensis*) ALONG THE MARANHÃO COAST, NORTHERN BRAZIL

Carlos Henrique Marinho dos Santos Filgueira^{1*}, Marcelo Derzi Vidal², Rachel Ann Hauser-Davis³, Salvatore Siciliano⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, RJ, 28013-602, Brazil

²Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Sociobiodiversidade Associada a Povos e Comunidades Tradicionais, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Rua das Hortas, 223, Centro, São Luís, MA, 65020-270, Brazil

³Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, Brazil

⁴Departamento de Ciências Biológicas, Escola Nacional de Saúde Pública/ Fiocruz, Rua Leopoldo Bulhões, 1.480, Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ, 21041-210, Brazil

* Corresponding author

E-mail addresses: CHMSF (marinho.ocean@gmail.com), MDV (marcelo.vidal@icmbio.gov.br), RAHD (rachel.hauser.davis@gmail.com), SS (gemmlagos@gmail.com)

Abstract

The Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) is a cetacean found in tropical coastal waters of the Western Atlantic, distributed from Honduras to northern Santa Catarina, Brazil. Its restricted distribution and interaction with human activities, such as artisanal fishing and pollution, make it highly vulnerable to anthropogenic threats, being classified as near threatened by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) and vulnerable by the Brazilian Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio), the Brazilian Ministry of the Environment's administrative arm. Local Ecological Knowledge (LEK) is essential to understand interactions between fishing communities and this species. In this sense, this study aimed to identify the interactions between artisanal fishers and Guiana dolphins on the coast of Maranhão, aiming to provide relevant information on Guiana dolphins, essential to support conservation efforts for the species. A total of 88 semi-structured questionnaires were applied to fishers from the Tubarão Bay Extractive Reserve and São Marcos Bay, in Maranhão, northern Brazil. The calculated Smith's Saliency Index revealed that the most valued ethnospecies are mullet, hake and croaker. Although overlaps between ethnospecies and the Guiana dolphin diet are noted, no direct conflicts were recorded. Some fishers perceive the presence of dolphins in a positive light, associating them with helping them locate fish, while others view the interaction negatively, considering that dolphins feed on fish caught in nets. Most fishers (56.8%) are not bothered by the presence of dolphins during fishing, and 82.95% stated that they do not interfere. Although 45.4% of fishers believe that dolphins can get entangled in fishing gear, there were no records of intentional captures. The importance of conservation and environmental education strategies is highlighted to ensure harmonious coexistence between fishers and Guiana dolphins.

Ethnoecology – Artisanal fishing – Cetacean – Conservation

Introduction

The Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) is a small cetacean, member of the Delphinidae family, endemic to the Eastern Atlantic Ocean, distributed from Honduras, in Central America, to the north of Santa Catarina, in southern Brazil (Barreto et al. 2011; Batista et al. 2014; Silva and Best 1996). This species is characterized as a habitat specialist with a potential clinal geographic distribution, concentrated in shallow and coastal tropical waters of the continental shelf of the western Atlantic Ocean (Lobo et al. 2021).

Due to its restricted distribution and strong overlap with human activities, the Guiana dolphin is vulnerable to artisanal fishing activities, chronic effects of pollution, and other anthropogenic actions, including heavy vessel traffic and marine seismic research (Barreto et al. 2011). In a recent assessment, the International Union for Conservation of Nature (IUCN) classified this species as near threatened (NT) (Secchi et al. 2018). In Brazil, is fully protected by law, and its capture, transport, and any processing and commercialization activity are prohibited (ICMBio 2018) due to its national classification as a vulnerable species (VU) (Brasil 2022).

The application of ethnographic tools, such as Local Ecological Knowledge (LEK) (Begossi et al. 2000; Hanazaki 2003), helps complement scientific knowledge through the traditional knowledge of local communities, especially in places that are difficult to access or where there is a lack of financial resources (Huntington 2000). This type of knowledge is acquired over years of experience and transmitted to generations who, by living with nature, learn about local species and the use of natural resources in the communities where they live (Diegues 2001). Understanding the types of interactions between fishing communities and target species, as well as the ecology and behavior of Guiana dolphins from a fisher perspective (Manzan and Lopes 2016; Siciliano 1994; Zappes et al. 2010) are essential for the development of action plans aimed at mapping priority areas for conservation, in addition to environmental awareness actions, both inside and outside legally protected areas (Zappes et al. 2013a).

Along the coast of the state of Maranhão, northern Brazil, fishing production is mostly carried out artisanally, representing about 92% of the total production carried out in this state (Almeida et al., 2006). Approximately 200 artisanal fishing communities are located in this state, carrying out their activities with low technological levels and basic methods, such as fixed traps (*currais*), drift nets (gill nets), longlines, and handlines (Monteles et al. 2010; Santos et al. 2011). In addition, the state's fishing fleet is characterized by small, low-power vessels, thus limiting the productive capacity of this sector when compared to industrial fishing (Carvalho et al. 2020). Therefore, each fishing net, trap, and vessel comprise potentially a source of interaction between the Guiana dolphins and artisanal fishing communities. Because of this, these associations need to be understood in order to build healthy human-wildlife relationships.

Although some studies report on the occurrence, habitat use, meat consumption, and traditional knowledge of Guiana dolphins (Filgueira et al. 2021; Garri et al. 2008; Moura et al. 2019; Pivari et al. 2020; Siciliano et al. 2018) along the coast

of the state of Maranhão, the area still lacks much information concerning ecology, behavior, population size, bioacoustics, the presence of contaminants, and water quality, especially in areas influenced by port activities (Pivari et al. 2020). Given these threats, this study identifies the types of interactions between artisanal fishers and Guiana dolphins along the coast of Maranhão, in order to contribute with relevant information on this species, essential to support conservation actions.

Material and Methods

Study area

This research was conducted at the Tubarão Bay Extractive Reserve, a legally protected area, and in the São Marcos Bay region, a non-legally protected area. Both are located along the Maranhão coast, which exhibits wide tidal variations, which can reach 7.1 m, averaging 3.4 m variations (Furtado 2007). The Maranhão coast is highly diverse, presenting several mangroves, bays, inlets and dunes. This coast contains important Conservation Units, with Extractive Reserves (RESEX) comprising a relevant category for the conservation of marine and coastal environments and the culture of traditional communities (Fig. 1).

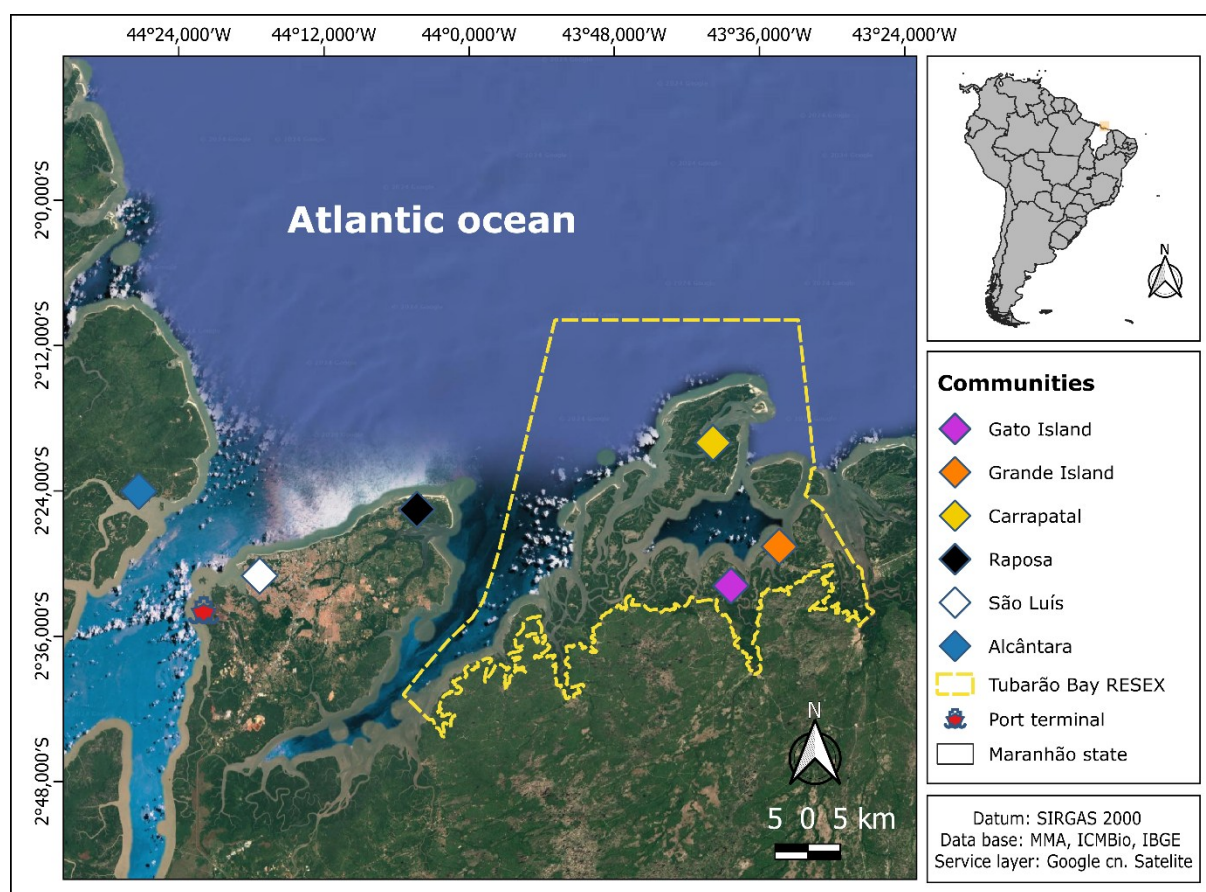


Figure 1 – Map of communities visited inside and outside the Tubarão Bay Extractive Reserve, Maranhão, northern Brazil.

The Tubarão Bay RESEX, a conservation area created by Decree 9,340 of April 5th, 2018 (Brazil 2018), is located east of São Luís Island and covers part of the municipalities of Icatu and Humberto de Campos. This conservation area covers about

223 thousand hectares (Soares 2017). Local seasonality is marked by dry and rainy periods, temperatures are usually above 27 °C and the average annual rainfall rate is of 1,719 mm (Monteles et al. 2010). Thirteen human communities that live basically from artisanal fishing, shellfish gathering, small plantations and raising small animals for their own consumption are located within this conservation area (Soares 2017). Three artisanal fishing communities were selected for this study, namely Gato Island (2°31.8'S, 43°38.4'W), Grande Island (2°28.5'S, 43°34.4'W) and Carrapatal (2°22.1'S, 43°40.5'W).

The other sites, namely the municipalities of São Luís (2°31.8'S, 44°18.5'W), Raposa (2°25'S, 44°06.1'W) and Alcântara (2°24.5'S, 44°25'W), are located in the São Marcos Bay, bordered to the west by the municipality of Alcântara, to the south by the mouth of the Mearim River and to the east by the Ilha do Maranhão (DHN, 2013). This bay exhibits wide tidal variations, with maximums of up to 7.2 m, but, mostly, with a maximum amplitude not exceeding 5.5 m. In addition, this bay displays high commercial importance due to local port facilities responsible for the flow of a large part of the production and activities that move the population to the Baixada Maranhense region (Amaral and Alfredini 2010).

Data collection

Interviewees were selected according to the following criteria: (i) the individual should work as a fisher in the study area, (ii) be over 18 years old, and (iii) be available to participate in the interview and agree to a Free and Informed Consent Form (FICF). The snowball technique was used to select interviewees, so that, interviewed fishers indicated other experienced informants to contribute to the research at the end of each interview (Bailey 1982). This method favors obtaining important informants for the research. However, in order to avoid interview biases, researchers can interrupt the snowball technique and conduct opportunistic meetings with other fishers on the beaches and fishing ranches (Zappes et al. 2016b).

Interviews were conducted with local fishers using a semi-structured questionnaire containing open and closed questions. The first part of the questionnaire addressed socioeconomic information and local fishing activities, while the second part addressed ecology and recognition of the Guiana dolphin and interactions between fishers and the species. During the interviews, a photographic board with 10 aquatic mammal species of that occur along the coast of Maranhão was also presented. The fishers had to indicate which species they recognized as the Guiana dolphin and whether they recognized other species for the coast of Maranhão.

Data analysis

Smith's Saliency Index is widely employed analysis for open lists, when the aim is to understand which items are most important in a list provided by the interviewee (Sutrop 2001). This index was used to identify which fish ethnospecies are considered most important by the interviewees, through citation frequencies and the position of the items during the interviewees' speech (Chaves et al. 2019). This analysis was

performed using Anthropac software (Analytic Technologies, Kentucky) version 1.0.1.36, designed for open list analyses (Borgatti 1998).

The nonparametric Kruskal-Wallis test was used to identify possible differences in the perception of artisanal fishers from inside and outside the RESEX regarding types of Guiana dolphin interactions (positive, negative or neutral). Fisher's exact test was used to assess whether the degree of fishing experience (years of fishing) influenced the interviewees' perception of the possible interference of Guiana dolphins while they were performing their duties.

Based on the interviewees' reports on Guiana dolphin diets, a Venn diagram was created to compare this information with data described in the scientific literature on the subject along the Brazilian coast (Daura-Jorge et al. 2011; Cremer et al. 2012; Di Benedetto and Ramos 2004; Lopes et al. 2012; Pansard et al. 2011; Rosas et al. 2010; Godoy et al. 2020). All statistical procedures were performed in RStudio software (version 2024.04.0), using the *ggplot2* package (Wickham 2016) to create the graphs, and the *VennDiagram* (Chen et al. 2022) and *circlize* (Gu 2014) packages to create the Venn diagram.

Ethical aspects

Considering the direct participation of humans in this study, the research was approved by a Research Ethics Committee (CAAE 61284422.8.0000.5244). Furthermore, because it was partially conducted in a Conservation Unit, a Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation authorization was also obtained (SISBIO-ICMBio: 81349-2).

Results

Fisher and artisanal fishing characterization

A total of 88 artisanal fishers were interviewed between July 2022 and November 2023, all male, ranging from 28 to 82 years old (± 12.4), most ($n = 38$; 43.2%) between 43 and 57 years of age. Most interviewees had between 27 and 41 years of fishing experience ($n = 43$; 48.9%), and did not complete elementary school ($n = 72$; 81.8%), dropping out between the fourth and fifth grades.

Most interviewees fish daily ($n = 48$; 54.5%), leaving the ports at high tide and returning after 12 hours. Due to the proximity between the community and their fishing grounds, most of the vessels are small, with engine powers between 5 and 12 HP ($n = 50$; 56.8%). The fishers reported using 12 types of fishing gear, of which the three most cited were gillnets (malhadeira – 13.6%, caçoeira – 12.5% and serreira – 12.5%). Description concerning fishing characteristics, type of vessel and type of net are depicted in Table 1.

Table 1 – Artisanal fishing activity characterization studied communities on the coast of Maranhão, northern Brazil.

Characteristics		ALC	SLZ	RAP	GIT	GID	CAR	Total
Fishing time (Autonomy)	1 day	5	12	3	18	6	4	48
	2 – 4 days	8	8	8	0	6	5	35
	8 – 12 days	0	0	4	0	0	1	5
Type of vessel	Motorboat	12	14	15	15	10	8	74
	Canoe	1	5	0	0	1	1	8
	Sailboat	0	1	0	3	1	1	6
Type of net	Gillnets							
Fixed or drifting gillnets with cork or styrofoam floats on the upper part and lead weights on the lower part to keep them vertical in the water, with mesh sizes ranging from 20 to 30 cm between opposite knots. Made of monofilament nylon, they vary in length from 100 to 800 meters and in width from 4 to 6 meters.	Malhadeira	0	1	1	2	8	0	12
	Caçoeira	1	0	1	7	0	2	11
	Sajubeira	0	0	1	2	0	0	3
	Tainheira	2	3	0	0	0	1	6
Gillnet with a mesh opening between opposite knots of 9.5 to 10 cm and a height of 4 meters. Ranges from 800 to 1,600 meters in length.	Serreira	2	2	5	2	0	0	11

Drift net attached to the vessel by a nylon cable, with a length of 350 to 700 meters and a mesh opening of 18 cm between opposite knots.	Gozeira	1	2	3	2	0	1	9
---	---------	---	---	---	---	---	---	---

Conical net with a rectangular mouth, kept open by wooden spacers and extended horizontally by two fishermen in shallow waters. It uses monofilament nylon thread with a 0.25 mm diameter.	Puçá	1	0	0	3	1	2	7
--	------	---	---	---	---	---	---	---

Beach seines

Used for white shrimp fishing, as it is highly selective regarding size. Has two mesh sizes to capture only adult shrimp.	Camaroteira	0	8	0	0	1	0	9
---	-------------	---	---	---	---	---	---	---

Used for shrimp fishing, up to 100 meters long with 24 mm mesh sizes, also capturing surrounding fauna.	Lanço	2	0	0	0	0	2	4
---	-------	---	---	---	---	---	---	---

Longlines

Fixed fishing gear over 1,400 meters long, with hooks placed every 1.0 to 1.6 meters along nylon cables.	Espinhel	1	4	4	0	0	0	9
--	----------	---	---	---	---	---	---	---

Net barriers

Semi-fixed fishing gear, similar to a fence, where a net is attached to stakes at the bottom of waterways. Is not standardized and is used in river channels.	Tapagem	3	0	0	0	0	2	5
	Zangaria	0	0	0	0	2	0	2

Legend: Alcântara (ALC), São Luís (SLZ), Raposa (RAP), Gato Island (GIT), Grande Island (GID), Carrapatal (CAR).

Species importance for fishers

Literature reviews and expert consultations identified 27 fish and two shrimp species. However, elasmobranch species were not differentiated, as interviewees employed generic names for this group. However, the identified species were distributed among six orders, with the most abundant comprising Perciformes representatives (Table 2).

Table 2 – Identification of ethnospecies cited by artisanal fishers as the target of their fishing activities and frequency and salience values obtained by the Smith Index.

Class and order	Scientific name	Popular name (English)	Local name	Frequency	Salience
TELEOSTEI					
Siluriformes	<i>Sciades</i> spp.	Catfish	Bagre	10	0,051
	<i>Aspistor quadriscutis</i>	Bressou sea catfish	Cangatã	20	0,123
	<i>Sciades herzbergii</i>	Pemecou sea catfish	Guribu	14	0,075
	<i>Sciades proops</i>	Crucifix sea catfish	Uritinga	20	0,132
	<i>Bagre bagre</i>	Coco sea catfish	Bandeirado	10	0,062
	<i>Notarius grandicassis</i>	Thomas sea catfish	Cambeu	2	0,008
	<i>Aspistor parkeri</i>	Gillbacker sea catfish	Gurijuba	6	0,033
	<i>Notarius bonillai</i>	Cazon sea catfish	Uriacica	2	0,017
Perciformes	<i>Micropogonias furnieri</i>	Whitemouth croaker	Cururuca	1	0,009
	<i>Macrondon ancyllodon</i>	King weakfish	Pescadinha	8	0,08
	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Silver croaker	Corvina	22	0,154
	<i>Cynoscion</i> spp.	Hake	Pescada	21	0,187
	<i>Cynoscion acoupa</i>	Acoupa weakfish	Pescada amarela	2	0,023
	<i>Cynoscion jamaicensis</i>	Jamaica weakfish	Pescada gó	9	0,056
	<i>Mugil gaimardianus</i>	Redeye mullet	Tainha-pitiu	5	0,03
	<i>Mugil curema</i>	White mullet	Tainha-Sajuba	10	0,055

	<i>Mugil trichodon</i>	Fantail mullet	Tainha	28	0,209
	<i>Genyatremus luteus</i>	Torroto grunt	Peixe-pedra	16	0,119
	<i>Oligoplites</i> spp.	Leatherjacket	Tibiro	2	0,013
	<i>Caranx hippos</i>	Crevalle jack	Xareu	1	0,005
	<i>Centropomus parallelus</i>	Fat snook	Robalo	1	0,003
	<i>Centropomus pectinatus</i>	Tarpon snook	Camurim	4	0,028
	<i>Lutjanus</i> spp.	Snapper	Carapitanga	1	0,005
	<i>Trichiurus lepturus</i>	Largehead hairtail	Guaravira	1	0,009
Elopiformes	<i>Megalops atlanticus</i>	Atlantic tarpon	Camurupim	1	0,002
Batrachoidiformes	<i>Batrachoides surinamensis</i>	Pacuma toadfish	Pacamão	1	0,006
Scombriformes	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Thazard serra	Serra	3	0,011
CRUSTACEA					
	<i>Litopenaeus schmitti</i>	White shrimp	Camarão branco	15	0,142
Decapoda	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Seabob shrimp	Camarão piticaia	6	0,032
ELASMOBRANCHII		Stingray	Arraia	10	0,054
		Shark	Cação	1	0,009

Smith's Saliency Index indicated that the most important (salient) fish ethnospecies considered by the interviewees were: mullet (0.209), hake (0.187) and croaker (0.154) (Figure 2). A breaking point was observed at the shrimp ethnospecies level, with an index below 0.1. However, the ethnospecies white shrimp (0.142), uritinga (0.132), cangatã (0.123) and stonefish (0.119) were noted between 0.1 and 0.15. From this point on, less frequent ethnospecies were observed, with less than five

reports. The ethnospecies classified as salient are valued in the local market and are consumed by Guiana dolphins.

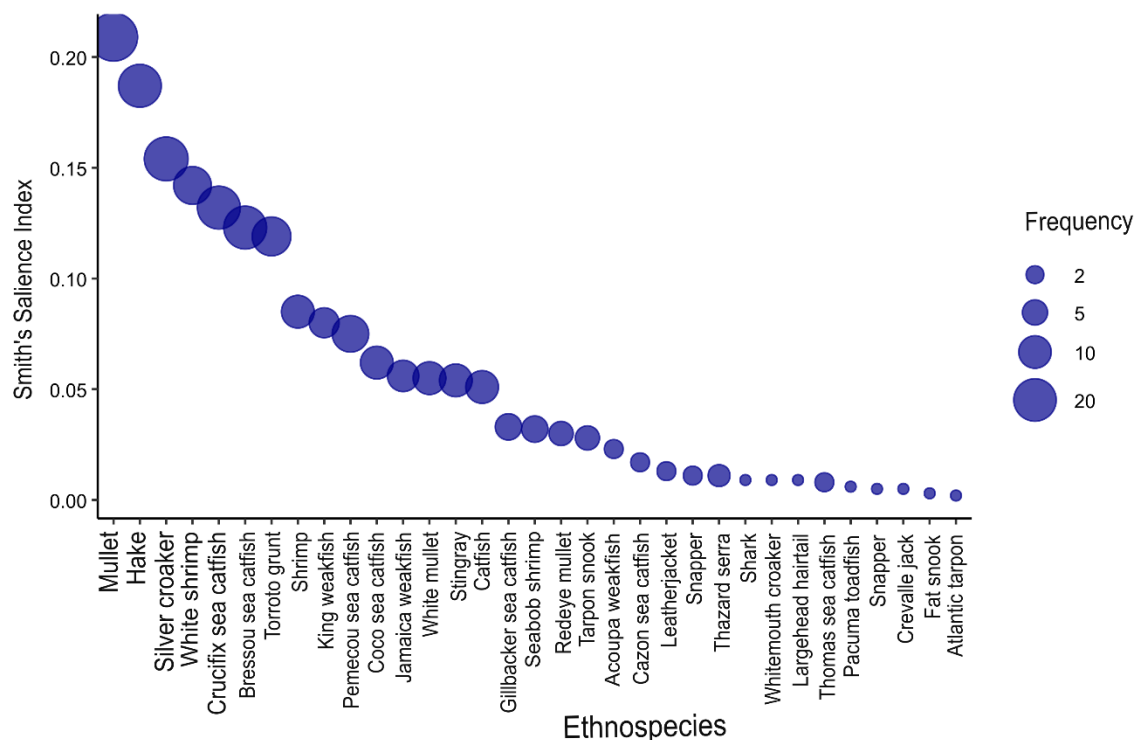


Figure 2 – Fish ethnospecies important to the interviewees according to Smith's Saliency Index.

Guiana dolphin recognition

When presented with the photographic board, only 30 (34%) interviewees correctly identified the Guiana dolphin as the one they find in their communities or fishing spots. However, 23 (26.1%) interviewees confused the target species with the common dolphin (*Delphinus delphis*) and 15 (17%), with the rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*).

The artisanal fishers were divided in determining the type of group to which the Guiana dolphin belongs. Thus, 43 (48.8%) interviewees reported that the Guiana dolphin belongs to fish group, mainly because it is an animal that lives in water. Another 42 (47.7%) fishers responded that it is a mammal, justifying this answer by the fact that the dolphin has some similarity to humans and because it is not an aggressive animal that can attack fishers, as we can see in the reports below:

"He's a fish. He's in the sea, right? He's just different from the others. He has to have a sigh on top so he can go up..." (60 years old – GID)

"He's a fish because he lives in the water and what lives in the water is a fish." (81 years old – SLZ)

"A mammal because he has breasts, right? They say they suckle, the young ones." (54 years old – GID)

“A mammal because, like, he’s not an aggressive fish. He’s not like a shark, he doesn’t attack anyone.” (38 years old – GID)

“A mammal because it doesn’t have gills like fish. They spend 5 to 10 minutes underwater and then come up to breathe” (70 years – RAP)

Interactions between artisanal fishers and Guiana dolphins

Most fishers reported that they were not bothered by the presence of dolphins during fishing activities (n= 50; 56.8%). Among those who mentioned positive interactions (n= 32; 36.4%), they highlighted that dolphins can help in locating the fish. In contrast, the fishers who reported a negative interaction (n= 6; 6.8%) justified that the dolphins feed on the fish caught in the fishing nets, generating competition for the fishing resource. The artisanal fishers also described their perceptions about the interactions with the dolphins, emphasizing that both groups depend on fishing for their subsistence. In addition, they reported that the dolphins help to keep away larger predators, such as sharks, dogfish and swordfish. Above all, a relationship of mutual respect was evidenced, in which the fishers recognize the effectiveness and versatility of the fishing strategies of Guiana dolphins (Table 3).

The Kruskal-Wallis test did not indicate any significance ($p= 0.130$; $H= 8.5$) when comparing the perception of fishers from different communities and the types of interactions (positive, negative or neutral). Fisher's exact test indicated no difference in fisher perceptions regarding the interference of dolphins in fishing activities ($p= 0.217$), considering the degree of interviewee experience. Furthermore, most of the interviewees (n= 73; 82.95%) indicated that Guiana dolphins do not interfere with their fishing.

Table 3 – Reports from artisanal fishers regarding positive, negative and neutral relationships with Guiana dolphins on the coast of the state of Maranhão.

Type of association	Artisanal fisher reports
Neutral	“He doesn’t get in the way. He doesn’t help either because when it’s fishing, when it’s fishing, it’s dry and no one can go there. Usually, there’s very little mullet fishing here, but it’s mostly nets out there...” (60 years old – GID)
	“Everyone lives in their own place... We’re on our side and they are there surviving... There’s no dolphin fishing here.” (64 years old – GID)

Positive	“A fisher who is intelligent thinks like this: when we are in the sand banks and there are dolphins there, they say there are fish; where there are dolphins, big fish don't touch them, they say that the dolphin defends its territory; it doesn't do any harm, it doesn't influence the fishers in any way. We human beings are the ones who 'are in' the fish's habitat and sometimes the guy doesn't want to understand” (38 years old – GIT) “The dolphin doesn't get in the way. Wherever you see a dolphin, you don't see a ferocious/devouring animal nearby, it is a respected animal, it doesn't have a spur, nothing. Even the swordfish respect it” (57 years old – SLZ)
Negative	“We say that he gets in the way like this: he hits the fish, but it's his duty to catch them so he can eat them too; when we want to fish, we stay quiet to catch the others, right? They arrive quietly, when the fish arrive, they strike... whoever gets there first is the winner, right?” (49 years old – GIT) “Sometimes he drives the fish away because if there's a fish and he comes to eat, the fish moves away... one time we were fishing in the lower part of the river, when a dolphin came out, man... the fish came and swarmed the shore, running, leaving in fear of the dolphin...” (57 years old – GIT)

The Venn diagram demonstrates the overlap between fish species caught by artisanal fishers and those that make up the Guiana dolphin diet. Among the 26 ethnospecies mentioned by the interviewees, six were also reported as Guiana dolphin prey, both by the interviewees and in literature reports, while four others were cited only by fishers. *Oligoplites sp.*, *Cynoscion sp.* and *C. undecimalis* are local fishing targets and considered prey for Guiana dolphins. Furthermore, according to the literature, another 25 species are included in Guiana dolphin diet although the studies that identified these species were extended to other Brazilian regions, so some of them may not occur in our study area. Finally, *C. agassizii* and *A. anableps* were mentioned by fishers only as Guiana dolphin prey, but without any correspondence with the bibliographic references employed herein (Figure 3).

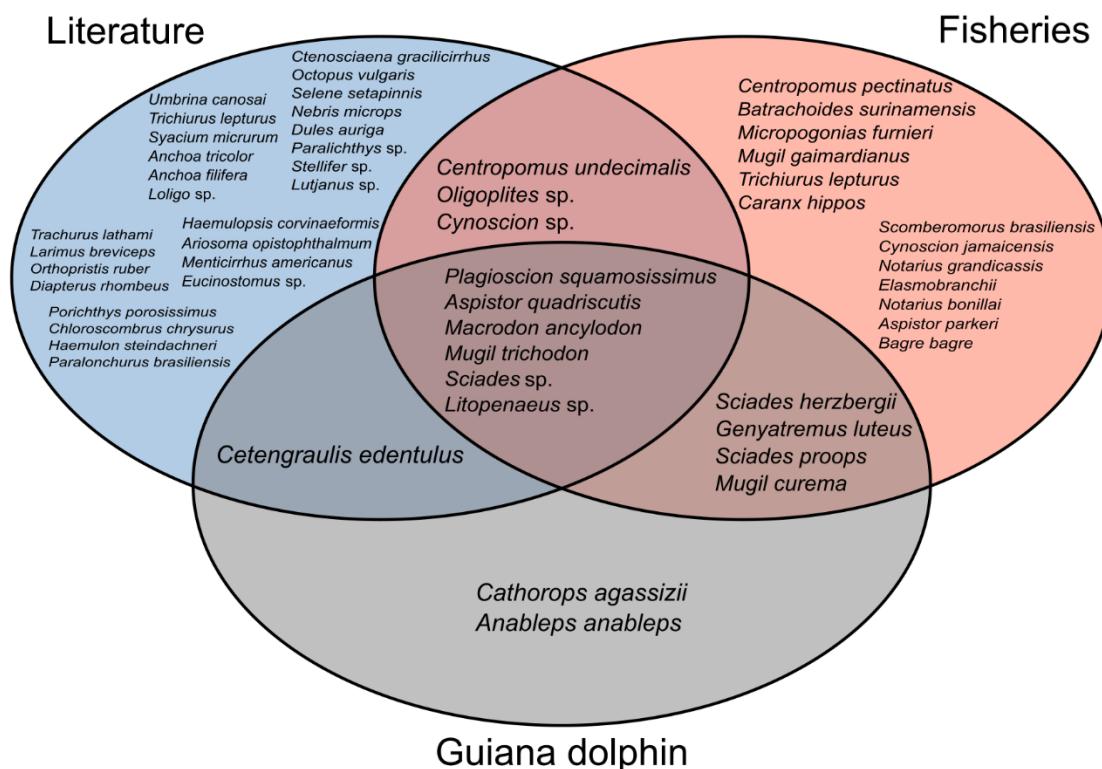


Figure 3 – Venn diagram with the species of fish caught by artisanal fishermen and those preyed upon by Guiana dolphins according to interviewees and scientific literature.

Incidental Guiana dolphin catches

Although most artisanal fishers reported no conflicts and mention that Guiana dolphins do not interfere with their fishing activities, 45.4% (n= 40) of those interviewed believe that this species can get caught in fishing gear, especially gillnets type “malhadeira” (n= 20; 22.7%) and “serreira” (n= 16; 18.1%) and net barriers type “zangaria” (n= 1; 1.1%). There were no reports of intentional Guiana dolphin captures dolphin, but some interviewees reported that the dolphins can die in these gears due to the difficulty in freeing themselves on their own.

Given this scenario, the fishers were asked about their actions when they come across a Guiana dolphin trapped in a net. If the animal is found alive, 52 (60.4%) interviewees said that they release the animal, while the others did not want to or did not know how to answer. However, if the animal is already dead, fishers reported the following actions: discard (n= 33; 37.5%), consumption (n= 12; 13.6%), release directly into the sea (n= 3; 3.4%), use as bait (n= 4; 4.5%) and most did not know or did not want to answer (n= 36; 40.9%).

Discussion

Fisher and fishing characterization

Fishing activities on the coast of Maranhão, are mostly carried out in an artisanal manner, and are almost exclusively carried out by men. Women, in turn, have other jobs or dedicate themselves to domestic activities, collecting shellfish on sandbanks

(croas) and, in some communities, are responsible for selling the resource caught by their husbands (Monteles et al. 2010; Vidigal et al. 2022).

Most of the interviewees in this research were between 43 and 57 years old. This may be related to the fact that older fishers do not yet recognize younger fishers as reference people in fishing activities, and thus do not recommend them to participate in interviews. Generally, younger fishers become recognized as good fishers when they start fishing alone, knowing how to properly use gear and bait according to the target species of the fisheries (Vidal et al. 2019a).

Most of the interviewees did not finish elementary school due to the need to start working as fishers while still in childhood. Due to the demanding routine of fishing, many claim that they are unable to study after working long hours. Similarly, Santos et al. (2011) identified a higher percentage of artisanal fishers with incomplete elementary education in the municipality of Raposa, in addition to associating low levels of education with fishers belonging to the older age group. There are no schools in many more isolated communities, or, when there are, many do not offer secondary education, thus requiring students, upon completing elementary school, to leave their communities to study in municipal headquarters or in hub communities (Vidal et al. 2019a).

Faced with the challenges and devaluation of fishing activities, many young people are not interested in this activity, thus leading to the progressive aging of artisanal fishers. This is a problem, since this is an activity that depends on the transmission of knowledge, fishing techniques, experiences and the location of fishing grounds, so that artisanal fishing can continue, without losing its essence and keeping local traditions alive (Berkes and Turner 2006; Musiello-Fernandes et al. 2021).

Artisanal fishing is characterized as an activity carried out on a small scale, with small vessels and low fishing time autonomy, due to their low capacity to move and store the collected fishery resources (Filgueira et al. 2021). In Maranhão, the tidal range can reach more than 6 m. Because of this, nautical activities (port activities, movement and fishing) are governed by the rise and fall of the tide (Vidigal et al. 2022).

About 300 fish species, grouped into 23 orders, are estimated as occurring in the estuarine waters of the northern Brazilian coast (Camargo and Isaac 2001), while an approximate richness of 303 species of bony fish has been estimated for the coast of Maranhão (Cardoso et al. 2018; Neta et al. 2011). According to a survey carried out by the Maranhão Institute of Socioeconomic and Cartographic Studies (IMESC), about 168 species of fish, distributed among freshwater, estuarine and marine ecosystems, exhibit some commercial importance (Guimarães et al. 2021). This diversity of fishing resources leads to the use of different fishing gear, allowing fishers to optimize fish catches, especially fish presenting the greatest economic importance (Moraes and Ferreira Darnet 2022; Silva et al. 2020).

Smith's Saliency Index

A total of 33 ethnospecies were identified, but only three were considered salient, with an index above 0.15 and a frequency of occurrence of 10 to 20 reports. According to Guimarães et al. (2021), the ethnospecies considered the most important by the interviewees (mullet, hake, silver croaker, white shrimp, crucifix sea catfish, bressou sea catfish, and toroto grunt) are a fishing resource of moderate to great commercial importance on the coast of the state of Maranhão. Competition for food resources and space is the main cause of conflicts between species. However, even with apparent resource overlap noted herein, no conflicts between humans and Guiana dolphins were reported.

The attribution of importance and value to items through open list, reflects how much that item (fishery resource) is valued by each individual, whether for personal consumption or in the local market (Chaves et al. 2019). The ethnospecies mullet, hake, silver croaker, catfish, toroto grunt and shrimp are appreciated by many people in the region; therefore, the price of these resources stands out from the others.

The most valued ethnospecies by the local market is the acoupa weakfish (*C. acoupa*), costing on average R\$29.00/kg. However, the swim bladder of this species is as valued as its meat, costing up to R\$237.00/kg. Toroto grunt (*G. luteus*) and tarpon snook (*C. pectinatus*) cost on average R\$16.00/kg, silver croaker (*P. squamosissimus*) costs R\$14.00/kg and mullet, R\$13.00/kg, while bressou sea catfish (*A. quadriscutis*) costs R\$7.00/kg. Thus, the more ethnospecies that fishers capture that are most valued by the local market, the higher their income will be on each fishing trip (Filgueira et al. 2022). However, excessive search for fishing resources can overload local fish stocks, reducing species abundance of species and indirectly impacting the food resource of Guiana dolphins.

Guiana dolphin recognition

When identifying dolphin species using an photographic board, most of the interviewees did not point to the Guiana dolphin image. Some interviewees attributed the name Guiana dolphin to other small cetaceans (*D. delphis*, *S. bredanensis* and *T. truncatus*). The Guiana dolphin occurs in estuarine and river environments, while *S. bredanensis* (known locally as toninha) occurs in waters further from the coast and has the habit of following fishing boats. In addition, the interviewees described the physical characteristics of this species, reporting a darker coloration and a larger physical size than the Guiana dolphin. The perception of artisanal fishers on the coast of Maranhão regarding the existence of other species of cetaceans was recorded in the research by Filgueira et al. (2021), with fishers living in Farol de Santana, who carry out their fishing activities in a marine environment, did not recognize the Guiana dolphins, but rather the bottlenose dolphin (*T. truncatus*). Manzan and Lopes (2015) observed something similar with fishers from Rio Grande do Norte, who pointed out *T. truncatus*, due to morphological similarities with Guiana dolphins, since some characters are difficult to distinguish through photos.

The Guiana dolphin is a discreet species, rarely coming to the surface to breathe and most of its visible behaviors are related to feeding (Azevedo et al. 2009). Furthermore, the color of the water, for most of the year, is brown in several places along the coast of Maranhão, due to the influence of large rivers, inputting high amounts of suspended sediments, making it even more difficult to observe this species in its natural environment (Filgueira et al. 2021).

Guiana dolphin ethnotaxonomy

The interviewees demonstrated some degree of difficulty in answering which group the Guiana dolphin belongs to. The fishers who identified this species as a type of fish have this conviction based on the premise that everything that lives in the water is a fish. This finding had already been reported by Souza and Begossi (2007) in São Sebastião and Oliveira et al. (2008) in *caiçara* communities. Hunn (1982) suggests that the definition of the category “fish” is not based on morphological similarities with other forms of life but is determined by the habitat in which they live. On the other hand, the interviewees who identified the dolphin as a mammal indicated morphological characteristics, such as the presence of genitalia and mammary glands, similar to those of human beings.

Furthermore, the fishers attributed human qualities to Guiana dolphins (courage, docility, intelligence), as well as the performance of playful behaviors and a feeling of protection on the part of fishers in shipwreck situations. Similarly, the *caiçaras* of Cananéia attributed intelligence to the Guiana dolphin, considering its ability to see fishing nets and the care shown with the carcass of an individual of the same species (Oliveira et al. 2008). Zappes et al. (2016a), when researching the franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in the state of Paraná, Brazil, reported that the species was seen as “calm” and “indifferent”. Finally, the attribution of these human qualities to cetaceans by fishers can reduce possible conflicts between humans and wildlife (Zappes et al. 2020).

Interactions between artisanal fishers and Guiana dolphins

Several reports of positive and negative interactions between humans and cetaceans, especially Guiana dolphins, are available along the Brazilian coast (Seminara et al. 2019; Silva et al. 2024). However, most reports are positive, with artisanal fishers benefitting from a partnership with the dolphins. Cooperative fishing between Lahille's dolphin *Tursiops gephyreus*, at Barra de Tramandaí, and artisanal fishers who join forces to fish for mullet using cast nets is well known (Silva et al. 2021). Some of these local dolphins have improved their fishing strategy, directing schools of mullet from deeper areas to the coast, where fishers wait for the signal to cast their fishing nets. After the signal, the fishers cast the nets and the escaping fish are captured by the dolphins (Valle-Pereira et al. 2022).

Other strategies are based on the use of fishing nets, corrals and other anthropogenic structures such as barriers, driving fish into these traps and feeding on those that try to escape (Louzada 2013; Simões-Lopes et al. 1998). Relationships of this nature are defined as non-cooperative mutualism between humans and wildlife,

because the structures facilitate the capture of prey by dolphins and increase the number of fish in the nets of artisanal fishers (Cram et al. 2022).

However, negative interactions are observed when dolphins capture fish directly from fishing gear, especially gillnets, causing fisher losses, which increases conflicts and exposes cetaceans to retaliation. Damage caused to fish caught in fishing nets can result in fish devaluation of the fish, affecting fish marketing (Read 2008). Furthermore, by damaging fishing nets, dolphins cause economic losses to fishers, since these nets need to be repaired or replaced (Vidal et al. 2019b). In some regions of the Amazon, dolphins belonging to the *Inia* genus are injured or even killed to prevent them from preying on commercially valuable fish species and/or damaging fishing gear (Alves et al. 2012; Loch et al. 2009; Vidal et al. 2017). Under this perspective, Alves et al. (2012), observed that artisanal fishers in the Central Amazon believe that protecting dolphins is not important, justifying their responses by the financial losses caused to their fishing nets and the large population, with some fishers suggesting the extermination or control of the dolphin population.

No significant differences in the interviewees' perceptions regarding the type of interaction with the dolphins were observed, even when dealing with communities inside and outside the investigated Extractive Reserve. Thus, a pattern was observed, with relationships between artisanal fishers and Guiana dolphins being defined as neutral or positive. Furthermore, most interviewees reported that Guiana dolphins do not interfere with fishing, despite sharing the same environment and food resources. Hallwass et al. (2024), in a study in the Brazilian state of Pará, concluded that, despite the economic losses arising from negative interactions with the dolphins, artisanal fishers recognized the collective benefits arising from the conservation of these animals, which act as umbrella species, ensuring the healthy maintenance of fish stocks.

Artisanal fishers identified 13 fish ethnospecies preyed on by Guiana dolphins; of these, 10 are also caught by artisanal fishers. The use of the same food resource and the same fishing areas can contribute to conflicts between humans and wildlife (Tixier et al. 2021). However, conflicts are reduced when the environment presents abundance and a high diversity of resources (Cram et al. 2022). Thus, despite the overlap of ethnospecies considered important, such as mullet and bressou sea catfish, fishers did not report aggression or retaliation against Guiana dolphins. However, Silva et al. (2024) cataloged 36 publications related to interactions between cetaceans and fishers on the Brazilian coast, and the types of interactions that involved competition for resources almost always had a negative consequence for cetaceans.

Incidental Guiana dolphin captures

Accidental captures in fishing nets represent one of the greatest threats to cetaceans, especially those that most frequently use the coastal region (Borobia et al. 1991). According to the interviewees, the most dangerous types of nets for Guiana dolphins on the coast of Maranhão are gillnets (“malhadeira” and “serreira”). Gillnet type “malhadeira” are dangerous because the dolphin cannot see them and, when they touch it, it quickly becomes entangled; while gillnet type “serreira” has the characteristic

of floating close to the surface, so that the dolphin cannot escape easily. Pinheiro and Cremer (2003) observed that gillnets (mesh sizes of 17 to 27 cm) aimed at hake and croaker in Babitonga Bay, Santa Catarina, can cause death by drowning in cetaceans. Similarly, fishers from Babitonga attributed a greater risk of fatal accidents for dolphins to nets with larger meshes and more resistant nylon threads, characteristics of the nets mentioned by the fishermen.

Incidental catches in Brazil are routinely reported for other cetacean species, such as the Amazon River dolphin (*Inia geoffrensis*) (Vidal et al. 2017); tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) (Marmontel et al. 2021); the franciscana (*P. blainvillei*) (Secchi et al. 2021); the bottlenose dolphin (*T. truncatus*) (Zappes et al. 2016b); the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) (Meirelles et al. 2009); and the southern right whale (*Eubalaena australis*) (Zappes et al. 2013b). Anthropogenic impacts, especially incidental captures, are even more dangerous when they affect endemic species or species with small and isolated populations, such as the franciscana, a species classified as Vulnerable at the international level (Ceballos and Ehrlich 2002; Zerbini et al. 2017).

It is important to recognize the actions of fishers when they come across a Guiana dolphin trapped in their fishing nets, whether alive or dead. Most of the interviewees reported that they would release the dolphin if they found it trapped in a fishing net. This gesture shows that the fishers understand the importance of this animal for the environment, and that there is no effort to capture this species. Similarly, fishers from Novo Airão reported that there is no targeted fishing for river dolphins, although they understand that this practice exists in other parts of the Amazon (Vidal et al. 2017).

On the other hand, if Guiana dolphins are found dead in fishing nets, the interviewees reported that they discard it, consume it, or use the meat as bait. Barbosa-Filho et al. (2018) reported that fishers from southern Bahia use Guiana dolphin meat as bait for elasmobranchs and consume part of the meat. The use of other parts of aquatic mammals is an ancient practice in the culture of some communities, with mystical accounts attributing healing powers to the oil extracted from the blubber and protection through other cetacean parts, such as teeth and eyes (Siciliano et al. 2018). These illegal practices pose a serious threat to groups at the top of the trophic chain, which perform ecosystem services essential to the balance of the environments they inhabit (Machado et al. 2019).

Conclusion

The Local Ecological Knowledge (LEK) of artisanal fishers on the coast of Maranhão reveals the main interactions between fishing communities and Guiana dolphins. This LEK provided us with a valuable perspective on the ecology and behavior of Guiana dolphins through the eyes of artisanal fishers. Furthermore, the reports of the interviewees were in line with consolidated research on the species in different environments on the Brazilian coast. This integration between scientific knowledge and traditional knowledge is essential for the development of effective conservation strategies, which consider not only species ecology, but also local

practices and perceptions, favoring participatory management of certain areas, especially Conservation Units.

The analysis of interactions between fishers and Guiana dolphins indicate that, despite overlapping food resources, most fishers maintain a neutral or positive relationship with the dolphins, recognizing that they can help locate fish. Promoting environmental education and raising awareness about the importance of Guiana dolphins is paramount to strengthen peaceful coexistence and reduce the perception of competition between humans and wildlife. Furthermore, the benefits arising from positive relationships with cetaceans are favorable to both groups, since communities can use their traditional knowledge concerning ecology and species distribution in tourism initiatives, promoting activities for observing cetaceans from boats or strategic points on dry land, thus contributing to the conservation of these aquatic mammals and to generating income.

To avoid or mitigate conflicts, strategies that promote harmonious coexistence are essential, such as implementing sustainable fishing practices and reducing the environmental impact of human activities. Cooperation between scientists, natural resource managers and fishing communities is crucial to achieve a balance that benefits both dolphins and fishers, ensuring the preservation of marine biodiversity and the continuation of traditional fishing practices sustainably.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for the doctoral scholarship granted to CHMSF, and the Postgraduate Program in Ecology and Natural Resources (PPG-ERN) of the Darcy Ribeiro Northern Fluminense State University (UENF). Thanks are also due to the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio) for issuing the authorization to collect data within the Extractive Reserve (SISBIO no. 81349-2), to the National Center for Research and Conservation of Sociobiodiversity Associated with Traditional Peoples and Communities (CNPT/ICMBio) of São Luís, for logistical support during the trips to the Tubarão Bay RESEX. We would also like to thank the Federal University of Maranhão (UFMA) Laboratory of Aquatic Organisms (LABAQUA) for support during the data analysis, especially Dr. Jorge Nunes for identifying the fish ethnospecies and indicating the most appropriate literature. We extend our gratitude to all artisanal fishers from the visited communities for their participation and knowledge sharing, as none of this would be possible without the collaboration of these actors.

References

- Almeida ZS, Castro ACL, Paz AC, Ribeiro D, Barbosa N, Ramos T (2006) **Diagnóstico da pesca no litoral do estado do Maranhão**. In: Isaac VJ, Martins AS, Haimovici M, Andriguetto Filho JM (orgs.) *A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais*. Editora Universitária UFPA, Belém, pp. 41–65.

- Alves LCP de S, Zappes CA, Andriolo A (2012) **Conflicts between river dolphins (Cetacea: Odontoceti) and fisheries in the Central Amazon: a path toward tragedy?** *Zoologia (Curitiba)* 29:420–429
- Amaral RF do, Alfredini P (2010) **Modelação Hidrossedimentológica no Canal de Acesso do Complexo Portuário do Maranhão.** *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 15:5–14
- Azevedo AF, Bisi TL, Sluys M V., Dorneles PR, Lailson-Brito J (2009) **Comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetace: Delphinidae): amostragem, termos e definições.** *Oecologia Brasiliensis* 13:192–200
- Barbosa-Filho MLV, Barreto RMF, Siciliano S, Seminara CI, Costa-Neto EM (2018) **Use of cetaceans as bait in Southern Bahia, Brazil, by expert fishermen that market shark fins: A lucrative trade and two threatened zoological groups.** *Ethnobiology Letters* 9:12–18
- Barreto AS, Rocha-Campos CC, Rosas FW, Júnior JM da S, Rosa LD, Flores PA de C, Silva VMF (2011) **Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos Aquáticos Pequenos Cetáceos.**
- Batista RLG, Alvarez MR, dos Reis M do SS, Cremer MJ, Schiavetti A (2014) **Site fidelity and habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in the estuary of the Paraguaçu River, northeastern Brazil.** *North-Western Journal of Zoology* 10:93–100
- Begossi A, Hanazaki N, Peroni N (2000) **Knowledge and Use of Biodiversity in Brazilian Hot Spots.** *Environment, Development and Sustainability* 2:177–193
- Berkes F, Turner NJ (2006) **Knowledge, learning and the evolution of conservation practice for social-ecological system resilience.** *Human Ecology* 34:479–494
- Borgatti SP (1998) **Elicitation techniques for cultural domain analysis.** In: Schensul J, LeCompte M (eds) *The Ethnographic Toolkit*. pp. 1–26
- Borobia M, Siciliano S, Lodi L, Hoek W (1991) **Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*.** *Canadian Journal of Zoology* 69:1025–1039
- Camargo M, Isaac V (2001) **Os peixes estuarinos da região norte do Brasil; Lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica.** *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi* 17:132–157
- Cardoso R de L, Cavalcante A do N, Torres HS, Nunes KB, Ferreira CFC, Carvalho-Neta RNF (2018) **Avaliação do conhecimento sobre a diversidade de peixes, crustáceos e moluscos nas águas marinhas do estado do Maranhão, costa nordeste do Brasil.** *Ciência Animal Brasileira* 19:1-12
- Carvalho IF da S, Mendes DC da S, Sodré CFL, França ER de R, Nascimento ITV da S do, Milke R, Lenz T de M (2020) **Fishing characterization in a fishing**

community in the town of Paço do Lumiar, Maranhão, Brazil. *Brazilian Journal of Development* 6:81471–81482

Ceballos G, Ehrlich PR (2002) **Mammal Population Losses and the Extinction Crisis.** *Science* 296:904–907

Chaves L da S, do Nascimento ALB, Albuquerque UP (2019) **What matters in free listing? A probabilistic interpretation of the salience index.** *Acta Botanica Brasilica* 33:360–369

Chen H (2022) VennDiagram: generate high-resolution venn and euler plots.(2018). R package version 1.6. 20.

Cram DL, van der Wal JEM, Uomini N, Cantor M, Afan AI, Attwood MC, Amphaeris J, Balasani F, Blair CJ, Bronstein JL, Buanachique IO, Cuthill RRT, Das J, Daura-Jorge FG, Deb A, Dixit T, Dlamini GS, Dounias E, Gedi II, Gruber M, Hoffmann LS, Holzlehner T, Isack HA, Laltaika EA, Lloyd-Jones DJ, Lund J, Machado AMS, Mahadevan L, Moreno IB, Nwaogu CJ, Pierotti R, Rucunua SA, dos Santos WF, Serpa N, Smith BD, Sridhar H, Tolkova I, Tun T, Valle-Pereira JVS, Wood BM, Wrangham RW, Spottiswoode CN (2022) **The ecology and evolution of human-wildlife cooperation.** *People and Nature* 4:841–855

Filgueira CHM dos S, Burato M, Hime CM, Rêgo R da SC, Ruenes GF, Siciliano S (2022) **Cadeia produtiva da pesca sob a perspectiva etnoictiológica em Atafona, Rio de Janeiro.** *Nature and Conservation* 16:28–37

Filgueira CHM dos S, Zappes CA, Vidal MD, Silva Nunes JL (2021) **Traditional knowledge of artisanal Fishers and *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in the Extractive Reserve Baía do Tubarão (Brazilian Amazon coast).** *Ocean and Coastal Management* 210:105700

Furtado JGC (2007) **Estudo de impactos ambientais causados por metais pesados em água do mar na Baía De São Marcos: correlações e níveis background.** Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa

Garri RG, Magalhães FA, Tosi CH, Lima Júnior TB (2008) **Conservação dos Cetáceos no Maranhão.** In: Selbach J, Leite JR de S de A (eds) *Meio ambiente no Baixo Parnaíba: olhos no mundo, pés na região.* EDUFMA, São Luís, pp. 135–150.

Gu Z, Gu L, Eils R, Schlesner M, Brors B (2014) **Circlize implements and enhances circular visualization in R.** *Bioinformatics* 30:2811–2812.

Guimarães EC, Brito PS de, Santos JP, Anjos MR dos, Andrade MC, Lopes DFC, Ramos TPA, Costa SYL, Guimarães KLA, Rodrigues LRR, Costa LFC, Ferreira LM, Silva SGB da, Santos J de RC dos, Dias LJB da S (2021) **Peixes comerciais do estado do Maranhão.** IMESC, São Luís, Brasil.

Hallwass G, Pereyra PER, Vieira KC, Lopes PFM, Schiavetti A, Silvano RAM (2024)

- Fishers' knowledge indicates that collective benefits outweigh the individual costs of coexisting with dolphins.** *Journal for Nature Conservation* 81:1–10.
- Hanazaki N (2003) **Comunidades, conservação e manejo: o papel do conhecimento ecológico local.** *Biotemas* 16:23–47
- Hunn E (1982) **The Utilitarian Factor in Folk Biological Classification.** *American Anthropologist* 84:830–847
- Huntington HP (2000) **Using Traditional Ecological Knowledge in Science: Methods and Applications.** *Ecological Applications* 10:1270–1274
- ICMBio (2018) **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.** ICMBio/MMA, Brasília, p. 492p
- Lobo ADJ, Wedekin LL, Sobral-Souza T, Le Pendu Y (2021) **Potential distribution of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*): A coastal-estuarine and tropical habitat specialist.** *Journal of Mammalogy* 102:308–318
- Loch C, Marmontel M, Simões-Lopes PC (2009) **Conflicts with fisheries and intentional killing of freshwater dolphins (Cetacea: Odontoceti) in the Western Brazilian Amazon.** *Biodiversity and Conservation* 18:3979–3988
- Louzada CN (2013) **How do Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*), from the Cananéia estuary in State of São Paulo, use cerco-fixe fish traps in their fishing activities?** *Revista de Etologia* 12:18–24
- Machado AM da S, Daura-Jorge FG, Herbst DF, Simões-Lopes PC, Ingram SN, Castilho PV de, Peroni N (2019) **Artisanal fishers' perceptions of the ecosystem services derived from a dolphin-human cooperative fishing interaction in southern Brazil.** *Ocean and Coastal Management* 173:148–156
- Manzan MF, Lopes PFM (2015) **Fishers' knowledge as a source of information about the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*, van Bénédén, 1864).** *Environmental Monitoring and Assessment* 187:1–15.
- Manzan MF, Lopes PFM (2016) **The behavior of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*, van Bénédén, 1864) according to fishermen from different fishing environments.** *Ocean and Coastal Management* 130:229–238
- Marmontel M, Lima D dos S, Funi C, Santos VF dos, Oliveira-da-Costa M (2021) **Unveiling the Conservation Status of *Inia* and *Sotalia* in the Brazilian Northeastern Amazon.** *Aquatic Mammals* 47:376–393
- Meirelles ACO, Monteiro-Neto C, Martins AMA, Costa AF, Barros HMDR, Alves MDO (2009) **Cetacean strandings on the coast of Ceará, North-eastern Brazil (1992-2005).** *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89:1083–1090

- Monteles JS, Funo IC de A, Castro ACL de (2010) **Caracterização da pesca artesanal nos municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz - Maranhão.** *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia* 23:65–74
- Moraes R, Ferreira Darnet LA (2022) **Vida de Pescador: a Diversidade de Práticas de Pesca como Elemento de Desenvolvimento Territorial na Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu, Bragança, Pará.** *Biodiversidade Brasileira - BioBrasil* 12:18–31
- Moura JF, Pivari D, Pagliani B (2019) **Environmental factors related to group size and habitat use of Guiana dolphins from São Marcos Bay, Amazon coast.** *Tropical Ecology* 60:426–432
- Musiello-Fernandes J, Oliveira P da C, de Araújo SC, de ABREU JS, Di Beneditto APM, Braga AA, Hostim-Silva M, Zappes CA (2021) **Artisanal fishing on the coast of Espírito Santo state, southeastern Brazil: An approach to socioenvironmental oceanography.** *Boletim do Instituto de Pesca* 46:1–11
- Neta RNFC, Nunes JLS, Piorski NM (2011) **Peixes estuarinos do Maranhão.** In: Nunes JLS, Piorski NM (eds) *Peixes Marinhos e Estuarinos do Maranhão*. Café e Lápis, São Luís, pp. 95–104
- Oliveira F, Beccato MAB, Nordi N, Monteiro-Filho ELA (2008) **Etnobiologia: interfaces entre os conhecimentos tradicional e científico.** Biologia, ecologia e conservação do Boto-cinza. Páginas & Letras Editora e Gráfica, São Paulo, pp. 322–364
- Pinheiro L, Cremer M (2003) **Etnoecologia e captura acidental de golfinhos (Cetacea: Pontoporidae e Delphinidae) na Baía da Babitonga, Santa Catarina.** *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 8:69–75
- Pivari D, Pagliani B, Moura JF (2020) **Preliminary study on occurrence and ecological aspects of *Sotalia guianensis* from an estuarine area, northeast coast of Brazil.** *Aquatic Mammals* 46:124–130
- Read AJ (2008) **The looming crisis: Interactions between marine mammals and fisheries.** *Journal of Mammalogy* 89:541–548
- Santos PVCJ, Almeida-Funo IC da S, Piga FG, França VL De, Torres SA, Melo CDP (2011) **Perfil socioeconômico de pescadores do município da Raposa, estado do Maranhão.** *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* 6:1–14
- Secchi E, Santos MCO, Reeves R (2018) ***Sotalia guianensis*, Guiana dolphin.** *The IUCN Red List of Threatened Species* 8235:e.T181359A50386256
- Secchi ER, Cremer MJ, Danilewicz D, Lailson-Brito J (2021) **A Synthesis of the Ecology, Human-Related Threats and Conservation Perspectives for the Endangered Franciscana Dolphin.** *Frontiers in Marine Science* 8:1–18

- Seminara CI, Barbosa-Filho MLV, Le Pendu Y (2019) **Interactions between cetaceans and artisanal fishermen from Ilhéus, Bahia – Brazil.** *Biota Neotropica* 19:1-13
- Siciliano S (1994) **Review of small cetaceans and fishery interactions in coastal waters of Brazil.** *Reports of the International Whaling Commission* 15:241–250
- Siciliano S, Viana MC, Emin-Lima R, Bonvicino CR (2018) **Dolphins, Love and Enchantment: Tracing the Use of Cetacean Products in Brazil.** *Frontiers in Marine Science* 5:1–10
- Silva ÁPC, Gomes I de O, Gomes JB, Silva MCS, Figueiredo MB (2020) **Análise cienciométrica regional em redes de pesca: um panorama das tendências estabelecidas por pescadores artesanais brasileiros.** *Brazilian Journal of Development* 6:25626–25645
- Silva BC da, Souto A da S, Azevêdo E de L (2024) **Interactions between cetaceans (suborder Odontoceti) and artisanal fishing in Brazil: an ethnoecological approach.** *Ethnobiology and Conservation* 13:1–51
- Silva E, Da Silveira FLA, Marques OR, Moreno IB (2021) **"A gente acostuma os olhos": pescadores artesanais de tarrafa e botos-de-Lahille nas paisagens da Barra do Rio Tramandaí.** *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 56:22–45
- Silva VMF, Best RC (1996) **Freshwater dolphin/fisheries interaction in the Central Amazon (Brazil).** *Amazoniana* 14:165–175
- Simões-Lopes PC, Fabián ME, Menegheti JO (1998) **Dolphin interactions with the mullet artisanal fishing on Southern Brazil: a qualitative and quantitative approach.** *Revista Brasileira de Zoologia* 15:709–726
- Soares AKA (2017) **RESERVA EXTRATIVISTA BAÍA DO TUBARÃO Municípios de Icatu e Humberto de Campos, Estado do Maranhão.** São Luís.
- Souza SP, Begossi A (2007) **Whales, dolphins or fishes? The ethnotaxonomy of cetaceans in São Sebastião, Brazil.** *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3:1–15
- Sutrop U (2001) **List Task and a Cognitive Salience Index.** *Field Methods* 13:263–276
- Tixier P, Lea MA, Hindell MA, Welsford D, Mazé C, Gourguet S, Arnould JPY (2021) **When large marine predators feed on fisheries catches: Global patterns of the depredation conflict and directions for coexistence.** *Fish and Fisheries* 22:31–53
- Valle-Pereira JVS, Cantor M, Machado AMS, Farine DR, Daura-Jorge FG (2022) **The role of behavioural variation in the success of artisanal fishers who interact with dolphins.** *ICES Journal of Marine Science* 79:1150–1158

- Vidal MD, Alves LCP de S, Zappes CA, Andriolo A, Azevedo A de F (2017) **Percepção de pescadores sobre as interações de botos com a pesca e sua relação com o turismo de alimentação artificial em Novo Airão, Amazonas, Brasil.** In: Marchand G, Vander Velden F (eds) *Olhares cruzados sobre as relações entre seres humanos e animais silvestres na Amazônia (Brasil, Guiana Francesa)*. Editora da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, pp. 103–120
- Vidal MD, Moura MF de, Muniz GPS (2019a) **Conhecimentos e crenças de pescadores artesanais sobre os golfinhos fluviais do Médio Rio Tapajós, Pará.** *Revista Brasileira de Biociências* 17:53–60
- Vidal MD, Athayde S, Moura MF de, Muniz GPS, Alves LCP de S (2019b) **Fishermen Knowledge on Botos To Support Management Strategies in the Middle Tapajós River, Brazil.** In: Güllich, RIC (org.) *Reflexões acerca da Etnobiologia e Etnoecologia no Brasil*. Atena Editora, Ponta Grossa, pp. 1-15.
- Vidigal IEM, Costa NFMF, Nunes JLS (2022) **A Pesca Artesanal em São José de Ribamar (MA).** *Amazônica-Revista de Antropologia* 14:453–462
- Wickham H, Chang W, Wickham, MH (2016). **Package ‘ggplot2’.** Create elegant data visualisations using the grammar of graphics. Version, 2(1), 1-189.
- Zappes CA, Alves LCP de S, Silva CV da, Azevedo A de F, Di Benedetto APM, Andriolo A (2013a) **Accidents between artisanal fisheries and cetaceans on the Brazilian coast and Central Amazon: Proposals for integrated management.** *Ocean and Coastal Management* 85:46–57
- Zappes CA, Monteiro-Filho EL de A, Oliveira F, Andriolo A (2010) **O comportamento do boto-cinza *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1984) (Cetacea; Delphinidae) através do olhar dos pescadores artesanais.** *Revista de Etologia* 9:17–28
- Zappes CA, Oliveira P da C, Di Benedetto APM (2016a) **Percepção de pescadores do norte fluminense sobre a viabilidade da pesca artesanal com a implantação de megaempreendimento portuário.** *Boletim do Instituto de Pesca* 42:73–88
- Zappes CA, da Silva CV, Pontalti M, Danielski ML, Di Benedetto APM (2013b) **The conflict between the southern right whale and coastal fisheries on the southern coast of Brazil.** *Marine Policy* 38:428–437
- Zappes CA, Simões-Lopes PC, Andriolo A, Di Benedetto APM (2016b) **Traditional knowledge identifies causes of bycatch on bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus* Montagu 1821): An ethnobiological approach.** *Ocean and Coastal Management* 120:160–169
- Zerbini AN, Secchi E, Crespo E, Danilewicz D, Reeves R (2017) ***Pontoporia blainvillei* (errata version published in 2018).** *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017 8235:e.T17978A123792204

CAPÍTULO 2 - BEHAVIORAL STUDIES OF THE GUIANA DOLPHIN (*Sotalia guianensis*) ACROSS ITS DISTRIBUTION

ABSTRACT

This study presents a systematic literature review focused on behavioral studies of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*), a coastal cetacean widely distributed along the Atlantic coast, from Central America to the southern coast of Brazil. The aim of this research was to examine the geographic concentration of studies, the methods for collecting behavioral data, as well as the behavioral states and events reported across the species' distribution over the last 15 years. A total of 400 documents were identified in the databases, of which only 30 met the eligibility criteria. Most these 30 studies (86.6%) were published as full articles and were primarily concentrated in Brazil. The southeastern coast had the highest number of publications on the subject. The main data collection technique was direct observation (56.7%), followed by video recordings (20%) and drones (6.7%). The use of Local Ecological Knowledge (LEK) was limited but demonstrated high potential due to interactions with traditional communities, particularly in regions with less research infrastructure. The most frequent behavioral states were traveling (20.7%), feeding (17.8%), socializing (12.8%), and resting (11.8%); however, foraging, play, and feeding exhibited greater diversity of behavioral events. Finally, this review highlights the need for continued efforts to expand and standardize behavioral research on *S. guianensis*, particularly in the northern and northeastern regions of Brazil, while advocating for improved funding conditions and institutional support to maximize understanding of *S. guianensis* behaviors across diverse environmental contexts.

Keywords: Behavior, Cetaceans, Ethology, Systematic Review, Sampling

INTRODUCTION

Behavioral research on cetaceans (Suborders Mysticeti and Odontoceti) faces several constraints, with the primary challenge being the difficulty of observing species-specific behaviors in their natural habitats (Eberhardt et al. 1979; Mann 1999). Although cetaceans spend most of their time submerged, they must regularly surface to breathe. Consequently, surface-based observations offer limited insight into subsurface behaviors (Hastie et al. 2004; Redfern et al. 2006). Nevertheless, such data are crucial for identifying critical foraging, breeding, and resting areas, and for developing conservation strategies adapted to local population dynamics and ecosystem characteristics (Tardin et al. 2014). This, because cetaceans exhibit a diverse behavioral repertoire that varies with habitat characteristics (Shane 1990).

Key observed behaviors in cetaceans include individual and group foraging strategies, social interactions, and play (Daura-Jorge et al. 2007; Hill et al. 2017; Mastick et al. 2022). Additionally, the analyses of movement patterns, social dynamics, and habitat utilization enable the identification of priority areas for species and ecosystem conservation (Hooker & Gerber 2004; Weiss et al. 2021; Ribeiro-Campos et al. 2021). For example, in the Bosphorus Strait, ship traffic appears to impact common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behavior. Thus, Bas et al. (2015) identified critical habitats for this population's survival using behavioral records and group locations. Since human activities (e.g., ship noise) first trigger behavioral changes (e.g., altered foraging or communication), these shifts directly impact vital life functions like energy acquisition. By studying behavior, researchers can quantify the initial "domino effect" linking disturbances to population-level survival and reproduction rates. Without behavioral data, predicting or mitigating anthropogenic threats to cetaceans remains impossible (Nowacek et al. 2016; Schick et al. 2013). Therefore, behavioral research is basic for evidence-based conservation actions, such as, in the United State, the Population Consequences of Disturbance (PCoD) framework, model developed for marine mammal conservation (NRC 2015).

The Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*), a small cetacean from the suborder Odontoceti, exhibits a broad distribution in coastal waters along Central and South America's eastern coast from Honduras to Santa Catarina, southern Brazil (Batista et al. 2014; Silva & Best 1996). Restricted to the 50 meter isobath, is frequently observed

in estuarine-mangrove ecotones, where, as a top predator, plays a crucial role in maintaining ecological balance and regulates trophic cascades (Tardin et al. 2020). Due to its coastal habit, this species is subject to several anthropogenic impacts and is currently classified as “Near Threatened” according to International Union for Conservation of Nature (IUCN) criteria (Secchi et al. 2018).

Despite its broad distribution along Brazil's approximately 11,000 km coastline, populations are typically small and discontinuously distributed (Flores et al. 2018). Consequently, genetic analyses have delineated 12 Management Units (MUs): eight within Brazilian waters (BRNO at North; BRNE1, BRNE2, BRNE3 and BRNE4 at the Northeast region; BRSE1 and BRSE2 at the Southeast, BRS/SE at southern limit of the species distribution range), and four elsewhere in South America (Costa Rica, CCOL; Venezuela, VEML; and French Guiana) (Cunha et al. 2020). Over these regions, species' groups exhibit substantial size variation, with aggregations ranging from 2 to >200 individuals during both movement and cooperative foraging activities.

Behavioral studies of *S. guianensis* in Brazil revealed widespread use of ad libitum, continuous recording, scan, and focal-group methods, with the latter being most prevalent (Azevedo et al. 2009). Mirroring Mann's (1999) conclusions on cetaceans, these works identified persistent standardization deficits in behavioral event/state terminology and definitions. This inconsistency arises from three factors: (1) absence of a species-specific ethogram or species' behavior catalog, (2) limited studies dedicated to behavioral classification, and (3) the species' intrinsic behavioral diversity. Therefore, standardizing terminology and comprehensively documenting methodologies across populations and distributions is imperative.

Despite advances in understanding *S. guianensis* ecology, behavior, and multi-species interactions, numerous populations, particularly in northeastern and northern Brazil, and throughout South and Central America, remain under sampled. To address the critical need for standardized behavioral methodologies, this study aims to: a) Analyze spatiotemporal patterns in *S. guianensis* behavioral research; b) Map collaborative networks and identify dominant research groups; c) Document applied methodologies and catalog principal behavioral states/events exhibited by the species.

MATERIALS AND METHODS

Data Collection

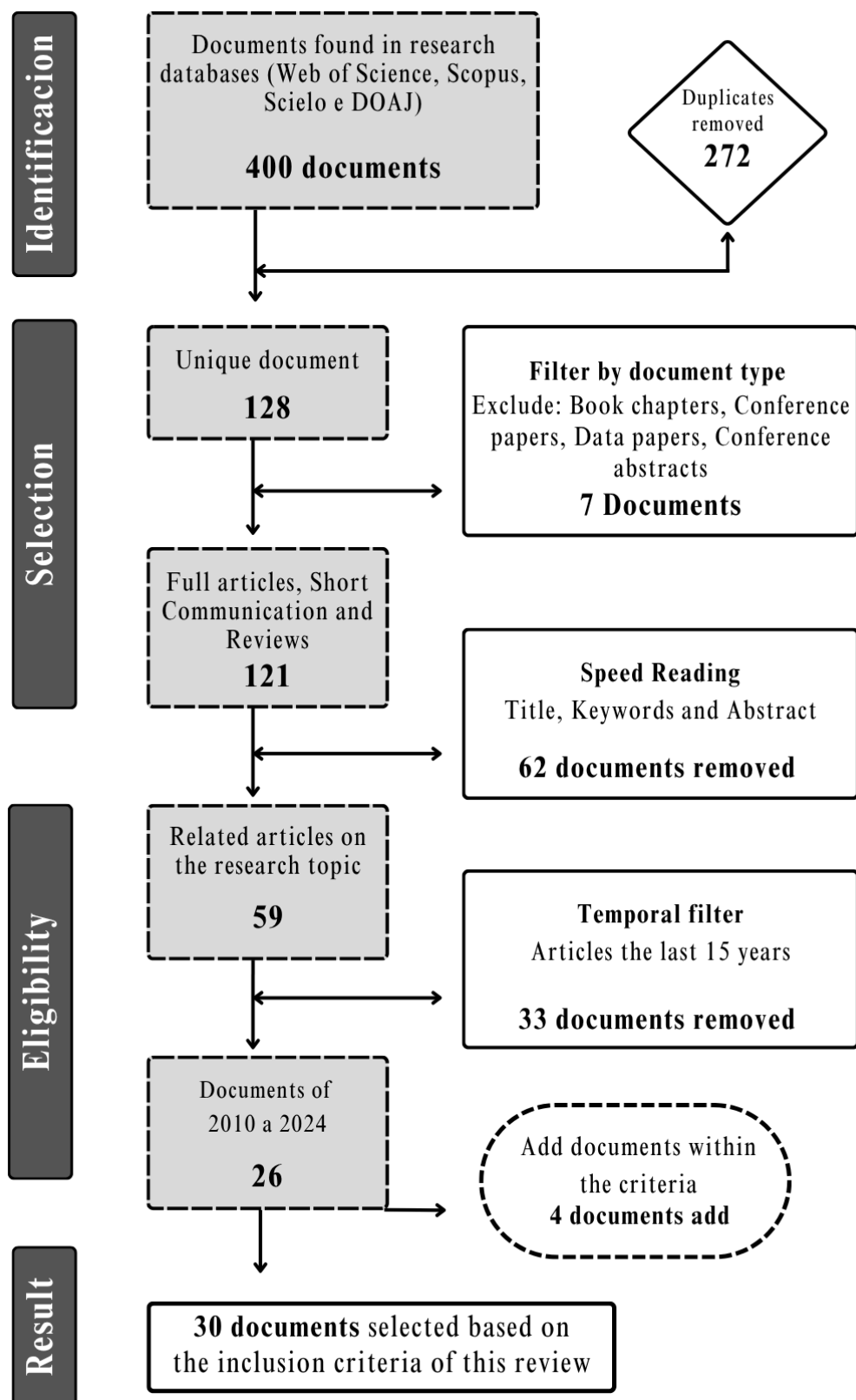
A systematic literature review was conducted across four databases (Web of Science, Scopus, SciELO, and Directory of Open Access Journals - DOAJ) to identify research from the last 15 years focused on studying *S. guianensis* behaviors. These databases were selected because they contain articles on diverse topics and research from around the world, including national and Latin American studies, as well as high-quality, peer-reviewed articles (Khan et al. 2022).

Search keywords were used in English (global language for scientific communication), Spanish and Portuguese (more used languages in the species distribution range). However, searching for keywords in Spanish resulted in the same articles found in English and Portuguese.

Were categorized into two groups: a primary group (GR1) covering the species' common, local, and scientific names, and a secondary group (GR2) encompassing the term 'behavior' and its potential variations. GR1 and GR2 were cross-referenced via "AND" to generate 18 unique query strings, while intra-group synonyms were linked with "OR".

Therefore, GR1 was represented by the terms: "*Sotalia guianensis*", "Guiana dolphin", "Estuarine dolphin", "boto-cinza", and "golfinho estuarino". The GR2 was represented by the terms: "behavior", "behavioral patterns", "behavioral events", "comportamento", "padrões comportamentais", and "eventos comportamentais". Following database retrieval, duplicate records were removed. The screening process retained full-text articles, scientific notes, and review articles for analysis. Additionally, a dynamic assessment of titles, keywords, and abstracts determined article relevance to the research topic. Documents aligning thematically were retained. Finally, a 15-year temporal filter was applied (2010-2024), with publication selection illustrated in Figure 1.

Figure 1. Flowchart illustrating the steps for selecting the documents analyzed.



Data Analysis

Data were organized and tabulated to analyze spatiotemporal patterns in *S. guianensis* behavioral research across its distribution. Authors and co-authors of each publication were quantified and integrated into a co-authorship network, identifying collaborative clusters and key contributors (authors with frequent multi-study participation). Behavioral recording methods were cataloged and stratified by the nine Management Units (MU) that presented behavioral research on the species (CCOL, VEML, BRNO, BRNE1, BRNE2, BRNE4, BRSE1, BRSE2 and BRS/SE). New behaviors for *S. guianensis* were systematically documented.

Additionally, behavioral states and events documented for the species in the literature were quantified. For this, we initially defined behavioral events as action or occurrence of short duration and generally instantaneous, which can be counted rather than measured in terms of duration (Mann, 1999). The behavioral states were primarily defined with focus on its ecological function, as sustained behaviors characterized by extended duration, consistent repetitive patterns, and reflection of specific functional activities (Mann, 1999). Additionally, because articles used different methodological approaches we also included the more general classification of Lahner (1998) for behavioral states in ethological researches. Articles were cataloged in Mendeley (reference manager), and metadata were organized using Microsoft Excel. Research distribution maps and behavioral method visualizations were generated in QGIS (v3.22 Białowieża). Exploratory analyses, co-authorship networks, and supplementary graphics were produced in RStudio (v2024.09.0) using the following R packages: *dplyr*, *ggplot2*, *tidyr*, *igraph*, and *ggraph* (Csárdi & Nepusz 2006; Wickham 2016; Pedersen 2024; Wickham et al. 2023, 2024; Wickham & Bryan 2024).

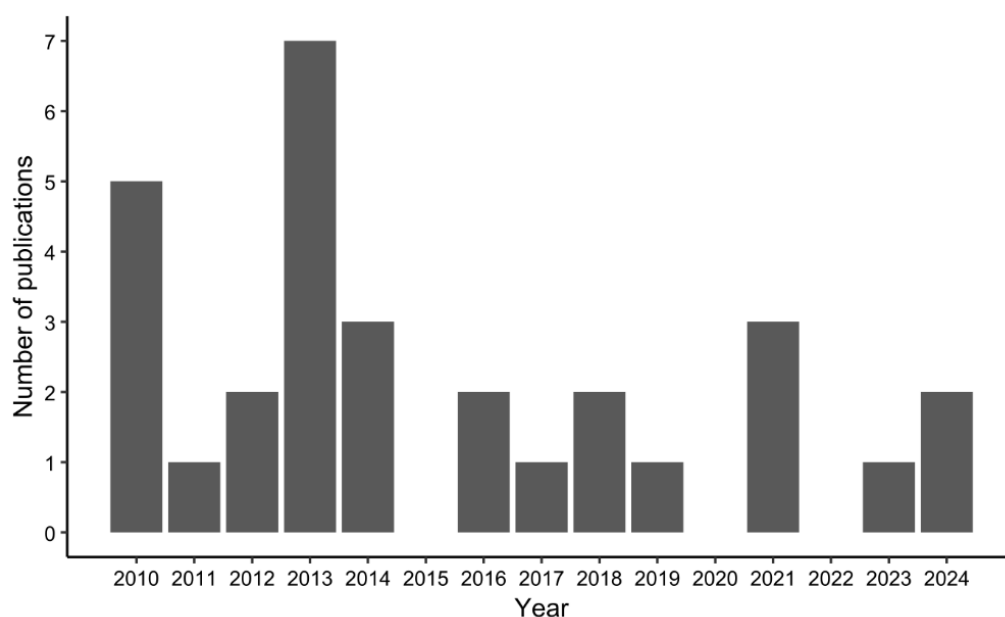
RESULTS

Out of a total of 400 documents retrieved from the database searches, only 26 met the eligibility criteria. Additionally, four relevant documents aligned with the established criteria were included, resulting in a final sample of 30 analyzed documents (SUPPLEMENTARY MATERIAL - Table 1). Among these, 26 (86.6%) were full articles, and four (13.3%) were scientific notes. The documents were published in 21 journals, with *Zoologia* and *Latin American Journal of Aquatic Research* standing out, accounting for 13.3% and 10% of the publications, respectively.

Temporal and Spatial Analysis of Publications

The average publication rate was two documents per year between 2010 and 2024. The year 2013 had the highest number of publications ($n=7$, 23,3%), followed by 2010 ($n=5$, 16,6%). However, no publications related to the topic of this research were identified in 2015, 2020, or 2022. The studies published in 2021 and 2023 ($n = 4$, 13,3%) were based on research conducted before 2020 (Figure 2).

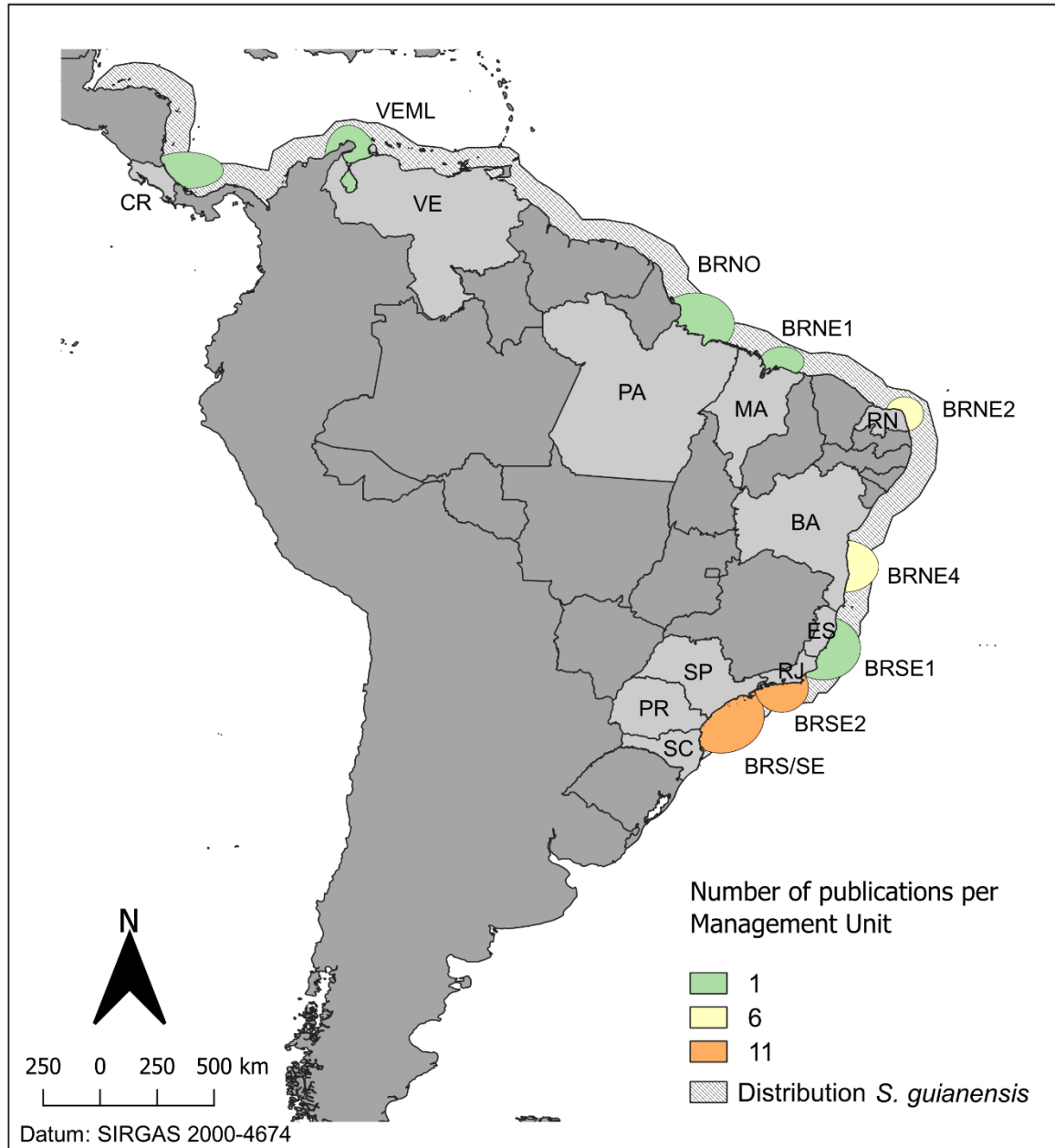
Figure 2. Number of studies on *S. guianensis* behavior published from 2010 to 2024 ($n=30$).



Regionally, most studies on *S. guianensis* behavior were concentrated in nine coastal Brazilian states from northern, northeastern, southeastern and south regions ($n=28$), while one study were conducted in Limón, Costa Rica (May-Collado 2013) encompassing the Colombia's Caribbean (CCOL) Management Unit (MUs) of the species. Another study was recorded for the locality of Zulia, Venezuela (Espinoza-Rodríguez et al. 2019), region placed at the Venezuela's Maracaibo Lake (VEML) MU. In Brazil, the South-Southeastern (BRS/SE) and Southeastern (BRSE2) Brazilian MUs recorded the highest publication output ($n=11$ each), followed by Brazilian Northeastern units BRNE4 and BRNE2 ($n=6$ each). The remaining MUs—BRSE1 from southeast, BRNE1 from northeast, BRNO from northern region—each yielded only one publication (Figure 3). Additionally, two studies covered multiple locations: one in the states of Paraná and São Paulo – BRS/SE MU (Pierry et al. 2024b) and another

conducted by Zappes et al. (2010) across the state of Bahia (BRNE4), Espírito Santo (BRSE1), Rio de Janeiro (BRSE2), and São Paulo (BRSE2).

Figure 3. Distribution map of studies on *S. guianensis* behavior published from 2010 to 2024.



Co-authorship networks

Across the 30 publications analyzed, 82 researchers contributed to *S. guianensis* behavioral research. Thirteen authors co-authored at least two publications, with four key researchers participating in over one-third of studies ($n=12$; 40%). The co-authorship network revealed 10 distinct collaborative groups, most

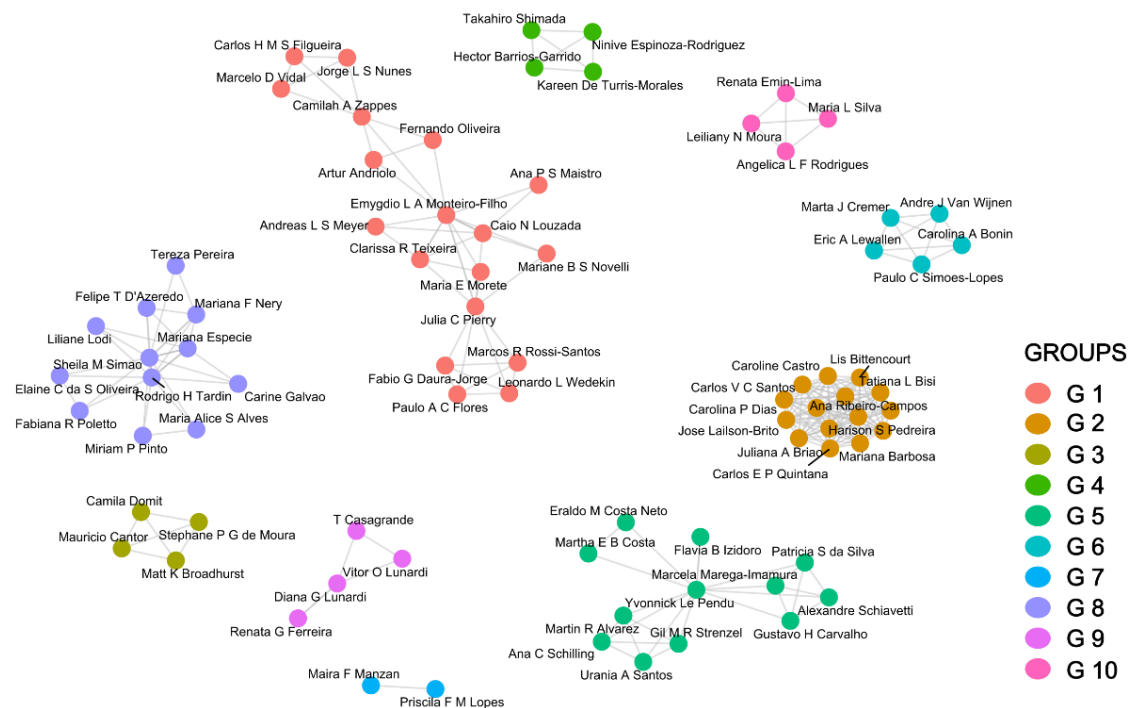
geographically clustered around study locations. Central nodes (researchers bridging multiple groups) were largely absent, particularly in Groups G2, G3, G4, G6, G7, and G10, that show low betweenness centrality scores (≤ 0.2). This structural fragmentation indicates limited cross-group collaboration and knowledge exchange (Figure 4).

On the other hand, four groups (G1, G5, G8, and G9) consisted of researchers who worked collaboratively, leading research in their regions and establishing partnerships with others regions. The G1 was the group with the most complex network connections, featuring E. L. A. Monteiro-Filho as its central node, with 14 direct connections, the highest betweenness centrality (77.1), and maximum eigenvector centrality (1.0). He exerted direct influence over all members of his group, particularly in studies conducted in the Cananéia Estuary, São Paulo state, Brazilian Southeast. Additionally, two other authors in this group connected the central node with other regions of Brazil: C. A. Zappes in the northeast, with six direct connections and a betweenness centrality of 42, and Julia C. Pierry in the southeast, with 10 connections and a betweenness centrality of 52.9.

Group G8 had two members who participated in almost all studies on the topic in the state of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil: 1) S. M. Simão, that emerged as the central node of this group, with 18 direct connections, a betweenness centrality of 22.75, and maximum influence within the group with eigenvector centrality of 1.0, and 2) R. H. Tardin, that had 16 connections, but with lower betweenness centrality (12.8), and an eigenvector centrality of 0.96.

Group G5 was led by Y. L. Pendu as central node, with 12 direct connections, a betweenness centrality of 42, and, similar to E. L. A. Monteiro-Filho, a high eigenvector centrality, coordinating research in southern Bahia, Brazilian Northeast. Finally, Group G9, in Rio Grande do Norte, also in the Northeast, had D. G. Lunardi as its central node, with four connections, a low betweenness centrality (2), but with high eigenvector centrality (1.0).

Figure 4. Interaction network among authors and group formation based on their connections.



Behavioral Study Methods

Most of the analyzed documents did not report the use of techniques or equipment to assist in direct behavioral observation and recording ($n = 17$; 56.7%). However, some researchers employed tools to enhance behavioral documentation, including video recording ($n = 6$; 20%), unmanned aerial vehicles ($n = 2$; 6.7%), audio recording ($n = 1$; 3.3%), and Local Ecological Knowledge (LEK) ($n = 1$; 3.3%). Additionally, three studies relied exclusively on LEK to gather data on behaviors and interactions between *S. guianensis* and artisanal fishers.

The most frequently used behavioral observation method for *S. guianensis* was focal-animal sampling ($n = 15$; 33.3%), followed by scan sampling ($n = 9$; 20%) and continuous recording ($n = 5$; 11.1%). Among studies applying focal animal sampling, eight (26.6%) did not define a sampling duration, while four (13.3%) used two minute intervals and three (10%) employed five minute intervals. For scan sampling, intervals of 2, 3, 5, 15, and 20 minutes were applied: 10% used two minutes, 6.6% used 15 minutes, and three studies used 3, 5, or 20 minutes (Table 2).

Table 2. Description of the main behavioral study methods observed in the studies included in this literature review.

Method	Definition	Reference
Focal animal (pair or group)	Sampling method in which all occurrences of specific interactions of an individual or group are recorded during each sampling period. The duration of each period and the time the focal individual was visible are also noted. The focal individual is followed for as long as possible in each sample	Altmann, 1974
<i>Ad libitum</i>	These records result from unconscious sampling decisions, where the observer notes 'as much as they can' or what is easiest to observe in a group's social behavior. In this method, behaviors, individuals, and observation times are typically chosen <i>ad libitum</i> . It is likely that this technique is used in most observational studies that do not specify a sampling method.	Altmann, 1974
<i>All occurrences</i>	<i>All occurrences</i> of certain behaviors in the group are recorded, feasible only when observation conditions are excellent, the behaviors are easily noticeable, and do not occur with excessive frequency.	Altmann, 1974
Scan Sampling	Instantaneous Sampling records an individual's activity at predefined moments (e.g., every minute). It is used to sample behavioral states, not events.	Altmann, 1974
Sequential sampling	A behavioral observation method focusing on interactions rather than specific individuals. The sampling period begins with the initiation of an interaction, during which all relevant behaviors are recorded sequentially. The sample concludes when the interaction ends or is interrupted, with a new sample commencing at the next interaction sequence.	Altmann, 1974
Group follow	The "group follow" protocol is used when observers monitor animal groups for more than 30 minutes. While it facilitates tracking, it may hinder rigorous sampling since attention tends to focus on more conspicuous behaviors or more visible animals. Its advantages include the ability to sample multiple individuals and examine issues related to social structure. However, changes in group composition may bias the data, requiring clear rules, such as deciding whether to follow the larger or smaller group. Without these rules, there is a risk of bias related to large, active groups or other attributes.	Mann, 1999

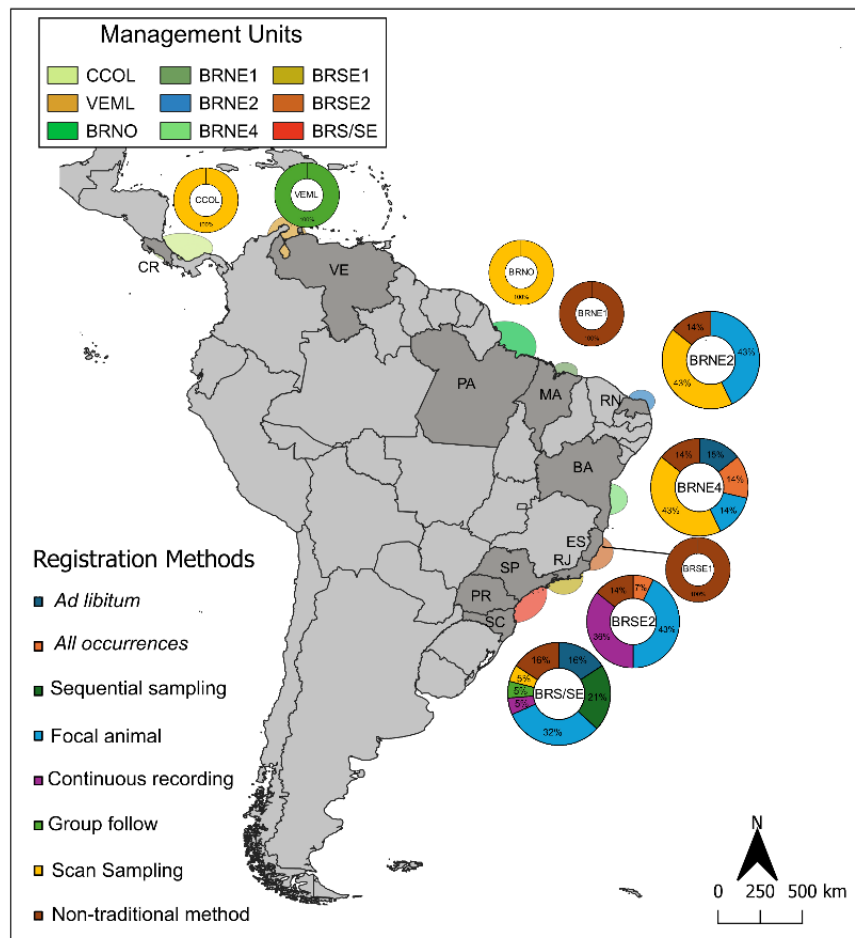
Continuous recording	Continuous sampling involves systematically recording the frequencies or durations of specific behaviors. When applied to tracking an individual, it is called "focal-animal sampling". Measuring exact timings for each behavior is challenging, and scoring frequencies in time blocks can facilitate data collection. Reliability may be compromised if too many behaviors are recorded simultaneously, especially with active animals. Altmann (1974) suggests this method should be used for a maximum of one or two animals.	Mann, 1999
----------------------	---	------------

Continuous recording proved essential for high-resolution behavioral analysis of Guiana dolphins. To mitigate methodological constraints, 63.4% of studies employed digital videography for individual and group-level behavioral documentation. Still photography was utilized in 36.6% of investigations and demonstrated particular utility for cetacean research. Complementary technologies included hydrophones (6.6% of studies) and aerial drones (6.6%), enhancing documentation of *S. guianensis* surface and subsurface behaviors.

Spatial Distribution of Methods

Study distribution spanned nine Management Units (MUs) of the species, comprising seven Brazilian units (BRNO, BRNE1, BRNE2, BRNE4, BRSE1, BRSE2, BRS/SE), one in Venezuela (VEML), and Costa Rica (CCOL). Seven behavioral recording methods were documented across *S. guianensis*' range, though three MUs (BRSE1, BRNE1, VEML) showed no methodological reporting. (Figure 5).

Figure 5. Behavioral study methods applied across the range countries of *S. guianensis* from 2010 to 2024.



The BRS/SE MU (Santa Catarina, Paraná, São Paulo States) demonstrated the highest methodological diversity, employing six behavioral recording techniques: ad libitum, sequence sampling, focal animal sampling, continuous recording, group follow, and scan sampling. Among these, focal animal sampling (32%) and sequence sampling (21%) predominated. In contrast, the BRSE2 Unit (Rio de Janeiro State) primarily utilized focal animal sampling (43%) and continuous recording (36%), with all-occurrences sampling appearing infrequently (7%). Notably, Espírito Santo State (BRSE1) showed no documentation of standardized behavioral methodologies.

The Northeastern Brazilian Management Units, encompassing Bahia (BRNE4), Rio Grande do Norte (BRNE2), and Maranhão (BRNE1), relied primarily on land-based fixed-point observations and Local Ecological Knowledge (LEK) from artisanal fishers. Bahia (BRNE4) demonstrated the region's highest methodological diversity with four techniques: ad libitum, all-occurrences sampling, focal animal sampling, and scan

sampling, the latter dominating 43% of studies. In Rio Grande do Norte (BRNE2), focal animal sampling and scan sampling were equally prevalent (43% each). Maranhão (BRNE1) showed no standardized behavioral methods, mirroring Espírito Santo's reliance solely on LEK. Remaining units exhibited minimal methodology: Pará (BRNO) and Costa Rica (CCOL) used exclusively scan sampling, while Venezuela (VEML) applied only group-follow methods.

Behavioral States and Events

In this study, we identified 73 events, divided into 10 behavioral states for *S. guianensis* (Table 3). The most frequent behavioral states were foraging (29.7%), traveling (20.7%), socializing (19.8%), resting (11.8%). Among the selected studies, the states with the greatest diversity of behavioral events were foraging (n=31), socializing (n=16), while the least frequent were interaction with fishing activities (0.9%).

Table 3. Behavioral states and events reported for the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in the studies included in this literature review.

Behavioral states (%)	Behavioral events
Foraging (29.7%)	Perpendicular feeding; Perpendicular feeding with leaps; Bubble blast feeding; Bubble blast feeding with leaps; Circling prey; Cornering prey; Wall formation; Wall formation with leaps; Side-by-side line with leaps; Side-by-side line; Object manipulation; Tail slap pursuit; Bubble curtain pursuit; Body balance pursuit; Horizontal leap; Chasing; Herding; Beach hunting; Float-and-wait; Surface-capture chasing; Leaping chase; Cross fishing; Splashing; Mud rings; Blocking; Breaching; Mangrove hunting; Circle formation; Kerplunking; Seine fishing; Tracking
Traveling (20.79%)	Porpoising; Diving; Swimming
Socializing (19.8%)	Tail slap; Rostrum rubbing; Flippering; Vocalization; Spyhopping; Social locomotor play; Object play; Prey play; Surfing; Lateral slap; Back slap; Head slap; Dorsal slap; Pectoral slap; Aerial play; Contact play
Resting (11.88%)	Mangrove edge sleeping
Parental Care (5.94%)	Boostering; Playing with calf; Crèche formation; Longitudinal care - behind offspring; Longitudinal care - ahead of offspring; Transverse care - between offspring and threats; Transverse care - no positioning between offspring and threats; Small association gatherings; Escorting; Accompanied swimming; Role rotation

Reproduction/Socio-Sexual (3.96%)	Belly up; Reciprocal caressing; Club; Heading; Tail-out dive; Mating
Aerial Activities (3.96%)	Leaps; Inverted leap; Partial leap; Somersault; Full leap
Milling (1.98%)	-
Feeding/Traveling (0.99%)	-
Interaction with Fishing Activities (0.99%)	-

Additionally, 16 events were described for the first time, occurring within the following behavioral states socio-sexual, foraging, parental care and socializing. We observed six foraging events, four parental care, four socialization, and two events related to reproductive behavior (Table 4).

Table 4. Description of behavioral events observed for the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) reported in the studies included in this literature review.

Behavioral states (%)	Behavioral events	Description	Reference
Socio-sexual	Heading	An individual dolphin strikes another with its beak/head	Tardin et al. (2014)
	Club	A dolphin positions itself vertically in the water with its body partially exposed, then re-enters the water while striking another dolphin	
Foraging	Wall formation with leaps	Similar to standard wall formation, but with one or both subgroups leaping either before or during tactic execution, potentially to further disorient fish	Oliveira et al. (2013)
	Perpendicular feeding with leaps	This tactic follows the same approach as perpendicular feeding, but incorporates leaps by one or both subgroups to enhance the tactic's effectiveness	
	Side-by-side line with leaps	Similar to the side-by-side line formation, but incorporates leaps by one or both subgroups, which may further disorient prey	
	Bubble blast feeding with leaps	This tactic combines bubble blast feeding with leaps by one or both subgroups, which may increase the tactic's effectiveness in prey capture	
	Float and wait	Individual dolphins approached shallow waters to wait for a fish school. They remained stationary, approximately 1 m from shore, for up to 10 seconds, typically with their caudal	Santos (2010)

		fin near the bottom while making vertical body movements that kept their dorsal fin and blowhole exposed. They would suddenly move toward any fish school passing near the coast	
	Beach hunting	One or more dolphins herded a school of fish from deeper to shallower waters, suddenly attempting to "corner" the fish very close to shore	Santos (2010)
Parental care	Longitudinal care/Ahead of offspring	An adult dolphin positioned itself longitudinally ahead of the offspring. This position is termed "longitudinal position 1" and is associated with protective behavior	Tardin et al. (2013)
	Longitudinal care/Behind offspring	When the adult dolphin positioned itself longitudinally behind the offspring (termed "longitudinal position 2")	
	Transverse care/Between offspring and threats	Transverse care was considered evident when an adult dolphin positioned itself between offspring and potential threats, such as boats. This protective behavior is termed "transverse position 1"	
	Transverse care/No positioning between offspring and threats	If the adult did not position itself between the boat and the offspring (termed "transverse position 2"), it was presumed that no parental care was being provided	
Socializing	Breaching	The dolphin leaps out of the water while rotating along its longitudinal axis in one direction	Casagrande et al. (2013)
	Flippering	The dolphin lifts either its right or left pectoral fin into the air, displaying it or slapping the water's surface.	
	Contact play	One animal uses its rostrum to touch any part of another individual's body. The touched animal permits physical contact and remains floating or moves to present another body part for touching	Izidoro et al. (2012)
	Rostrum rubbing	An animal uses its rostrum to touch and then rub any part of another individual's body	Izidoro et al. (2016)

DISCUSSION

Temporal and Spatial Analysis of Publications

This review synthesizes principal methodological approaches applied in *Sotalia guianensis* behavioral research over the past 15 years. Key findings reveal: (1) Dominance of focal-group sampling in southeastern Brazil, (2) Persistent methodological gaps in northern distribution area of the species, and (3) Absence of publications in 2015, 2020, and 2022 despite advances in research into the conservation status of the species throughout its distribution range (see Domit et al. 2021).

Beginning in 2015, Brazil experienced a period of political and financial instability that significantly impacted various sectors, particularly public universities and funding for science, technology, and research (Moura et al. 2017). In the context of limited financial resources, conducting fieldwork, acquiring equipment, and publishing in high-impact journals became increasingly difficult for domestic researchers (Zaak Saraiva et al. 2020). Moreover, in March 2020, Brazil confirmed its first case of COVID-19, imposing restrictions on mobility and field activities to curb the spread of the virus. Unlike several other countries, Brazil continued to implement fiscal austerity measures concerning funding for science and technology, along with financial constraints that were critical to the sector (Costa & Costa 2024). Conversely, despite modest growth in publications from other Latin American nations in recent years, marine mammal research remains limited (Szteren & Lercari 2022). The resource-intensive nature and high costs of behavioral studies likely explain the scarcity of species-specific behavioral data in the literature.

In Brazil, historically, Ilha Grande Bay, Sepetiba Bay, and the Cananéia Estuary (BRSE2 and BRS/SE Management Units) have supported the largest known *S. guianensis* populations. Population estimates indicate 1,949 individuals in Ilha Grande Bay and approximately 1,560 in Sepetiba Bay (Carvalho et al. 2024). In the Cananéia Estuary (São Paulo), the population is estimated at 451 individuals (Mello et al. 2019). Beyond favorable environmental parameters, including bay morphology, tidal regimes, turbidity gradients, and prey availability, sustained institutional funding in these regions has critically enabled robust conservation initiatives and high-resolution research (Silva et al. 2024). For example, considering only the investments in scholarships and

research grants by the Coordination of Higher Education Staff Development (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior - CAPES), governmental institution linked to the Brazilian Ministry of Education, the state of São Paulo received approximately BRL 9.2 billion (USD 1.68 billion) between 2010 and 2023. In second place the Rio de Janeiro with BRL 5.03 billion (USD 931 millions), while Bahia received BRL 1.2 billion (USD 212 million) and Maranhão state received BRL 273 million (USD 50 millions) in the same period (CAPES 2023).

Research groups based in São Paulo, Rio de Janeiro, and Bahia have coalesced into small yet highly interconnected hubs. This network structure has been largely shaped by the leadership of eminent investigators—acting as central nodes—who have directed research efforts toward the ethology and ecology of *Sotalia guianensis* (Merton 1968). In contrast, more insular teams, characterized by repeated collaborations within a restricted circle and a geographically confined focus, tend to produce a lower volume of scientific output on this subject (Guimerà et al. 2005).

Behavioral Study Methods

The selection of an appropriate behavioral study method is crucial for research success, as it must align with the study objectives, available financial resources, and the population structure and size of the study group. As a megadiverse country with continental dimensions, Brazil requires studies to be adapted to the environmental conditions of each region (Brandon et al. 2005; Lewinsohn & Prado 2005). According to Queiroz and Ferreira (2009), defining a standardized time interval for behavioral recording is essential to avoid overestimating behaviors like traveling while preventing underestimation of more time-intensive behaviors such as feeding and foraging. In this context, a two-minute sampling interval proves reasonable for observing *S. guianensis* behaviors, considering observation challenges, limited research timeframes, and variability in behavioral category durations (Queiroz & Ferreira 2009). The choice of an appropriate behavioral study method is critical to research success, as it must correspond to the study's objectives, available financial resources, and the population's size and structure. This recommendation matches with Mann (1999), who also indicated a two-minute sampling interval for behavioral studies of marine mammals.

Focal animal sampling, scan sampling, and continuous recording have emerged as the most commonly employed methodologies. Focal animal sampling is particularly valued for its ability to document individual behaviors, mitigate biases associated with group size, and uphold methodological rigor. However, beside this approach minimizes pseudoreplication, some researchers have failed to fully consider its fundamental assumptions during method selection (Azevedo 2009; Karniski et al. 2015). Mann (1999) demonstrated this issue by reclassifying several cetacean studies, originally described as employing focal animal sampling, as ad libitum sampling, on the basis that researchers could not observe all individuals equally, continuously, or simultaneously, thereby contravening the method's core principles. Furthermore, Altmann (1974) observes that although focal animal sampling yields detailed behavioral data, it is unsuitable for evaluating behavioral synchrony, since it overlooks group-level interactions.

Technological advancements have introduced novel tools for cetacean behavioral data collection, including satellite tags, acoustic equipment (hydrophones), video recording cameras, and unmanned aerial vehicles (UAVs or drones) (Fettermann et al. 2022; Nowacek et al. 2016). However, Local Ecological Knowledge (LEK) remains a vital approach for gathering comprehensive data on species, their environment, and human-wildlife interactions (Huntington 2000; Zappes et al. 2009, 2011). Given the high costs associated with cameras, photographic lenses, and drones, LEK offers a practical alternative for understanding key cetacean behaviors through the perspectives of fishers and traditional communities (Costa et al. 2012a; Zappes et al. 2010).

Spatial Distribution of Methods

The south-southeast of Brazil - BR/SE and BRSE2 management units - encompasses the greatest number of studies on *S. guianensis* in Brazil, with continuous monitoring dating back to the 1990s (Flach 2015; Domit et al. 2021). The species' abundance in these units highlights the importance of enclosed estuarine environments that provide food and security while supporting large populations, which helps maintain genetic diversity. In these MUs, the predominant behavioral study method was focal animal sampling, followed by continuous recording, with some authors combining different sampling methods. However, among the studies that used

focal animal and continuous recording method in these units, only four explicitly stated their methodological selection criteria. For example, Tardin et al. (2014) used the focal group method to sample behavioral states and the all occurrences method for events. Meanwhile, Bonin et al. (2017) emphasized that combining the focal group and group follow methods, applied for as long as possible, provides behavioral analysis with good spatial and temporal resolution.

The adoption of the same sampling method in nearly all studies conducted in southeastern Brazil suggests that local environmental characteristics favored this technique. Naturally, researchers tended to replicate well established methods used by active research groups in the region.

In contrast, *S. guianensis* populations in northeastern Brazil are smaller and more dispersed. The northeastern Brazilian coast, however, features a substantially narrower continental shelf, fostering a more oceanic environment distinct from the sheltered bays inhabited by this species in the southeastern and southern regions. Nevertheless, some sporadic observations and long-term research have been conducted in these regions (Domit et al. 2021). For instance, at the Tibau do Sul Coastal Biological Reserve in Rio Grande do Norte state, researchers identified the presence of adults and calves using the area as a nursery for the species (Da Silva et al. 2024). Furthermore, northern Brazil, although a region with large population number, exhibits profoundly different coastal geomorphology, dominated by the Maranhão and Pará reentrants. These formations generate extensive networks of mangrove-fringed bays and tidal channels characterized by extreme tidal amplitudes, which severely difficult the access to free-ranging populations of the species in these areas. Given the challenges faced in conducting behavioral research in these regions, and the already discussed financial constraints, studies carried out in the northeast (BRNE4 and BRNE2 MUs) predominantly used scan sampling and focal animal methods. On the other hand, the northern most units (BRNE1 and BRNO) exhibit a scarcity of behavioral studies and methodological gaps, resulting from difficulties in establishing long-term research and collecting sufficiently robust data.

Behavioral States and Events

The categorization of behavioral states and events in the studies evaluated by this review followed the concepts from Altmann (1974), Shane (1990), Lehner (1996),

and Mann (1999). All authors provide definitions that align with the framework initially proposed by Altmann (1974), which states that behavioral events are actions that occur instantaneously or at a single point in time, such as the onset of a vocalization. In contrast, behavioral states refer to behaviors with measurable duration, such as swimming or resting. According to Altmann (1974), the choice between treating a behavior as an event or a state depends on the research question: if the focus is on frequency, events are recorded; if it is on duration or time proportion, states are considered. However, Mann (1999) points out that, to reach this definition, it is necessary to consider both the duration and frequency of the behavior as well as the ease of observation of the behaviors. Furthermore, the research objective and sampling method also influence the differentiation between behavioral states and events for cetaceans.

The most documented behavioral states for *S. guianensis* were foraging, traveling and socializing. When analyzed by Management Unit, it was observed that BRSE2, BRS/SE and BRNE2 primarily reported foraging and traveling states. In contrast, BRNE4 was characterized by prominent foraging and socializing behaviors, sometimes identified as play behaviors - specifically object-play or prey-play. Foraging behaviors (chasing, herding, perpendicular feeding, and bubble blast feeding) was also predominated in BRS/SE and BRSE2. These regional differences in behavioral states and events of *S. guianensis* reflect distinct populations and, consequently, varying uses of natural environments by the species (Tardin et al. 2020).

Observing cetacean behavior is essential for elucidating social relationships within groups, their interactions with the environment, and their responses to anthropogenic disturbances. Monitoring behavioral changes enables the identification of potential impacts on species welfare and survival (Friedlaender et al. 2016; Nowacek et al. 2016). Animal welfare may be assessed through measures of behavioral diversity, as effective management practices tend to enhance this diversity, whereas debilitated or stressed individuals exhibit reduced behavioral repertoires (Miller et al., 2020). For instance, the behavioral diversity in captive bottlenose dolphins (*Tursiops* spp.) can serve as a valuable welfare indicator when assessed alongside complementary parameters such as metabolite profiles (Miller et al. 2021).

In natural environments, cetaceans invest most of their time in foraging activities, which represent the most diverse component of their behavioral repertoire (Monteiro-Filho 1991; Monteiro et al. 1992). Behavioral modifications reflect environmental heterogeneity, as cetaceans adapt their tactics to optimize foraging strategies (Sargeant et al. 2006). Guiana dolphins frequently employ sophisticated prey-capture techniques, including utilization of environmental features or human-made structures like fixed fishing weirs (Louzada 2013; Pierry et al. 2024a; Santos 2010). Specialized tactics such as mud-ring feeding, used to disorient and trap prey, demonstrate advanced behavioral plasticity (Pierry et al. 2024b). These coordinated foraging strategies typically involve group cooperation, where dolphins collectively herd fish schools to increase hunting efficiency (Costa et al. 2012b; Tardin et al. 2011).

Play behaviors, on the other hand, occur in both solitary and social contexts. Solitary play includes locomotor activities, object manipulation, and prey handling (Soriano Jimenez et al. 2021). Delfour, Faulkner and Carter (2017) observed that juvenile *T. truncatus* exhibited creative interactions with simple objects, displaying diverse behaviors primarily using head regions for manipulation. Social play involves interspecific interactions (including with humans) and requires greater complexity through synchronized coordination among individuals (Ikeda et al. 2018). Izidoro and Le Pendu (2012) documented various play behaviors in *S. guianensis* at Ilhéus port (Bahia), noting juveniles predominantly engaged in play events. These activities facilitate cognitive and physical development while promoting social integration and environmental adaptation.

CONCLUSION

This review has identified the diversity of methods applied to behavioral studies of *S. guianensis* in Venezuela and Costa Rica, but particularly in Brazil, which hosts the largest proportion of this species' populations. Furthermore, the evolution of behavioral research over time is evident, including the implementation of new technologies such as audiovisual recording systems and drones to enhance data collection quality and scope. Beyond technological advances, the use of Local Ecological Knowledge (LEK) has emerged as a valuable tool for gathering diverse data on cetacean ecology, habitat use, and human-wildlife interactions. This approach has

proven particularly relevant in resource-limited settings and areas lacking baseline distribution studies, demonstrating its importance for conservation efforts.

The high diversity of cataloged behavioral states and events reflects significant progress in research while highlighting the need for continued studies to develop a comprehensive ethogram for *S. guianensis* across its range. However, the lack of standardization of terminology and behavioral definitions is observed when the same behavior is reported by different names, generating redundancies and hindering the consolidation of knowledge.

Finally, this review underscores the urgent need to expand behavioral research on northern *S. guianensis* populations and to better integrate traditional research methods with LEK. Such advances will not only improve our understanding of dolphin behavior but also support the development of effective conservation strategies to ensure the species' survival and welfare in an increasingly threatened environmental context.

REFERENCE

- Altmann, J. (1974).** Observational study of behavior: sampling methods. *Animal Behaviour* 49(3): 227–266.
- Azevedo, A.F., T.L. Bisi, M. V. Sluys, P.R. Dorneles & J. Lailson-Brito (2009).** Comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetace: Delphinidae): amostragem, termos e definições. *Oecologia Brasiliensis* 13(1): 192–200. <https://doi.org/10.4257/oeco.2009.1301.15>
- Azevedo, A.F., R.R. Carvalho, M. Kajin, M. Van Sluys, T.L. Bisi, H.A. Cunha & J. Lailson-Brito (2017).** The first confirmed decline of a delphinid population from Brazilian waters: 2000–2015 abundance of *Sotalia guianensis* in Guanabara Bay, South-eastern Brazil. *Ecological Indicators* 79: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.045>
- Barbosa-Filho, M.L.V., R.M.F. Barreto, S. Siciliano, C.I. Seminara, & E.M. Costa-Neto (2018).** Use of cetaceans as bait in Southern Bahia, Brazil, by expert fishermen that market shark fins: A lucrative trade and two threatened zoological groups. *Ethnobiology Letters* 9(2): 12–18. <https://doi.org/10.14237/ebl.9.2.2018.953>
- Batista, R.L.G., M.R. Alvarez, M.S.S. Reis, M.J. Cremer, & A. Schiavetti (2014).** Site fidelity and habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in the estuary of the Paraguaçu River, northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 10(1): 93–100.
- Begossi, A., N. Hanazaki & N. Peroni (2000).** Knowledge and Use of Biodiversity in

- Brazilian Hot Spots. *Environment, Development and Sustainability* 2: 177–193. <https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1011409923520>
- Bittencourt, L., I.M.S.S. Lima, L.G. Andrade, R.R. Carvalho, T.L. Bisi, J. Lailson-Brito & A.F. Azevedo (2017).** Underwater noise in an impacted environment can affect Guiana dolphin communication. *Marine Pollution Bulletin* 114(2): 1130–1134. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.037>
- Brandon, K., G.A. Fonseca, A.B. Rylands & J.M.C. Silva (2005).** Brazilian conservation: challenges and opportunities. *Conservation Biology* 19(3): 595–600. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00710.x>
- Cantor, M., L.L. Wedekin, F.G. Daura-Jorge, M.R. Rossi-Santos & P.C. Simões-Lopes (2012).** Assessing population parameters and trends of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): An eight-year mark-recapture study. *Marine Mammal Science* 28(1): 63–83. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2010.00456.x>
- Carvalho, R.R., C.E.P. Quintana, C.V.C. Santos, E.B. Santos-Neto, L. Bittencourt, K.S. Pereira, ... A.F. Azevedo (2025).** Abundance of two Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) populations inhabiting adjacent areas in southeastern Brazil. *Marine Mammal Science*: 41(2): e13188. <https://doi.org/10.1111/mms.13188>
- Costa, M.E.B., Y. Le Pendu & E.M.C. Neto (2012).** Behaviour of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) and ethnoecological knowledge of artisanal fishermen from Canavieiras, Bahia, Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-18>
- Costa, P.A. & C.F. Costa (2024).** A descaracterização da política de financiamento da CT&I: uma análise do FNDCT. *Revista de Administração Pública* 58(2): 1–14. <https://doi.org/10.1590/0034-761220230096>
- Da Silva, G.R.D., M.G.F.M. Medeiros, V.D.O. Lunardi & D.G. Lunardi (2024).** Nursery area for the threatened Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, on the Northeast coast of Brazil. *International Journal of Conservation Science* 15(1): 615–626. <https://doi.org/10.36868/IJCS.2024.01.16>
- Delfour, F., C. Faulkner & T. Carter (2017).** Object Manipulation and Play Behaviour in Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) under Human Care. *International Journal of Comparative Psychology* 30. <https://doi.org/10.46867/ijcp.2017.30.00.16>
- Di Benedetto, A.P.M. & A.D.S. Oliveira (2019).** Debris ingestion by carnivorous consumers: Does the position in the water column truly matter? *Marine Pollution Bulletin* 144: 134–139. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.074>
- Domit, C., A. Miranda, A. Azevedo, A. Costa, C. Meirelles, A. Farro, ... Y. Briceno (2021).** Progress report of the *Sotalia guianensis* Intersessional Group: Status of the Current Knowledge and Action Plan. *Journal of Cetacean Research and Management*.
- Eberhardt, L.L., D.G. Chapman & J.R. Gilbert (1979).** A Review of Marine Mammal Census Methods. *Wildlife Monographs* (63): 3–46.
- Fettermann, T., L. Fiori, L. Gillman, K.A. Stockin & B. Bollard (2022).** Drone

- Surveys Are More Accurate Than Boat-Based Surveys of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*). *Drones* 6(4): 1–14. <https://doi.org/10.3390/drones6040082>
- Flach, L. (2015).** Estimativa de parâmetros populacionais, área de vida, mortalidade e interações da atividade pesqueira sobre a população de botos- cinza (*Sotalia guianensis*) (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) na Baía de Sepetiba (RJ). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 153pp.
- Flores, P.A.C. & Da Silva, V.M.F. (2009).** Tucuxi and Guiana Dolphin: *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis* pp. 1188–1192. In: Perrin, W.F., B. Würsig, & J.G.M. Thewissen (Eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, London.
- Flores, P.A.C.C., V.M.F.F. Silva & D.C. Fettuccia (2018).** Tucuxi and Guiana Dolphins: *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis* pp. 1024–1027. In: Würsig, B., J.G.M. Thewissen, & K.M. Kovacs (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals (Third Edition)*. Academic Press, 1190pp.
- Friedlaender, A.S., E.L. Hazen, J.A. Goldbogen, A.K. Stimpert, J. Calambokidis & B.L. Southall (2016).** Prey- mediated behavioral responses of feeding blue whales in controlled sound exposure experiments. *Ecological Applications* 26(4): 1075–1085. <https://doi.org/10.1002/15-0783>
- Guimerà, R., B. Uzzi, J. Spiro & L.A. Nunes Amaral (2005).** Sociology: Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance. *Science* 308(5722): 697–702. <https://doi.org/10.1126/science.1106340>
- Hastie, G.D., B. Wilson, L.J. Wilson, K.M. Parsons & P.M. Thompson (2004).** Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: Hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. *Marine Biology* 144(2): 397–403. <https://doi.org/10.1007/s00227-003-1195-4>
- Hauser-Davis, R.A., L. Figueiredo, L. Lemos, J.F. Moura, R.C.C. Rocha, T. Saint’Pierre, ... Siciliano, S. (2020).** Subcellular Cadmium, Lead and Mercury Compartmentalization in Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*) From Southeastern Brazil. *Frontiers in Marine Science* 7(December): 1–8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.584195>
- Huntington, H.P. (2000).** Using Traditional Ecological Knowledge in Science: Methods and Applications. *Ecological Applications* 10(5): 1270–1274. <https://doi.org/10.2307/2641282>
- ICMBio (2018).** Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção p. 492p. ICMBio/MMA, Brasília.
- Ikeda, H., M. Komaba, K. Komaba, A. Matsuya, A. Kawakubo & F. Nakahara (2018).** Social object play between captive bottlenose and Risso’s dolphins. *PLOS ONE* 13(5): e0196658. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196658>
- Izidoro, F.B.F.B. & Y. Le Pendu (2012).** Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*, Cetacea, Delphinidae) play at Porto de Ilhéus harbor, Bahia, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 7(1): 27 – 36.
- Karniski, C., E.M. Patterson, E. Krzyszczyk, V. Foroughirad, M.A. Stanton & J.**

- Mann (2015).** A comparison of survey and focal follow methods for estimating individual activity budgets of cetaceans. *Marine Mammal Science* 31(3): 839–852. <https://doi.org/10.1111/mms.12198>
- Khan, A., J.W. Goodell, M.K. Hassan & A. Paltrinieri (2022).** A bibliometric review of finance bibliometric papers. *Finance Research Letters* 47: 102520. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102520>
- Lehner, P.N. (1998).** *Handbook of ethological methods*. Choice Reviews Online Second. Cambridge University Press, 540pp.
- Lewinsohn, T.M. & P.I. Prado (2005).** Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade* 1(1): 36 – 42.
- Louzada, C.N. (2013).** How do Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*), from the Cananéia estuary in State of São Paulo, use cerco-fixe fish traps in their fishing activities? *Revista de Etologia* 12(1): 18–24. <https://doi.org/10.22491/etologia.v12n1-2.art3>
- Maciel, I.S., G. Maricato, L. Marqui, D. Anibolet, T. Belderrain, L.D. Figueiredo, ... & R.H. Tardin (2023).** 20 years of research on the Guiana dolphin population of Sepetiba Bay, southeastern Brazil: What has changed? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 33(9): 940 – 954. <https://doi.org/10.1002/aqc.3985>
- Mann, J. (1999).** Behavioral sampling methods for cetaceans: A review and critique. *Marine Mammal Science* 15(1): 102–122. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.1999.tb00784.x>
- Mello, A.B., J.M.B. Molina, M. Kajin, M.C.O. Santos (2019).** Abundance Estimates of Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*; Van Bénédén, 1864) Inhabiting an Estuarine System in Southeastern Brazil. *Aquatic Mammals* 45(1): 56–65. <https://doi.org/10.1578/AM.45.1.2019.56>
- Merton, R.K. (1968).** The Matthew Effect in Science. *American Association for the Advancement of Science* 159(3810): 56–63. <https://doi.org/10.1073/pnas.1719557115>
- Miller, L., G. Vicino, J. Sheftel & L. Lauderdale (2020).** Behavioral Diversity as a Potential Indicator of Positive Animal Welfare. *Animals* 10(7): 1211. <https://doi.org/10.3390/ani10071211>
- Miller, L.J., L.K. Lauderdale, J.L. Bryant, J.D. Mellen, M.T. Walsh & D.A. Granger (2021).** Behavioral diversity as a potential positive indicator of animal welfare in bottlenose dolphins. *PLoS ONE* 16(8): 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253113>
- Monteiro-Filho, E.L.A. (1991).** Comportamento de caça e repertório sonoro do golfinho *Sotalia brasiliensis* (Cetacea: Delphinidae) na região de Cananéia, estado de São Paulo. Universidade Estadual de Campinas, 99pp.
- Monteiro, M.S., A. Souto, L.F. Nascimento & E.L.A. Monteiro-Filho (1992).** Pesca associada entre golfinhos e aves marinhas. *Revista Brasileira de Zoologia* 9(1–2): 29–37. <https://doi.org/10.1590/s0101-81751992000100005>
- Moura, E.G. & K.R. Camargo Junior (2017).** A crise no financiamento da pesquisa

e pós-graduação no Brasil. *Cadernos de Saude Publica* 33(4): 4–6.
<https://doi.org/10.1590/0102-311X00052917>

- Moura, J.F., R.A. Hauser-Davis, L. Lemos, R. Emin-Lima & S. Siciliano (2014).** Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) as marine ecosystem sentinels: Ecotoxicology and emerging diseases. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 228: 1–29. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01619-1_1
- Nowacek, D.P., F. Christiansen, L. Bejder, J.A. Goldbogen & A.S. Friedlaender (2016).** Studying cetacean behaviour: new technological approaches and conservation applications. *Animal Behaviour* 120: 235–244.
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.07.019>
- Otoni, F.P., R.M. Hughes, A.M. Katz, F.S. Rangel-Pereira, P.H.N. Bragança, R. Fernandes, ... & J.L. Rodrigues-Filho (2021).** Brazilian mangroves at risk. *Biota Neotropica* 21(2). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2020-1172>
- Pierry, J.C., M.E. Morete, E.L.A. Monteiro-Filho & C.R. Teixeira (2024).** Guiana dolphins use mangrove margins as a natural barrier to chase fish prey. *Ethology* 130(1): e13411. <https://doi.org/10.1111/eth.13411>
- Pierry, J.C., M.B.S. Novelli, C.N. Louzada & E.L.A. Monteiro-Filho (2024).** Rings of Power: evidence of mud ring feeding performed by Guiana dolphins. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 104(e69): 1–6.
<https://doi.org/10.1017/S002531542400078X>
- Pinheiro, L. & M. Cremer (2003).** Etnoecologia e captura accidental de golfinhos (Cetacea: Pontoporidae e Delphinidae) na Baía da Babitonga, Santa Catarina. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 8: 69–75.
- Queiroz, R.E.M. & R.G. Ferreira (2009).** Sampling interval for measurements of estuarine dolphins' (*Sotalia guianensis*) behaviour. *Marine Biodiversity Records* 2: 1–5. <https://doi.org/10.1017/s1755267209000700>
- Redfern, J. V, M.C. Ferguson, E.A. Becker, K.D. Hyrenbach, C. Good, J. Barlow, ... & F. Werner (2006).** Techniques for cetacean – habitat modeling. *Marine Ecology Progress Series* 310: 271–295.
- Santos, M.C.O. (2010).** Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) displaying beach hunting behavior in the Cananéia Estuary, Brazil: social context and conservation issues. *Brazilian Journal of Oceanography* 58: 143–152.
- Sargeant, B.L., A.J. Wirsing, M.R. Heithaus & J. Mann (2006).** Can environmental heterogeneity explain individual foraging variation in wild bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.)? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61(5): 679–688.
<https://doi.org/10.1007/s00265-006-0296-8>
- Secchi, E., M.C.O. Santos & R. Reeves. (2018).** *Sotalia guianensis*, Guiana dolphin. *The IUCN Red List of Threatened Species* 8235: e.T181359A50386256.; <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T181359A144232542.en>
- Shane, S.H. (1990).** Behavior and Ecology of the Bottlenose Dolphin at Sanibel Island, Florida pp. 245–265. In: Leatherwood, S. & R.R. Reeves (eds.). *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego.

- Silva, B.C., A.S. Souto & E.L. Azevêdo (2024).** Interactions between cetaceans (suborder Odontoceti) and artisanal fishing in Brazil: an ethnoecological approach. *Ethnobiology and Conservation* 13(15): 1–51. <https://doi.org/10.15451/EC2024-05-13.15-1-28>
- Silva, V.M.F. & R.C. Best (1996).** Freshwater dolphin/fisheries interaction in the Central Amazon (Brazil). *Amazoniana* 14(1–2): 165–175.
- Soriano Jimenez, A.I., M. Drago, D. Vinyoles & C. Maté (2021).** Play Behavior in Two Captive Bottlenose Dolphin Calves (*Tursiops truncatus*): Ethogram, Ontogeny, and Individual Differences. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 24(3): 292–320. <https://doi.org/10.1080/10888705.2021.1902811>
- Souza, S.P. & A. Begossi (2007).** Whales, dolphins or fishes? The ethnotaxonomy of cetaceans in São Sebastião, Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3: 1–15. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-3-9>
- Tardin, R.H., M.P. Pinto, M.A.S. Alves & S.M. Simão (2014).** Behavioral event occurrence differs between behavioral states in *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla: Delphinidae) dolphins: A multivariate approach. *Zoologia* 31(1): 1–7. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702014000100001>
- Tardin, R.H.O., M.A. Espécie, M.F. Nery, F.T. D'Azeredo, & S.M. Simão (2011).** Coordinated feeding tactics of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia* 28(3): 291 – 296. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702011000300002>
- Tardin, R.H., I.S. Maciel, M.A. Espécie, G. Melo-Santos, S.M. Simão & M.A.S. Alves (2020).** Modelling habitat use by the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in south-eastern Brazil: Effects of environmental and anthropogenic variables, and the adequacy of current management measures. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 30(4): 775–786. <https://doi.org/10.1002/aqc.3290>
- Zaak Saraiva, I., N.S.M.N. Oliveira & C.F.M. Morejon (2020).** Impactos das Políticas de Quarentena da Pandemia Covid-19, Sars-Cov-2, sobre a CT&I Brasileira: prospectando cenários pós-crise epidêmica. *Cadernos de Prospecção* 13(2): 378. <https://doi.org/10.9771/cp.v13i2.36066>
- Zappes, C.A., A. Andriolo, F.O. Silva & E.L.A. Monteiro-Filho (2009).** Potential conflicts between fishermen and *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Brazil. *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 9: 208–214. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1040020>
- Zappes, C.A., A. Andriolo, P.C. Simões-Lopes & A.P.M. Di Beditto (2011).** 'Human-dolphin (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) cooperative fishery' and its influence on cast net fishing activities in Barra de Imbé/Tramandaí, Southern Brazil. *Ocean and Coastal Management* 54(5): 427–432. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.02.003>
- Zappes, C.A., R.M. Gama, C. Domit, C.E.N. Gatts & A.P.M. Di Beditto (2016).** Artisanal fishing and the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in Southern Brazil: Ethnoecology from the fishing practice. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 98(4): 867–877.

<https://doi.org/10.1017/S0025315416001788>

Zappes, C.A., E.L.A. Monteiro-Filho, F. Oliveira & A. Andriolo (2010). O comportamento do boto-cinza *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea; Delphinidae) através do olhar dos pescadores artesanais. *Revista de Etologia* 9(1): 17–28. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Zappes, C.A., L.C.P. Sá Alves, C.V. Silva, A.F. Azevedo, A.P.M. Di Benedetto & A. Andriolo (2013). Accidents between artisanal fisheries and cetaceans on the Brazilian coast and Central Amazon: Proposals for integrated management. *Ocean & Coastal Management* 85: 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.09.004>

SUPPLEMENTARY MATERIAL

Table 1. List of documents included in the systematic literature review.

Authors	Title	Year	Periodical	DOI	Type
Marcos C de Oliveira Santos	Guiana dolphins (<i>Sotalia guianensis</i>) displaying beach hunting behavior in the Cananéia Estuary, Brazil: Social context and conservation issues	2010	Brazilian Journal of Oceanography	10.1590/s1679-87592010000200005	Article
Urania A Santos, Martin R Alvarez, Ana C Schilling, Gil M R Strenzel, Yvonnick Le Pendu	Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin <i>Sotalia guianensis</i> (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in pontal bay, Ilhéus, Bahia, Brazil	2010	Biota Neotropica	10.1590/S1676-06032010000200007	Article
Camilah A Zappes, Emygdio L A Monteiro-Filho, Fernando Oliveira, Artur Andriolo	O comportamento do boto-cinza <i>Sotalia guianensis</i> (van Bénédén, 1864) (Cetacea; Delphinidae) através do olhar dos pescadores artesanais	2010	Revista de Etologia	-	Article
Mariana F Nery, Sheila M Simao, Tereza Pereira	Ecology and behavior of the estuarine dolphin, <i>Sotalia guianensis</i> (Cetacea: Delphinidae) in Sepetiba Bay, South-eastern Brazil	2010	Journal of Ecology and the Natural Environment	-	Article
Renata Emin-Lima, Leiliany N Moura, Angelica L F Rodrigues, Maria L Silva	Group size and behavior of Guiana Dolphins (<i>Sotalia guianensis</i>) (Cetacea: Delphinidae) in Marapanim Bay, Pará, Brazil	2010	Latin American Journal of Aquatic Research	10.5597/lajam00165	Short communication
Rodrigo H Tardin, Mariana Especie, Mariana F Nery, Felipe T D'Azeredo, Sheila M Simao	Coordinated feeding tactics of the Guiana dolphin, <i>Sotalia guianensis</i> (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil	2011	Zoologia	10.1590/S1984-46702011000300002	Article
Martha E B Costa, Yvonnick Le Pendu, Eraldo M Costa Neto	Behaviour of <i>Sotalia guianensis</i> (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) and ethnoecological knowledge of artisanal fishermen from Canavieiras, Bahia, Brazil	2012	Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine	10.1186/1746-4269-8-18	Article

Flavia B Izidoro, Yvonnick Le Pendu	Estuarine dolphins (<i>Sotalia guianensis</i> , Cetacea, Delphinidae) play at Porto de Ilhéus harbor, Bahia, Brazil	2012	Pan-American Journal of Aquatic Sciences	-	Article
T Casagrande, Vitor O Lunardi, Diana G Lunardi	Lateralized behavior in Guiana dolphins, <i>Sotalia guianensis</i> , at Pipa Beach, RN, Brazil	2013	Brazilian Journal of Biology	10.1590/S1519-69842013000100025	Article
Diana G Lunardi, Renata G Ferreira	Group composition influences on behavioral sequence patterns of the Guiana dolphin <i>Sotalia guianensis</i>	2013	Journal of Ethology	10.1007/s10164-012-0347-8	Article
Laura J May-Collado	Guyana dolphins (<i>Sotalia guianensis</i>) from Costa Rica emit whistles that vary with surface behaviors	2013	Journal of the Acoustical Society of America	10.1121/1.4818938	Article
Elaine C da S Oliveira, Rodrigo H Tardin, Fabiana R Poletto, Sheila M Simao	Coordinated feeding behavior of the guiana dolphin, <i>Sotalia guianensis</i> (Cetacea: Delphinidae), in southeastern Brazil: A comparison between populations	2013	Zoologia	10.1590/S1984-46702013005000013	Article
Rodrigo H Tardin, Mariana Espécie, Liliane Lodi, Sheila M Simao	Parental care behavior in the Guiana dolphin, <i>Sotalia guianensis</i> (cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, southeastern Brazil	2013	Zoologia	10.1590/S1984-46702013000100002	Article
Rodrigo H Tardin, Carine Galvao, Mariana Espécie, Sheila M Simao	Group structure of Guiana dolphins, <i>Sotalia guianensis</i> (Cetacea, Delphinidae) in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, southeastern Brazil	2013	Latin American Journal of Aquatic Research	10.3856/vol41-issue2-fulltext-10	Article
Caio N Louzada	How do Guiana dolphin (<i>Sotalia guianensis</i>), from the Cananéia estuary in State of São Paulo, use cerco-fixe fish traps in their fishing activities?	2013	Revista de Etologia	-	Article
Caio N Louzada, Ana P S Maistro, Emygdio L A Monteiro-Filho	Play it again: The use of video records in behavioural studies with small cetaceans	2014	Acta Ethologica	10.1007/s10211-013-0164-2	Short communication
Diana G Lunardi, Renata G Ferreira	Fission-fusion dynamics of Guiana dolphin (<i>Sotalia guianensis</i>) groups at Pipa Bay, Rio Grande do Norte, Brazil	2014	Marine Mammal Science	10.1111/mms.12121	Article
Rodrigo H Tardin, Miriam P Pinto, Maria Alice S Alves, Sheila M Simao	Behavioral event occurrence differs between behavioral states in <i>Sotalia guianensis</i> (Cetartiodactyla:	2014	Zoologia	10.1590/S1984-46702014000100001	Article

	Delphinidae) dolphins: A multivariate approach				
Flavia B Izidoro, Yvonnick Le Pendu	Rostrum contact behaviors by the Guiana Dolphin (<i>Sotalia guianensis</i>) in Ilhéus, Brazil	2016	Aquatic Mammals	10.1578/AM.42.2.2016.203	Short communication
Maira F Manzan, Priscila F M Lopes	The behavior of the estuarine dolphin (<i>Sotalia guianensis</i> , van Bénédén, 1864) according to fishermen from different fishing environments	2016	Ocean and Coastal Management	10.1016/j.ocecoaman.2016.06.011	Article
Carolina A Bonin, Eric A Lewallen, Andre J Van Wijnen, Marta J Cremer, Paulo C Simoes-Lopes	Habitat preference and behaviour of the Guiana dolphin (<i>Sotalia guianensis</i>) in a well-preserved estuary off Southern Brazil	2017	Pakistan Journal of Zoology	10.17582/journal.pjz/2017.49.6.2235.2242	Article
Marcela Marega-Imamura, Gustavo H Carvalho, Yvonnick Le Pendu, Patricia S da Silva, Alexandre Schiavetti	Behavioral responses of <i>Sotalia guianensis</i> (Cetartiodactyla, delphinidae) to boat approaches in Northeast Brazil	2018	Latin American Journal of Aquatic Research	10.3856/vol46-issue2-fulltext-3	Article
Clarissa R Teixeira, Caio N Louzada, Andreas L S Meyer, Emygdio L A Monteiro-Filho	Variation in Guiana dolphin parental care according to calf age class	2018	Acta Ethologica	10.1007/s10211-018-0289-4	Article
Ninive Espinoza-Rodriguez, Kareen De Turris-Morales, Takahiro Shimada, Hector Barrios-Garrido	Guiana Dolphin (<i>Sotalia guianensis</i>) in the southern Gulf of Venezuela: Seasonal distribution, group size, and habitat use	2019	Regional Studies in Marine Science	10.1016/j.rsma.2019.100874	Article
Carlos H M S Filgueira, Camilah A Zappes, Marcelo D Vidal, Jorge L S Nunes	Traditional knowledge of artisanal Fishers and <i>Sotalia guianensis</i> (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in the Extractive Reserve Baía do Tubarão (Brazilian Amazon coast)	2021	Ocean and Coastal Management	10.1016/j.ocecoaman.2021.105700	Article
Stephane P G de Moura, Mauricio Cantor, Matt K Broadhurst, Camila Domit	Environmental and behavioral factors influencing individual variation in spatial use by Guiana dolphins (<i>Sotalia guianensis</i>)	2021	Journal of Mammalogy	10.1093/jmammal/gyab056	Article
Ana Ribeiro-Campos, Karina S Pereira, Carlos E P Quintana, Mariana Barbosa, Carolina P Dias, Juliana A Briao, Carlos V C Santos,	Habitat use by the Guiana dolphin (<i>Sotalia guianensis</i>) (Cetartiodactyla: Delphinidae) in southeastern Brazil	2021	Regional Studies in Marine Science	10.1016/j.rsma.2021.101778	Article

Caroline Castro, Harison S Pedreira, Rafael R Carvalho, Elitieri Santos-Neto, Lis Bittencourt, Tatiana L Bisi, Jose Lailson-Brito, Alexandre F Azevedo						
Julia C Pierry, Leonardo L Wedekin, Paulo A C Flores, Marcos R Rossi-Santos, Fabio G Daura-Jorge	Escape response of Guiana dolphins to bottlenose dolphin playback	2023	Journal of Experimental Marine Biology and Ecology	10.1016/j.jembe.2023.151925	Article	
Julia C Pierry, Maria E Morete, Emygdio L A Monteiro-Filho, Clarissa R Teixeira	Guiana dolphins use mangrove margins as a natural barrier to chase fish prey	2024	Ethology	10.1111/eth.13411	Short communication	
Julia C Pierry, Mariane B S Novelli, Caio N Louzada, Emygdio L A Monteiro-Filho	Rings of power: evidence of mud ring feeding performed by Guiana dolphins	2024	Journal of The Marine Biological Association of The United Kingdom	10.1017/S002531542400078X	Article	

CAPÍTULO 3 – ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DO BOTO-CINZA, *Sotalia guianensis*, E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA ZONA PORTUÁRIA DE SÃO LUÍS, LITORAL AMAZÔNICO MARANHENSE

RESUMO

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é um cetáceo costeiro distribuído ao longo do litoral atlântico da América do Sul, desde Honduras até Santa Catarina. Apesar de sua plasticidade comportamental, a espécie é altamente sensível a alterações ambientais e à intensificação de pressões antrópicas, especialmente em ambientes costeiros, onde a sobreposição com atividades humanas pode afetar sua ecologia e comportamento. A Baía de São Marcos, no litoral amazônico maranhense, destaca-se como uma das maiores áreas estuarinas do Brasil, abrigando intensa atividade portuária e apresentando elevada complexidade ambiental, com significativa variação de maré, temperatura e salinidade. No entanto, a região carece de diversos estudos para avaliar a influência das variáveis ambientais sobre a distribuição, uso de habitat e comportamento do boto-cinza. Este estudo teve como objetivo identificar se as variáveis ambientais, como salinidade, temperatura, pH e profundidade, exercem influência sobre os comportamentos exibidos pelo boto-cinza na zona portuária de São Luís. Para tanto, foram analisados dados provenientes do Programa de Monitoramento de Cetáceos do Terminal Marítimo Ponta da Madeira, coletados entre 2021 e 2023. O esforço amostral consistiu em 87 dias de monitoramento embarcado, totalizando 706 horas, com observações sistemáticas baseadas em censos visuais e registro de variáveis ambientais *in situ*. Os comportamentos dos botos foram classificados em deslocamento, alimentação/forrageio, socialização, atividades aéreas, brincadeira, descanso e cuidado parental, além de eventos comportamentais específicos. Os resultados revelaram que o deslocamento foi o comportamento predominante, seguido por alimentação/forrageio, enquanto os demais comportamentos foram pouco frequentes. A maioria das atividades comportamentais ocorreu no período da manhã, e a diversidade de comportamentos foi ligeiramente superior na estação chuvosa em comparação à seca. A análise de correlação de Spearman indicou que o pH apresentou uma correlação negativa moderada com a quantidade de comportamentos registrados, enquanto a temperatura exibiu correlação negativa fraca, porém significativa. Salinidade e profundidade não demonstraram influência significativa nas condições amostradas. A análise de componentes principais (PCA) evidenciou que a salinidade contribuiu, em menor escala, para a diversidade comportamental, especialmente em áreas de profundidade mediana. Diante disso, conclui-se que na zona portuária de São Luís, o comportamento do boto-cinza é influenciado de maneira limitada pelas variáveis ambientais analisadas, sendo possivelmente mais impactado pela presença de atividades antrópicas intensas. Por fim, faz-se necessária a ampliação de variáveis analisadas, sobretudo aquelas relacionadas diretamente com as presas, por exemplo a clorofila, de modo a subsidiar estratégias de manejo e conservação mais eficazes para a espécie em ambientes costeiros impactados.

Palavras-chave: Impactos antrópicos, terminal portuário, cetáceo, atividade comportamental.

Introdução

O boto-cinza, *Sotalia guianensis*, (van Bénédén, 1864), é um pequeno cetáceo costeiro e estuarino amplamente distribuído ao longo do Oceano Atlântico Oriental, de Honduras, na América Central, ao norte de Santa Catarina, no Brasil (BATISTA et al., 2014; SILVA; BEST, 1996). Ele é considerado um importante indicador da saúde dos ecossistemas aquáticos devido suas características como sentinela ambiental, além de sua intensa sobreposição com áreas de atividade humana (DE MOURA et al., 2021; LOBO et al., 2021; MOURA et al., 2014). Essa espécie tem preferência por ambientes rasos, com salinidade intermediária a elevada e proximidade de fontes alimentares, além de apresentar hábitos gregários e plasticidade comportamental, ocupando principalmente regiões costeiras, estuarinas e baías protegidas (ARAUJO et al., 2007; BONIN et al., 2017). Devido essas características, o boto-cinza está exposto a múltiplas ameaças, especialmente em zonas portuárias e regiões de intensa atividade antrópica (FERRO DE GODOY; ANDRIOLO; DE FATIMA FILLA, 2015; RIBEIRO-CAMPOS et al., 2021).

Diversas pesquisas têm destacado o papel das variáveis ambientais, como salinidade, profundidade, temperatura da água e pH, na determinação dos padrões de distribuição espacial e comportamental do boto-cinza (LOBO et al., 2021; TARDIN et al., 2020). Estudos realizados em baías, estuários e regiões costeiras sugerem que a disponibilidade de recursos, as características topográficas do fundo e as oscilações de fatores físico-químicos influenciam diretamente a ocorrência, o tamanho dos grupos e as estratégias de alimentação da espécie (BONIN et al., 2017; DE MOURA et al., 2021). Entretanto, a magnitude e a direção dessas influências podem variar em função do contexto local, do grau de heterogeneidade ambiental e da presença de perturbações antropogênicas (ESPINOZA-RODRIGUEZ et al., 2019).

A crescente expansão de atividades portuárias, o aumento do tráfego de embarcações e a intensificação da poluição em ambientes costeiros brasileiros têm gerado preocupações quanto ao impacto dessas pressões sobre as populações de boto-cinza, especialmente em áreas como a Baía de São Marcos, no litoral amazônico maranhense (MOURA; PIVARI; PAGLIANI, 2019; PIVARI; PAGLIANI; DE MOURA, 2020). A zona portuária de São Luís representa um ambiente de elevada importância econômica, mas também de alto risco ecológico, visto que a sobreposição entre o habitat do boto-cinza e as operações portuárias pode afetar as dinâmicas

comportamentais, a estrutura dos grupos e a sobrevivência da espécie (FERREIRA, 2021; MAREGA-IMAMURA et al., 2018; PIVARI; PAGLIANI; DE MOURA, 2020). Além disso, a complexidade ambiental da região, marcada por grande amplitude de marés, variações sazonais de precipitação e múltiplos gradientes físico-químicos, reforça a necessidade de estudos locais para compreender como esses fatores interagem e influenciam o comportamento do boto-cinza (AZEVEDO; FEITOSA; KOENING, 2008; CAVALCANTI et al., 2018).

No entanto, apesar do crescente número de pesquisas sobre a ecologia e o uso do habitat por *S. guianensis*, ainda são relativamente escassos os estudos que abordam de forma integrada a influência das variáveis ambientais sobre o comportamento da espécie em ambientes portuários, sobretudo no litoral Norte do Brasil. A maior parte da literatura disponível concentra-se nas regiões Sudeste e Sul (BONIN et al., 2017; TARDIN et al., 2020), havendo uma lacuna de informações sobre populações estabelecidas em áreas de intensa atividade portuária e sob influência direta de fatores ambientais dinâmicos, como é o caso da Baía de São Marcos (FERREIRA, 2021; PIVARI; PAGLIANI; DE MOURA, 2020). Em avaliação recente, a IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza) classificou *S. guianensis* como “Quase Ameaçada” (NT) (SECCHI; SANTOS; REEVES, 2018). No Brasil, o boto-cinza é protegido de forma integral pela legislação, estando proibida sua captura, transporte e qualquer atividade de beneficiamento e comercialização (ICMBio, 2018) devido sua classificação nacional como espécie “Vulnerável” (VU) (BRASIL, 2022).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo identificar se a sazonalidade, período do dia e as variáveis ambientais (salinidade, temperatura, pH e profundidade) exercem influência sobre os comportamentos realizados pelo boto-cinza na zona portuária de São Luís, litoral amazônico maranhense.

Material e Métodos

Área de estudo

Os dados foram coletados na Baía de São Marcos (2°28'S; 44°21'W), situada no litoral maranhense. Esse litoral apresenta elevadas variações de maré com amplitude de até 7,1 metros e variação média de 3,4 metros (FURTADO, 2007). Essa região é marcada por período seco e chuvoso, com temperaturas superiores a 27 °C e pluviosidade média anual de 1719 mm (MONTELES; FUNO; CASTRO, 2010). As

correntes de maré atingem até 1,0 m.s-1 de velocidade e a direção predominante dos ventos é de Leste-Nordeste, podendo chegar a 30 nós (ALCÂNTARA e SANTOS, 2005).

A Baía de São Marcos é a maior baía estuarina da costa Nordeste do Brasil, com aproximadamente 23.600 km² (RIOS, 2001), sendo delimitada a oeste pelo município de Alcântara, ao sul pela foz do rio Mearim e a leste pela Ilha de São Luís (DHN, 2013). Esta baía apresenta elevada importância comercial devido as instalações portuárias responsáveis pelo escoamento de grande parte da produção e atividades de deslocamento da população para a região da baixada maranhense (RBRH, 2007) (Fig. 1).

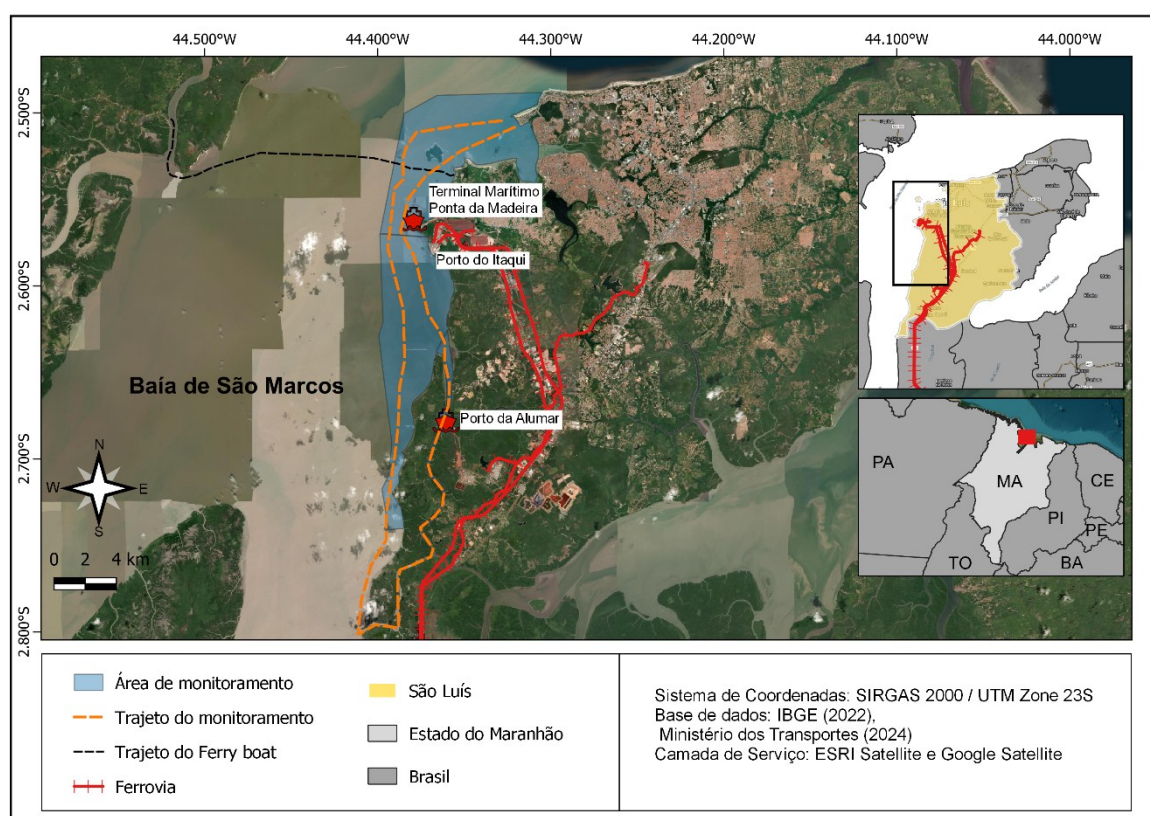


Figura 1 –Área de estudo no Complexo Portuário de São Luís, Baía de São Marcos, São Luís, Maranhão.

O complexo portuária de São Luís é composto pelo porto público do Itaqui e os terminais de uso privado da Alumar e Vale S/A. Esses empreendimentos são responsáveis pelo escoamento da alumina (Alumar), minério de ferro (Vale) e da produção de grãos (Itaqui) de todo o estado do Maranhão, bem como da região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) (FERREIRA, 2021).

Coleta de dados

Os dados foram obtidos por meio da plataforma Fala.BR, mediante pedido de acesso à informação direcionado ao órgão licenciador, sob o protocolo nº 19813068/2024-DIC/OUV. Esse processo resultou na obtenção dos relatórios técnicos referentes ao período de 2019 a 2023, registrados no sistema eletrônico de informações sob os números 19919516 e 19920687. Por se tratar de dados de interesse público e sem restrição de acesso, conforme disposto na Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011), as informações contidas nesses relatórios foram compiladas para realização das análises pertinentes à presente pesquisa. Essas informações fazem parte dos Relatórios Técnicos no âmbito do Programa de Monitoramento de Cetáceos do Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM), administrado pela empresa Vale S/A. Esse monitoramento é realizado em cumprimento à condicionante nº 13 da Licença de Operação nº 107/2013, emitida pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA).

A amostragem foi realizada por meio da busca ativa de indivíduos/grupos de *S. guianensis*, utilizando a técnica de censo visual. Vale ressaltar que o grupo é qualquer agregação contendo um ou mais indivíduos, independente das classes de idade. A coleta de dados ocorreu das 7:00 às 16:00h, de forma trimestral, totalizando quatro campanhas por ano. Considerou-se período da manhã das 7:00 às 11:00; e período da tarde das 12:00 às 16h. A embarcação percorreu transectos lineares, paralelos à costa e ao longo da região portuária, em velocidade de cruzeiro 3 nós (5,5 km/h). Com o auxílio de binóculos, dois observadores de bordo permaneceram posicionados na proa da embarcação, cada um cobrindo um ângulo de 90° de avistamento e realizando varreduras em busca de grupos, em intervalos de dois minutos (CREMER, 2007).

Os pesquisadores utilizaram os métodos *Ad Libitum* e Grupo Focal em conjunto (ALTMANN, 1974) a fim de contabilizar o máximo de informações comportamentais realizadas pelos indivíduos e grupos de *S. guianensis*. O método *ad libitum* captura todos os comportamentos realizados pelos indivíduos ou grupos, de acordo com o interesse do pesquisador. O método grupo focal, porém, registra os comportamentos de um grupo específico durante um período predefinido. Este último método foi o mais utilizado para amostragem comportamental com os cetáceos em decorrência das dificuldades de observação desse grupo.

Assim que avistados, os animais foram acompanhados pela embarcação em baixa velocidade e evitando a aproximação dos indivíduos, por um período inferior a 50 minutos, com o intuito de minimizar os impactos da presença dos observadores. Foram coletadas as variáveis ambientais como temperatura da água, salinidade e pH com o auxílio da sonda multiparâmetro. Registrou-se também o número de indivíduos, coordenada geográfica, profundidade do local, hora de avistamento e a composição etária do grupo (filhotes, juvenis e adultos). A composição etária dos espécimes foi estimada de forma visual de acordo com o tamanho e coloração do espécime. Desse modo, adotou-se a definição de Geise, Gomes e Cerqueira (1999), na qual os indivíduos filhotes tem uma coloração mais rosada, medindo até $\frac{1}{4}$ do tamanho de um adulto, e juvenis medem cerca de $\frac{3}{4}$ do comprimento total de um adulto.

Análise de dados

Os comportamentos realizados por *S. guianensis* foram organizados em seis estados comportamentais: Forrageio, atividade aérea, descanso, deslocamento, socialização e cuidado parental. Eles foram utilizados para analisar a frequência dos comportamentos em relação ao tempo de observação dos grupos. Os eventos comportamentais foram quantificados por meio da frequência de ocorrência, a fim de avaliar possíveis padrões entre o período do dia (manhã e tarde) e as estações do ano (chuvosa e seca). Além disso, realizou-se o teste do qui-quadrado de Pearson, seguido do cálculo do coeficiente V de Cramer, para verificar a existência e a intensidade de diferenças entre os eventos comportamentais observados em função do período do dia e da sazonalidade.

As variáveis ambientais pH, temperatura (°C), salinidade (ppt) e profundidade (m) foram comparadas com a quantidade de comportamentos realizados por *S. guianensis* por meio da Análise de Componentes Principais (PCA). As variáveis foram previamente padronizadas (média zero e desvio padrão igual a um) e os dois primeiros componentes (PC1 e PC2) foram utilizados para explicar a variância dos dados. Além disso, aplicou-se uma correlação de Spearman entre a abundância dos comportamentos de *S. guianensis* e as variáveis ambientais. Os gráficos foram elaborados e editados com os pacotes “ggplot2” (Wickham, 2016), “scales” (Wickham, 2023) e “patchwork” (Pedersen, 2024) e a correlação de Cramer pelas funções “chisq.test” e “cramersV” (pacote *lsr*), por meio do software Rstudio (versão 2024.09.0 Build 375).

Resultados

Os dados utilizados foram referentes aos monitoramentos realizados entre os anos de 2021 e 2023. Durante esse período, foram registrados 87 dias de monitoramento embarcado, totalizando 706 horas de esforço amostral, das quais 25 horas e 39 minutos corresponderam à observação efetiva de indivíduos de *S. guianensis*. Ao todo, foram registrados 97 grupos, totalizando 268 indivíduos ($\pm 2,7$), dos quais 86,9% eram adultos, 10% juvenis e apenas 2,9% filhotes.

Comportamentos de *S. guianensis*

O principal estado comportamental realizado por *S. guianensis* foi o deslocamento ($n = 76$; 54,68%), seguido por socialização ($n = 23$; 16,55%) e alimentação/forrageio ($n = 18$; 12,95%). Os demais comportamentos de descanso ($n = 9$; 6,47%), atividades aéreas ($n = 7$; 5,04%) e cuidado parental ($n = 6$; 4,32%) foram bem menos representativos nessa amostragem (Fig. 2).

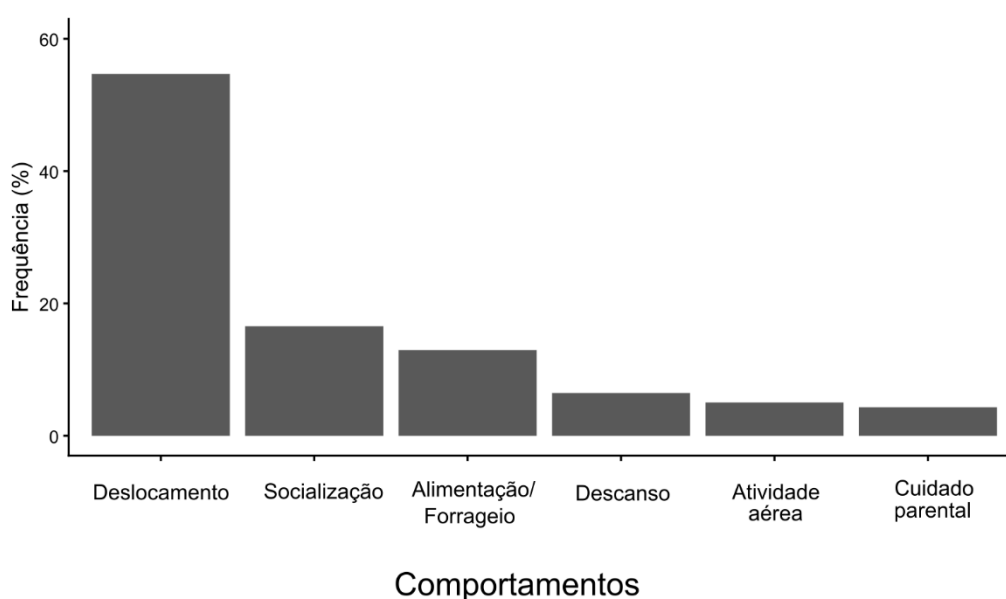


Figura 2 – Frequência relativa das categorias comportamentais exibidos por *S. guianensis* na zona portuária de São Luís.

Além dos estados foram descritos 17 eventos comportamentais realizados por *S. guianensis* durante as campanhas de 2021 a 2023. Destes, os mais observados foram aumento do tempo de mergulho ($n = 27$; 14,44%), fuga ($n = 27$; 14,44%), deslocamento lento ($n = 26$; 13,37%), deslocamento médio ($n = 22$; 12,3%) e indiferença ($n = 21$; 11,23%). Em contrapartida, os comportamentos menos frequentes

foram aumento do comportamento aéreo ($n= 2$; 1,07%), exposição de peitoral ($n= 2$; 1,07%), aumento tempo de inalação ($n= 1$; 0,46%), exposição de nadadeira ($n= 1$; 0,53%) e golpe com nadadeira ($n= 1$; 0,53%).

Ao realizar uma análise sobre a realização dos comportamentos em cada período do dia, manhã e tarde (Fig. 3A), e durante as estações do ano, chuvosa e seca (Fig. 3B), foi possível observar que houve variação na abundância dos comportamentos. Durante o período da manhã foram observados 69,1% ($n= 148$) dos comportamentos, sobretudo deslocamento lento ($n= 21$), aumento do tempo de mergulho ($n= 20$), indiferença ($n= 16$) e fuga ($n= 18$). O teste do qui-quadrado não indicou diferença significativa na distribuição dos comportamentos entre os períodos da manhã e da tarde ($X^2 = 10,55$; $p= 0,83$) e o coeficiente V de Cramer apontou uma associação fraca entre as variáveis (0,237), ou seja, o padrão comportamental foi semelhante nos dois períodos do dia.

Os comportamentos foram separados entre estação chuvosa e seca, de modo que os comportamentos observados não apresentaram grande variação, com 54,2% ($n= 116$) dos comportamentos realizados na estação chuvosa e 45,7% ($n= 98$) na seca. Os principais comportamentos realizados na estação chuvosa foram deslocamento lento ($n= 16$) e rápido ($n= 10$), fuga ($n= 12$), aumento tempo de mergulho ($n= 11$) e indiferença ($n= 10$). Enquanto na estação seca os comportamentos de saltos, golpes com a cabeça e nadadeira caudal sequer foram registrados. O teste do qui-quadrado indicou diferença significativa na frequência dos comportamentos entre as estações chuvosa e seca ($X^2 = 30,74$; $p= 0,014$), enquanto o coeficiente V de Cramer demonstrou associação moderada entre as estações e os comportamentos (0,405), evidenciando que o padrão comportamental de *S. guianensis* varia entre as estações.

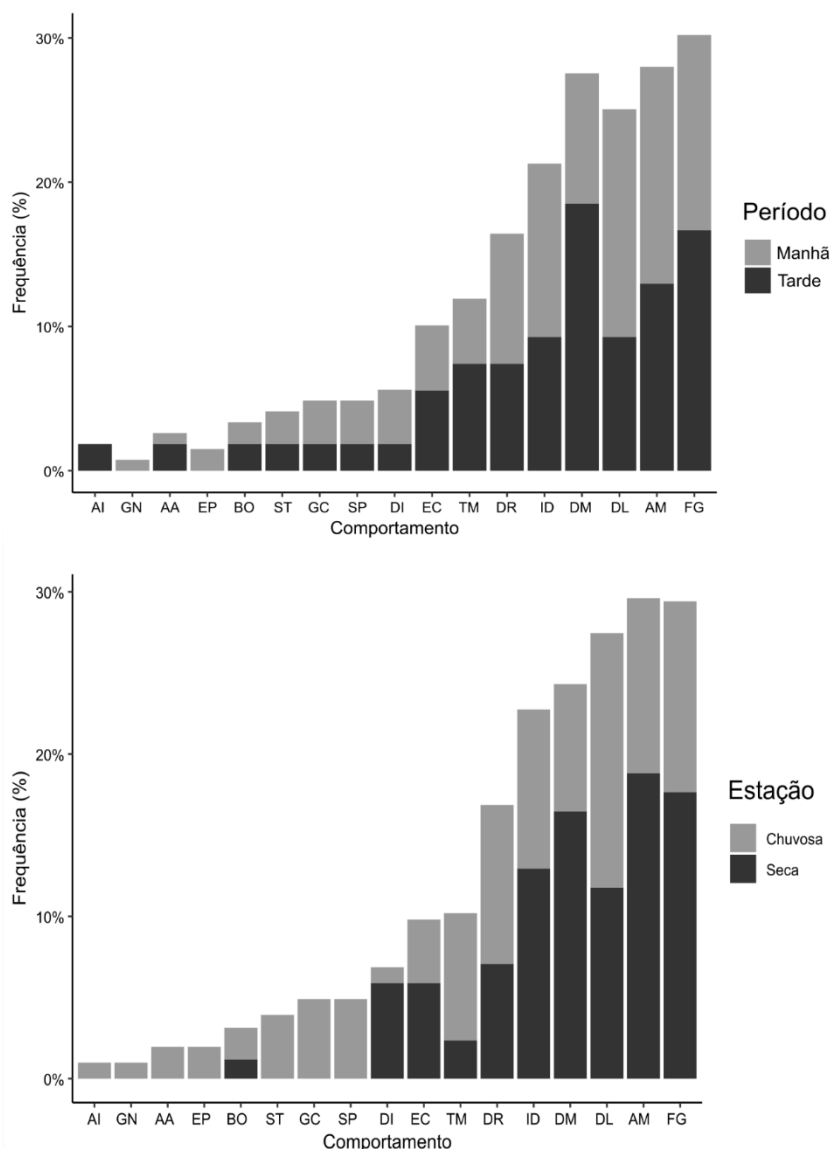


Figura 3 – Frequência relativa dos comportamentos exibidos por *S. guianensis* na zona portuária de São Luís, de acordo com o período do dia (A) e a estação do ano (B). Aumento tempo de inalação (AI), Golpe com nadadeira (GN), Aumento comportamento aéreo (AA), Exposição peitoral (EP), Borrifo (BO), Salto total (ST), Golpe com a cabeça (GC), Salto parcial (SP), Diminuição tempo de inalação (DI), Exposição caudal (EC), Diminuição tempo de mergulho (TM), Deslocamento rápido (DR), Indiferença (ID), Deslocamento médio (DM), Deslocamento lento (DL), Aumento tempo de mergulho (AM) e Fuga (FG).

Variáveis ambientais e os comportamentos de *S. guianensis*

As variáveis ambientais de temperatura e pH apresentaram baixa variação ao longo do período analisado. A temperatura oscilou entre 28,0 °C e 30,5 °C, com média de 29,08 °C ($\pm 0,54$), enquanto o pH variou de 6,8 a 8,9, com média de 7,93 ($\pm 0,51$). Em contraste, as variáveis profundidade e salinidade demonstraram maior

variabilidade: a profundidade variou entre 4 e 45 metros (média de 19,5 m $\pm$ 10,37), e a salinidade entre 14,9 e 37,5 partes por mil (ppt), com média de 28,17 ($\pm$ 5,32) (Fig. 4).

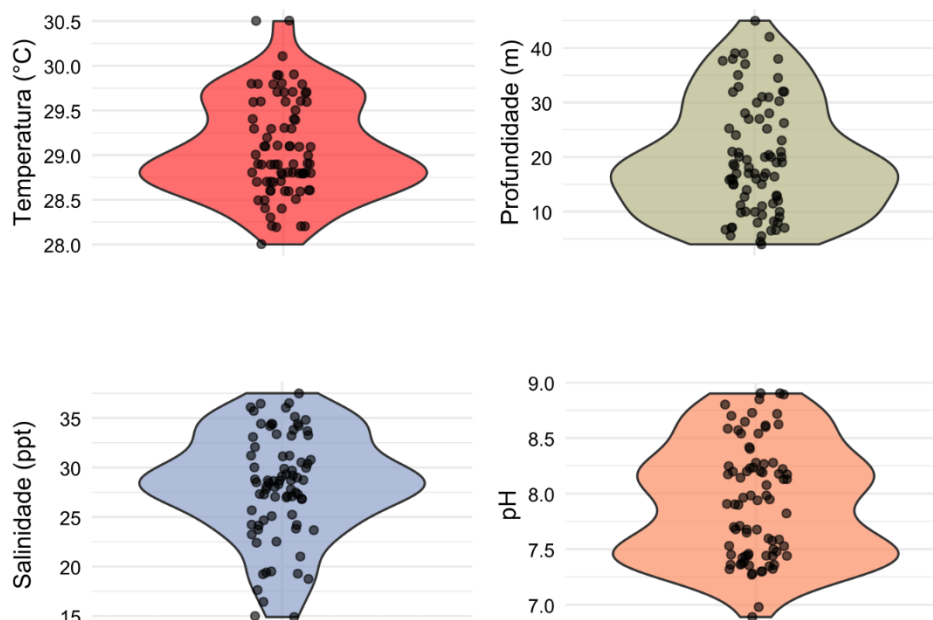


Figura 4 – Variáveis ambientais coletadas durante as campanhas de 2021 a 2023 durante o avistamento de *S. guianensis* na zona portuária de São Luís.

A análise de correlação de Spearman entre o número de comportamentos exibidos e as variáveis ambientais revelou que o pH apresentou a relação mais expressiva, com uma correlação negativa moderada ($\rho = -0,35$; $p < 0,001$), indicando que valores mais elevados de pH tendem a estar associados a uma menor atividade comportamental. A temperatura também demonstrou uma correlação negativa fraca, porém significativa ($\rho = -0,22$; $p = 0,03$). Por outro lado, salinidade e profundidade não apresentaram correlações significativas, sugerindo uma influência limitada dessas variáveis, nas condições amostradas, sobre os comportamentos observados.

Análise de componentes principais – PCA

O primeiro componente principal (PC1) explicou 39,2% da variância dos dados, enquanto o segundo componente (PC2) explicou 25%, totalizando 64,2% da variância explicada pelos dois primeiros eixos. No eixo PC1, a variável salinidade apresentou maior contribuição, representando um gradiente positivo associado ao aumento da

quantidade de comportamentos registrados. Em contrapartida, o pH teve menor influência e apresentou carga negativa nesse componente. No PC2, a profundidade foi a variável com maior carga negativa, enquanto a temperatura da superfície da água apresentou orientação quase ortogonal em relação à profundidade, indicando fraca correlação entre essas duas variáveis (Fig. 5).

A direção dos vetores também sugere que o pH possui pouca correlação com a salinidade, mas possível correlação negativa com a profundidade. De modo geral, temperatura e profundidade mostraram-se praticamente independentes dentro deste conjunto de dados. A distribuição dos pontos na PCA sugere que indivíduos de *S. guianensis* apresentaram maior diversidade de comportamentos sob condições de alta salinidade e em áreas de profundidade mediana.

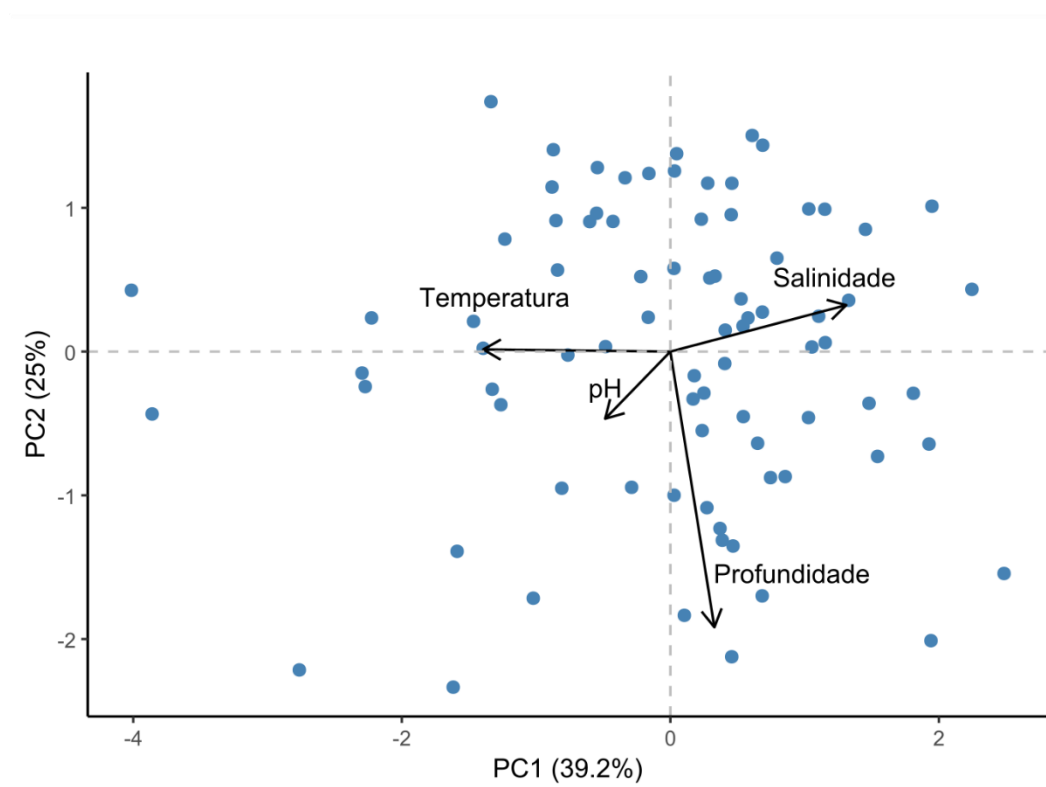


Figura 5 - Análise de componentes principais (PCA) entre as variáveis ambientais salinidade (ppt), temperatura (°C), profundidade (m) e pH em relação a quantidade de comportamentos exibidos por *S. guianensis* na zona portuária de São Luís, MA.

Discussão

Os resultados deste estudo indicam que na zona portuária de São Luís a espécie *S. guianensis* apresenta um repertório comportamental variado, porém existe uma predominância do comportamento de deslocamento, seguido por

alimentação/forrageio, enquanto comportamentos como socialização, atividades aéreas, brincadeira, cuidado parental e descanso foram menos frequentes, as quais podem ter sido influenciadas pelo método de amostragem ou esforço de observação. Além disso, a predominância do comportamento de deslocamento pode estar relacionada as características próprias da área portuária, que impõe desafios e dinâmicas específicas ao uso do habitat, limitando a realização de outros comportamentos pelo boto-cinza (PIVARI et al., 2020).

Ao analisar a influência das variáveis ambientais sobre os comportamentos, observou-se que a maioria das atividades comportamentais ocorreu durante o período matutino, especialmente aquelas de maior gasto energético, como deslocamento e saltos, além de atividades ligadas ao cuidado parental. Este padrão sugere uma possível otimização das condições ambientais e da disponibilidade de presas ao longo do dia, fenômeno já relatado em outras populações de *S. guianensis* (BONIN et al., 2017; GUILHERME-SILVEIRA; DE LIMA SILVA, 2008). Além disso, a literatura destaca que atividades aéreas podem estar associadas não apenas a brincadeiras e socialização, mas também a estratégias de forrageio, auxiliando na dispersão dos cardumes e facilitando a captura das presas (CREMER; SIMÕES-LOPES; PIRES, 2009; TARDIN et al., 2014).

No que se refere à sazonalidade, os resultados apontam para uma discreta predominância da diversidade comportamental durante a estação chuvosa, embora sem grandes variações em relação à estação seca. Durante o período chuvoso, foram observados comportamentos mais diversos, incluindo maior deslocamento, possivelmente em busca de áreas com cardumes de peixes. Por outro lado, na estação seca houve aumento de comportamentos de fuga e diminuição do tempo de inalação, com menor ocorrência de atividades aéreas. Padrões semelhantes de sazonalidade, embora não necessariamente ligados apenas à precipitação, já foram relatados para o litoral do Rio Grande do Norte. Os autores identificaram aumento nos comportamentos de socialização e alimentação durante o período chuvoso na região (junho a novembro), possivelmente devido ao aumento na quantidade de alimento disponível no ambiente (GUILHERME-SILVEIRA; DE LIMA SILVA, 2008).

A análise estatística das variáveis ambientais revelou que o pH apresentou correlação negativa moderada com a atividade comportamental, enquanto a temperatura exibiu correlação negativa fraca, porém significativa. Porém, salinidade e

profundidade não apresentaram correlações significativas com o número de comportamentos registrados. A análise de componentes principais (PCA) indicou que a salinidade contribuiu de forma mais expressiva para a variação comportamental, especialmente em áreas de profundidade mediana, enquanto pH e temperatura apresentaram influência mais limitada.

Estes achados divergem parcialmente de estudos realizados em outros contextos ambientais, nos quais a salinidade e a profundidade foram apontadas como fatores determinantes para a ocorrência e uso de habitat por *S. guianensis* (FERRO DE GODOY; ANDRIOLO; DE FATIMA FILLA, 2015; LOBO et al., 2021; RIBEIRO-CAMPOS et al., 2021; TARDIN et al., 2020). Por exemplo, Godoy et al. (2015) e Ribeiro-Campos et al. (2021) demonstraram a preferência dos botos-cinza por áreas mais salinas e profundas, enquanto Lobo et al. (2021) e Tardin et al. (2020) destacaram a importância de variáveis ambientais como salinidade, profundidade e temperatura na definição do nicho ecológico da espécie. No entanto, a ausência de correlação significativa entre salinidade, profundidade e o número de comportamentos no presente estudo pode estar relacionada à relativa homogeneidade dessas variáveis durante o período amostrado, bem como à predominância de comportamentos de deslocamento em resposta ao ambiente portuário.

Estudos realizados em ambientes mais protegidos ou menos impactados por atividades humanas, como Bonin et al. (2017) e Moura et al. (2021), observaram que a heterogeneidade do habitat, profundidade e disponibilidade de recursos alimentares desempenham papel crucial na distribuição espacial e nas estratégias comportamentais do boto-cinza. No presente estudo, embora a salinidade tenha se destacado na PCA, a influência das variáveis ambientais sobre a quantidade de comportamento exibidos foi, em geral, limitada, possivelmente devido à interferência de fatores antrópicos intensamente presentes na zona portuária de São Luís. A presença constante de embarcações, ruído subaquático, poluição e outras atividades portuárias pode restringir o repertório comportamental dos botos-cinza ou induzir uma maior frequência de comportamentos de deslocamento e fuga, como observado em outros ambientes impactados (ARAUJO et al., 2007; MAREGA-IMAMURA et al., 2018; SANTOS; SCHIAVETTI; ALVAREZ, 2013).

No presente estudo, a correlação negativa entre pH e quantidade de atividades comportamentais, ainda que moderada, pode refletir adaptações fisiológicas e

comportamentais da espécie para lidar com variações químicas locais, porém carece de investigação mais aprofundada para elucidar possíveis mecanismos ecológicos subjacentes, ou características ambientais locais. Da mesma forma, a salinidade, apesar de sua importância reconhecida em outros contextos apresentou influência limitada sobre o comportamento na área estudada, o que pode indicar resiliência comportamental ou preferência por determinados micro-habitats dentro da zona portuária (FERRO DE GODOY; ANDRIOLO; DE FATIMA FILLA, 2015; LOBO et al., 2021).

De modo geral, os resultados sugerem que, na zona portuária de São Luís, o comportamento do boto-cinza não é influenciado diretamente pelas variáveis ambientais analisadas, estando possivelmente sujeito a fatores relacionados à presença e intensidade das atividades humanas (TARDIN et al., 2014). Este padrão reforça a necessidade de estratégias de conservação e manejo que considerem não apenas os atributos físico-químicos do ambiente, mas também as pressões antrópicas locais, conforme recomendado em estudos prévios (BONIN et al., 2017; MOURA et al., 2021; TARDIN et al., 2020).

Conclusão

Os resultados deste estudo indicam que, na zona portuária de São Luís, o comportamento do boto-cinza é modulado de maneira sutil pelas variáveis ambientais analisadas, com destaque para a correlação negativa entre pH e atividade comportamental. Salinidade e profundidade, embora reconhecidas em outros contextos como fatores relevantes para a espécie, apresentaram influência limitada sobre o número de comportamentos registrados neste ambiente portuário, possivelmente em função da homogeneidade dessas variáveis ou da predominância de deslocamento como comportamento observado.

A forte presença de atividades antrópicas na região, especialmente o intenso tráfego de embarcações e operações portuárias, pode contribuir para um repertório comportamental mais restrito, favorecendo comportamentos de deslocamento e fuga em detrimento de atividades sociais e alimentares mais complexas. Esse padrão reforça a importância de considerar o contexto de impacto humano na avaliação ecológica e comportamental de cetáceos costeiros, uma vez que pressões antrópicas podem suplantam ou mascarar a influência de fatores ambientais naturais.

Recomenda-se que futuras pesquisas ampliem o escopo de variáveis ambientais analisadas, adotem metodologias de observação complementares e considerem a influência de fatores biológicos e antrópicos adicionais. Essas abordagens poderão fornecer uma compreensão mais abrangente sobre a ecologia comportamental do boto-cinza em ambientes costeiros impactados, subsidiando estratégias mais eficazes de manejo e conservação da espécie.

Referências

- ALCÂNTARA, E. H.; SANTOS, M. C. F. V. Mapeamento de Áreas de Sensibilidade Ambiental ao Derrame de Óleo na Região Portuária do Itaqui, São Luís, MA-Brasil. **Anais XII Simpósio Brasileiro de sensoriamento remoto, Goiânia, Brasil, INPE**, p. 3605-3617, 2005.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Animal Behaviour**, v. 49, n. 3, p. 227–266, 1974.
- ARAUJO, J. P. et al. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Beneden) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOLOGIA**, v. 24, n. 4, p. 1122–1130, 2007.
- AZEVEDO, A. C. G. DE; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 870–877, 2008.
- BATISTA, R. L. G. et al. Site fidelity and habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in the estuary of the Paraguaçu River, northeastern Brazil. **North-Western Journal of Zoology**, v. 10, n. 1, p. 93–100, 2014.
- BONIN, C. A. et al. Habitat preference and behaviour of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in a well-preserved estuary off Southern Brazil. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 49, n. 6, p. 2235–2242, dez. 2017.
- BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Portaria MMA nº 148, de 07 de junho de 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf>. Acesso em: 25 de julho de 2022.
- CAVALCANTI, L. F. et al. Structure of microphytoplankton community and environmental variables in a macrotidal estuarine complex, São Marcos bay, Maranhão-Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 66, n. 3, p. 283–300, 2018.
- CREMER, M. J.; SIMÕES-LOPES, P. C.; PIRES, J. S. R. 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**, v. 52, n. 3, p. 765–774, 2009.
- DE MOURA, S. P. G. S. P. G. et al. Environmental and behavioral factors influencing individual variation in spatial use by Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*). **Journal of Mammalogy**, v. 102, n. 4, p. 1009–1019, 11 ago. 2021.
- ESPINOZA-RODRIGUEZ, N. et al. Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) in the

southern Gulf of Venezuela: Seasonal distribution, group size, and habitat use. **Regional Studies in Marine Science**, v. 32, p. 100874, nov. 2019.

FERREIRA, A. J. DE A. O COMPLEXO PORTUÁRIO DE SÃO LUÍS DO MARANHÃO NA ECONOMIA CONTEMPORÂNEA: indicações para debate. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 7, n. 20, p. 01–25, 2021.

FERRO DE GODOY, D.; ANDRIOLO, A.; DE FATIMA FILLA, G. The influence of environmental variables on estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) spatial distribution and habitat used in the Estuarine Lagunar Complex of Cananéia, southeastern Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 106, p. 68–76, 2015.

FURTADO, J. G. C. **ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR METAIS PESADOS EM ÁGUA DO MAR NA BAÍA DE SÃO MARCOS: CORRELAÇÕES E NÍVEIS BACKGROUND**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, set. 2007.

GEISE, L.; GOMES, N.; CERQUEIRA, R. Behaviour, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) in the Cananéia estuary region, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 183-194, 1999.

GUILHERME-SILVEIRA, F. R.; DE LIMA SILVA, F. J. Behavioural seasonality of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis*, on the north-eastern Brazilian coast. **Marine Biodiversity Records**, v. 1, p. 1–5, 2008.

ICMBio. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio/MMA, 2018. 492p. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol1.pdf. Acesso em: 12 mai. 2022.

LOBO, A. D. J. et al. Potential distribution of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*): A coastal-estuarine and tropical habitat specialist. **Journal of Mammalogy**, v. 102, n. 1, p. 308–318, 2021.

MAREGA-IMAMURA, M. et al. Behavioral responses of *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla, Delphinidae) to boat approaches in northeast Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, n. 2, p. 268–279, 10 maio 2018.

MONTELES, J. S.; FUNO, I. C. DE A.; CASTRO, A. C. L. DE. Caracterização da pesca artesanal nos Municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz - Maranhão. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 23, p. 65–74, 2010.

MOURA, J. F. et al. Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) as marine ecosystem sentinels: Ecotoxicology and emerging diseases. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 228, 2014.

MOURA, J. F.; PIVARI, D.; PAGLIANI, B. Environmental factors related to group size and habitat use of Guiana dolphins from São Marcos Bay, Amazon coast. **Tropical Ecology**, v. 60, n. 3, p. 426–432, 2019.

PEDERSEN, T. `_patchwork: The Composer of Plots_`. R package version 1.3.0, 2024. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=patchwork>

PIVARI, D.; PAGLIANI, B.; DE MOURA, J. F. Preliminary Study on Occurrence and Ecological Aspects of *Sotalia guianensis* from an Estuarine Area, Northeast Coast of Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 46, n. 2, p. 124–130, 15 mar. 2020.

RIBEIRO-CAMPOS, A. et al. Habitat use by the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) (Cetartiodactyla: Delphinidae) in southeastern Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 44, p. 101778, maio 2021.

SANTOS, M. S.; SCHIAVETTI, A.; ALVAREZ, M. R. Surface patterns of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the presence of boats in Port of Malhado, Ilhéus, Bahia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 1, p. 80–88, 2013.

SECCHI, E.; SANTOS, M. C. O.; REEVES, R. *Sotalia guianensis*, Guiana dolphin. **The IUCN Red List of Threatened Species**, v. 8235, p. e.T181359A50386256, 2018.

SILVA, V. M. F.; BEST, R. C. Freshwater dolphin/fisheries interaction in the Central Amazon (Brazil). **Amazoniana**, v. 14, n. 1–2, p. 165–175, dez. 1996.

TARDIN, R. H. et al. Behavioral event occurrence differs between behavioral states in *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla: Delphinidae) dolphins: A multivariate approach. **Zoologia**, v. 31, n. 1, p. 1 – 7, 2014.

TARDIN, R. H. et al. Modelling habitat use by the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in south-eastern Brazil: Effects of environmental and anthropogenic variables, and the adequacy of current management measures. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 30, n. 4, p. 775–786, 2020.

WICKHAM, H.; PEDERSEN, T.; SEIDEL, D. `_scales: Scale Functions for Visualization_`. R package version 1.3.0, 2023. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=scales>

WICKHAM, H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016.

CAPÍTULO 4 – PADRÕES COMPORTAMENTAIS DO BOTO-CINZA, *Sotalia guianensis*, NO LITORAL MARANHENSE: INTEGRAÇÃO ENTRE CENSO VISUAL E CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL

RESUMO

O repertório comportamental do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é diversificado, sobretudo quanto aos comportamentos alimentares, os quais podem ser adaptados ao ambiente no qual a população está inserida. Tradicionalmente, os dados comportamentais são coletados por meio da metodologia de ponto-fixo e monitoramento embarcado. Todavia, as informações obtidas por meio do Conhecimento Ecológico Local (CEL) de pescadores artesanais representam uma fonte rápida e econômica de se obter os dados. Desse modo, o objetivo desta pesquisa foi identificar e quantificar os estados e eventos comportamentais exibidos por *S. guianensis*, bem como comparar os resultados obtidos por meio do censo visual e CEL, a fim de compreender possíveis divergências e complementariedades entre os métodos. Para avaliar possíveis diferenças no CEL entre os residentes da Reserva Extrativista e os do entorno, as respostas foram inicialmente analisadas de forma descritiva e, em seguida, aplicou-se uma PERMANOVA para testar diferenças nas abundâncias dos comportamentos relatados. Os resultados do censo visual, realizado entre 2021 e 2023, revelaram que os grupos de boto-cinza eram compostos, predominantemente, por dois a três indivíduos, sendo a maioria adultos. Foram registrados 20 eventos comportamentais organizados em sete estados, sendo deslocamento (54,67%) e socialização (16,54%) os mais frequentes. A observação dos grupos ocorreu, principalmente, no período da manhã, reforçando padrões de atividade diurna. Por outro lado, o CEL, obtido a partir de entrevistas com 119 pescadores, apontou para grupos formados por quatro a seis indivíduos e identificou 12 eventos, distribuídos em cinco estados comportamentais, sendo atividade aérea (30,63%) e alimentação/forrageio (29,19%) os mais relatados. A análise PERMANOVA indicou uma diferença estatisticamente significativa ($p = 0,012$), porém modesta ($R^2 = 0,032$), nos padrões de abundância dos estados comportamentais entre áreas protegidas e não protegidas. O NMDS evidenciou sobreposição dos comportamentos entre as áreas, porém o deslocamento, alimentação e atividades aéreas, apresentam associações diferenciadas conforme o contexto de proteção. O diagrama de cordas, por sua vez, demonstrou complementaridades e diferenças entre os métodos, com comportamentos relatados por ambas as fontes (saltos, deslocamento e alimentação) e outros exclusivos do censo visual (exposição de nadadeira, fuga) ou do CEL (pesca coordenada, cambalhota). Esses resultados reforçam a importância de integrar diferentes abordagens metodológicas para compreender melhor a ecologia comportamental do boto-cinza. A complementaridade entre o monitoramento científico e o saber tradicional das comunidades locais permite capturar uma gama mais ampla de comportamentos e contextos de ocorrência, fortalecendo as bases para estratégias de manejo participativo e conservação da espécie. Por fim, destaca-se o papel fundamental das comunidades tradicionais na produção e transmissão de conhecimento, bem como na promoção de ações efetivas para a proteção do boto-cinza e de seu habitat no litoral maranhense.

Introdução

A ecologia comportamental dos cetáceos está, por vezes, relacionada a sua alimentação, interações sociais e deslocamento para diferentes áreas de uso. Apesar de passarem a maior parte do tempo submersos, os cetáceos retornam à superfície regularmente para a respiração, desse modo, seus comportamentos na superfície nos fornecem uma compreensão limitada dos comportamentos realizados abaixo da superfície da água (HASTIE et al., 2004; REDFERN et al., 2006). Portanto, essa compreensão é importante para inferirmos sobre a utilização de determinadas áreas de forrageio, reprodução e descanso pelos cetáceos e assim fomentar estratégias de conservação de acordo com a realidade de cada população e ecossistemas (TARDIN et al., 2014).

O boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), é um pequeno cetáceo da família Delphinidae, cuja distribuição abrange o Atlântico Ocidental, desde Honduras, na América Central, até o norte do estado de Santa Catarina, no Brasil (BATISTA et al., 2014; SILVA; BEST, 1996). De acordo com Lobo et al. (2021), trata-se de uma espécie considerada especialista de habitat, apresentando uma distribuição geográfica potencial clinal, com predomínio em águas rasas e costeiras de regiões tropicais da plataforma continental do oeste do Atlântico. Sua ocorrência está associada a áreas de elevada produtividade, como baías, estuários e regiões próximas à costa, onde utiliza diferentes estratégias de alimentação, deslocamento e socialização para explorar os recursos disponíveis (BARRIOS-GARRIDO; TURRIS-MORALES; ESPINOZA-RODRIGUEZ, 2021; PIVARI; PAGLIANI; DE MOURA, 2020). Estudos indicam que o boto-cinza forma grupos predominantemente pequenos, com composição e tamanho variáveis de acordo com fatores ambientais e sociais, e apresenta padrões comportamentais que refletem tanto a dinâmica do ambiente quanto a influência de atividades humanas (BEIRÃO-CAMPOS et al., 2016; LUNARDI; FERREIRA, 2013; TARDIN et al., 2013).

O repertório comportamental do boto-cinza inclui atividades de alimentação/forrageio, deslocamento, socialização, brincadeiras, eventos aéreos e cuidado parental, todos já descritos em observações diretas e relatadas por pescadores artesanais (FILGUEIRA et al., 2021; NASCIMENTO et al., 2008; ZAPPES et al., 2010). A predominância de comportamentos relacionados à alimentação e socialização tem sido destacada em diversos contextos, com variações em frequência

e expressão influenciadas por sazonalidade, disponibilidade de alimento e estrutura do habitat (ARAUJO et al., 2007; ESPINOZA-RODRIGUEZ et al., 2019; GEISE; GOMES; CERQUEIRA, 1999). Além disso, a composição dos grupos e a ocorrência de comportamentos colaborativos, como a pesca coordenada e utilização de barreiras, evidenciam uma sofisticada organização social e adaptabilidade ao ambiente no qual as populações estão inseridas (MONTEIRO; SOUTO; NASCIMENTO, 2006; PIERRY et al., 2024).

Em locais de difícil acesso ou com condições que não favoreçam as pesquisas comportamentais tradicionais pode-se utilizar ferramentas etnográficas que auxiliam na complementação do conhecimento científico por meio do conhecimento tradicional das comunidades (HUNTINGTON, 2000). Estudos dessa natureza vêm sendo difundidos no Brasil desde o início dos anos 2000, com importantes pesquisas sobre o Conhecimento Ecológico Local - CEL (BEGOSSI; HANAZAKI; PERONI, 2000; HANAZAKI, 2003) em relação às populações de cetáceos (VIDAL et al., 2017; VIDAL; MOURA; MUNIZ, 2019; ZAPPES et al., 2011) e os comportamentos descritos pelos pescadores (MANZAN; LOPES, 2016; ZAPPES et al., 2010).

Assim como o estudo tradicional da ecologia, o CEL apresenta limitações relacionadas a compreensão dos entrevistados quanto as perguntas elaboradas, seja por uma falha de comunicação do entrevistador ou por não conhecer os temas abordados no questionário (RUDDLE; DAVIS, 2011). Tais limitações podem ser solucionadas mediante a associação entre as metodologias de pesquisas tradicionais e as ferramentas etnográficas (COSTA; LE PENDU; NETO, 2012). No entanto, comparações sistemáticas entre os comportamentos observados *in situ*, por meio de censo visual, e aqueles relatados pelas comunidades locais ainda são escassas. A análise conjunta de diferentes fontes de dados pode revelar padrões de complementaridade ou divergência, contribuindo para uma visão mais abrangente da dinâmica comportamental da espécie em ambientes sob diferentes pressões ambientais e antrópicas (BARRIOS-GARRIDO; TURRIS-MORALES; ESPINOZA-RODRIGUEZ, 2021).

Por fim, nas áreas sob influência portuária a espécie *S. guianensis* está ainda mais passível de diversos riscos, desde a contaminação por meio de substâncias químicas como alumínio, cádmio, chumbo e mercúrio (CARVALHO-NETA; TORRES; ABREU-SILVA, 2012) até colisões com embarcações (OLIVEIRA et al., 2013),

poluição sonora (BITTENCOURT et al., 2017) e conflitos com as intensas atividades de pesca artesanal no litoral maranhense (FILGUEIRA et al., 2025). Diante disso, o objetivo desta pesquisa é identificar e quantificar os estados e eventos comportamentais exibidos pelo boto-cinza no litoral maranhense, integrando dados provenientes de censo visual e do CEL, em uma Reserva Extrativista e na zona portuária de São Luís.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na RESEX Baía do Tubarão ($2^{\circ}26'S$; $43^{\circ}39'W$), uma área legalmente protegida, e na região da Baía de São Marcos ($2^{\circ}28'S$; $44^{\circ}21'W$), área sem proteção legal. Ambas as áreas estão localizadas no litoral maranhense, caracterizado por grandes variações de maré, que podem atingir até 7,1 metros, com uma variação média de 3,4 metros (FURTADO, 2007). A região apresenta uma sazonalidade marcada por períodos seco e chuvoso, temperaturas superiores a $27^{\circ}C$ e pluviosidade média anual de 1719 mm (MONTELES et al., 2010). As correntes de maré podem chegar a $1,0 \text{ m.s}^{-1}$, e os ventos predominantes sopram de Leste-Nordeste, atingindo intensidade máxima de 30 nós (ALCÂNTARA e SANTOS, 2005). O litoral maranhense destaca-se pela elevada diversidade, com manguezais, baías, reentrâncias e dunas. Nesse contexto, as unidades de conservação desempenham papel fundamental, sendo a RESEX uma importante modalidade para a proteção dos ambientes marinhos e a valorização da cultura das comunidades tradicionais (Fig. 1).

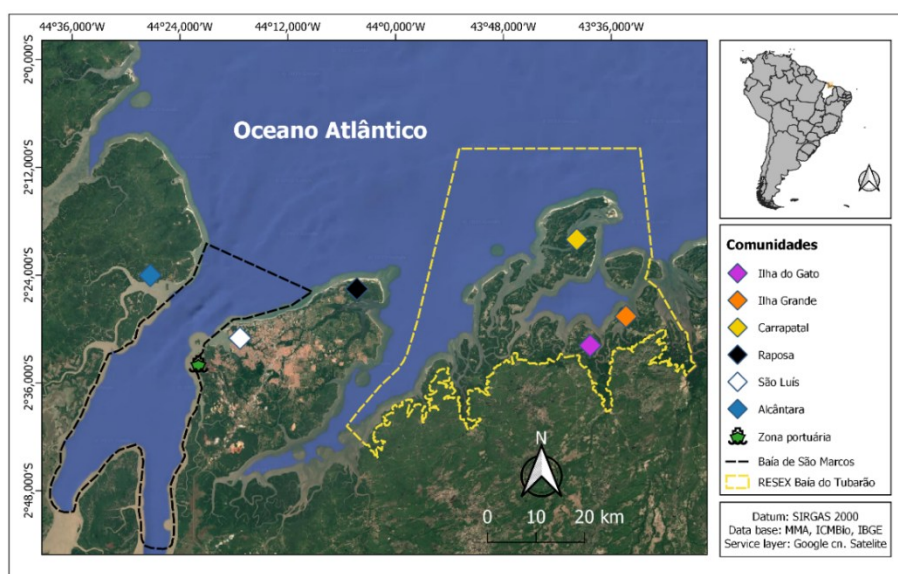


Figura 1 – Área de estudo na Baía de São Marcos e na RESEX Baía do Tubarão, Maranhão.

A RESEX Baía do Tubarão, criada pelo Decreto 9.340 de 5 de abril de 2018 (BRASIL, 2018), está situada a leste da Ilha de São Luís e abrange parte dos municípios de Icatu e Humberto de Campos, totalizando uma área aproximada de 223 mil hectares (SOARES, 2017). Em seu território, encontram-se 13 comunidades que vivem, principalmente, da pesca artesanal, coleta de mariscos, pequenas plantações e criação de animais para subsistência. A fauna e a flora da RESEX Baía do Tubarão são típicas do bioma marinho costeiro, caracterizado por mangues estuarinos e pelas reentrâncias maranhenses, abrigando espécies ameaçadas como o espadarte (*Pristis pristis*) e o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus manatus*) (FEITOSA et al., 2017; CONCEIÇÃO et al., 2020).

A Baía de São Marcos é a maior baía estuarina da costa Nordeste do Brasil, com aproximadamente 23.600 km² (RIOS, 2001), delimitada a oeste pelo município de Alcântara, ao sul pela foz do rio Mearim e a leste pela Ilha de São Luís (DHN, 2013). Ela detém grande importância comercial, abrigando instalações portuárias responsáveis pelo escoamento de grande parte da produção estadual, além de ser rota de deslocamento para a população da baixada maranhense (RBRH, 2007).

Coleta de dados

Dados etnográficos

A coleta de dados etnográficos foi realizada nas comunidades de Carrapatal (2°22.1'S, 43°40.5'W), Ilha Grande (2°28.5'S, 43°34.4'W) e Ilha do Gato (2°31.8'S, 43°38.4'W) pertencentes ao município de Humberto de Campos e a RESEX Baía do Tubarão; e nos municípios de São Luís (2°31.8'S, 44°18.5'W), Raposa (2°25'S, 44°06.1'W) e Alcântara (2°24.5'S, 44°25'W), situados na baía de São Marcos. Estes locais foram selecionados devido à melhor logística de acesso e a presença constante de pescadores artesanais.

Os dados foram coletados por meio da aplicação de questionários semiestruturados com questões abertas e fechadas. A seleção dos entrevistados seguiu os critérios: (i) exercer a atividade de pescador na área de estudo; (ii) ter mais de 18 anos; e (iii) estar disponível para participar da entrevista, concordando com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – (Material Suplementar 1). Para a seleção dos participantes, foi empregada a técnica bola de neve, na qual os pescadores entrevistados indicavam outros informantes experientes ao final de cada

entrevista, ampliando assim a rede de participantes (BAILEY, 1982). A fim de evitar possíveis vieses decorrentes desse processo, os pesquisadores também realizaram abordagens oportunistas com outros pescadores nas praias e ranchos de pesca, conforme recomendado por Zappes et al. (2016).

A primeira parte do questionário abordava aspectos socioeconômicos e informações sobre as atividades pesqueiras desenvolvidas na região, enquanto a segunda parte tratava da ecologia, do reconhecimento do boto-cinza e das interações entre os pescadores e a espécie. Durante as entrevistas, foi apresentada uma prancha fotográfico contendo 10 espécies de mamíferos aquáticos que ocorrem na costa do Maranhão (Material Suplementar 2). Os pescadores deveriam indicar qual das espécies reconheciam como boto-cinza e se identificavam outras espécies presentes na região. Além disso, foi apresentada uma prancha com 12 comportamentos realizados pelo boto-cinza no litoral do Rio Grande do Norte (Nascimento, 2006). Esses comportamentos foram indicados pelos próprios pescadores da região durante o campo piloto, realizado na etapa inicial da pesquisa (Material Suplementar 3).

A pesquisa foi autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Campos (CAAE 61284422.8.0000.5244) e por ser uma pesquisa envolvendo coleta de dados em Unidade de Conservação, também foi obtida autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBIO-ICMBio: 81349-2).

Dados ecológicos de S. guianensis

Os dados do censo visual foram obtidos por meio da plataforma Fala.BR, mediante pedido de acesso à informação direcionado ao órgão licenciador, sob o protocolo nº 19813068/2024-DIC/OUV. Esse processo resultou na obtenção dos relatórios técnicos referentes ao período de 2019 a 2023, registrados no sistema eletrônico de informações sob os números 19919516 e 19920687. Por se tratar de dados de interesse público e sem restrição de acesso, conforme disposto na Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011), as informações contidas nesses relatórios foram compiladas para realização das análises pertinentes à presente pesquisa.

A amostragem foi realizada nas proximidades do Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM) (2°33.5'S, 44°22.6'W), por meio da busca ativa de indivíduos/grupos de *S. guianensis*, utilizando a técnica de censo visual. Vale ressaltar que um grupo foi

considerado como qualquer agregação contendo um ou mais indivíduos, independente das classes de idade. A coleta de dados ocorreu das 7:00 às 16:00h, de forma trimestral, totalizando quatro campanhas por ano. Considerou-se período da manhã das 7:00 às 11:00; e período da tarde das 12:00 às 16h. A embarcação percorreu transectos lineares, paralelos à costa e ao longo da região portuária, em velocidade de cruzeiro 3 nós (5,5 km/h). Com o auxílio de binóculos, dois observadores de bordo permaneceram posicionados na proa da embarcação, cada um cobrindo um ângulo de 90° de avistamento e realizando varreduras em busca de grupos, em intervalos de dois minutos (CREMER, 2007).

Os pesquisadores utilizaram os métodos *Ad Libitum* e Grupo Focal em conjunto (ALTMANN, 1974) a fim de contabilizar o máximo de informações comportamentais realizadas pelos indivíduos e grupos de *S. guianensis*. O método *ad libitum* captura todos os comportamentos realizados pelos indivíduos ou grupos, de acordo com o interesse do pesquisador. O método grupo focal, porém, registra os comportamentos de um grupo específico durante um período predefinido. Este último método foi o mais utilizado para amostragem comportamental com os cetáceos em decorrência das dificuldades de observação desse grupo.

Assim que avistados, os animais foram acompanhados pela embarcação em baixa velocidade e evitando a aproximação dos indivíduos, por um período inferior a 50 minutos, com o intuito de minimizar os impactos da presença dos observadores. A cada encontro foi registrado as seguintes variáveis: hora, posição (GPS), tamanho do grupo, classe etária dos indivíduos (adultos, juvenis e filhotes), profundidade, temperatura, pH e salinidade da água.

Análise de dados

As informações socioeconômicas dos entrevistados foram utilizadas para caracterizar as amostras de cada comunidade e apresentar um perfil dos entrevistados. Além disso, os dados comportamentais relatados pelos entrevistados e obtidos pelo censo visual foram organizados em eventos e estados comportamentais, quantificados por meio da frequência relativa e organizados por localidade e sazonalidade.

Para comparar os padrões comportamentais do boto-cinza relatados pelos entrevistados entre os seis locais estudados, foi realizada uma análise de ordenação

por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), utilizando uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis construída a partir da frequência de relatos de cada comportamento por local. Os locais foram categorizados em dois grupos: dentro da Reserva Extrativista (DR) e fora da Reserva (FR). A significância das diferenças entre os grupos foi testada por meio de uma análise de variância permutacional (PERMANOVA). As análises foram conduzidas no software R, utilizando os pacotes *vegan* (OKSANEN et al., 2013) e *ggplot2* (WICKHAM; CHANG; WICKHAM, 2016).

O diagrama de cordas foi construído a partir dos dados comportamentais obtidos pelo censo visual e do CEL dos pescadores artesanais. Esse diagrama evidencia a distribuição e a frequência dos diferentes comportamentos atribuídos ao boto-cinza conforme a fonte de informação. A espessura das conexões (cordas) no diagrama representa a frequência relativa de cada comportamento por fonte. A construção e visualização foram realizadas no software RStudio (versão 2024.09.0 Build 375), utilizando os pacotes *circlize* (GU, 2014), *tidyr* (WICKHAM; VAUGHAN; GIRLICH, 2020) e *dplyr* (WICKHAM, et al., 2023).

Resultados

Perfil dos entrevistados

Foram entrevistados 119 pescadores artesanais, sendo 51 (42,86%) destes pertencentes as comunidades de dentro da RESEX Baía do Tubarão e outros 68 (57,14%) aos municípios de fora desta área protegida, na Baía de São Marcos. Todos os entrevistados foram do sexo masculino, com idade variando de 28 a 82 anos e média de 48,6 anos ($\pm 11,7$). A experiência de pesca variou de 12 a 70 anos e média de 36,1 anos ($\pm 12,2$).

Etnoconhecimento sobre *S. guianensis*

Ao serem questionados sobre o tamanho dos grupos de boto-cinza, os entrevistados informaram que podem ser de dois a 30 indivíduos, com média de 5,82 indivíduos ($\pm 3,35$), nenhum entrevistado informou ter encontrado indivíduos solitários. Dentro da RESEX a média dos tamanhos dos grupos foi de 6,14 indivíduos, com desvio padrão de 4,37, enquanto nas comunidades de fora a média foi de 5,58 indivíduos, com desvio padrão de 2,29. A maioria ($n = 21$; 30,88%) dos pescadores artesanais de fora da RESEX afirmaram que os grupos contêm geralmente seis indivíduos, enquanto os de dentro da RESEX relataram avistar grupos com quatro

indivíduos (n= 14; 27,45%). Ademais, os entrevistados de fora da RESEX informaram que o período mais propício para avistar essa espécie é de agosto a dezembro (n= 22; 32,35%), enquanto a maioria dos de dentro da RESEX não souberam informar o período (n= 20; 39,22%) ou disseram que os botos aparecem durante o ano todo (n= 13; 25,49%).

Os pescadores artesanais foram capazes de identificar todos os comportamentos apresentados na prancha de comportamento. Esses comportamentos foram distribuídos em cinco estados comportamentais para o boto-cinza, no litoral maranhense. Os estados comportamentais mais citados foram atividade aérea (n= 106; 30,63%) e alimentação/forrageio (n= 101; 29,19%), enquanto os eventos comportamentais mais relatados foram mergulho (n= 65; 18,78%) e ingestão de presa (n= 62; 17,91%) (Tabela 1).

Tabela 1 – Estados e eventos comportamentais relatados pelos pescadores artesanais nas comunidades dentro (DR) e fora (FR) da RESEX Baía do Tubarão.

Repertório comportamental	Área (N)		Área (%)	
	DR	FR	DR	FR
Estados				
Cuidado parental	5	1	3,26	0,51
Socialização	21	29	13,72	15,02
Deslocamento	39	44	25,49	22,79
Alimentação/Forrageio	51	50	33,33	25,90
Atividade aérea	37	69	24,18	35,75
Eventos				
Impulsão	5	1	3,26	0,51
<i>Porpoising</i>	5	1	3,26	0,51
Deslocamento rápido	2	10	1,30	5,18
Pesca coordenada	6	8	3,92	4,14
Periscópio	5	11	3,26	5,69
Cambalhota	4	13	2,61	6,73
Bote	9	16	5,88	8,29
Batida de cauda	16	18	10,45	9,32
Salto parcial	13	25	8,49	12,95
Salto total	20	31	13,07	16,06
Ingestão	36	26	23,52	13,47
Mergulho	32	33	20,91	17,09

Censo visual de *S. guianensis*

As coletas totalizaram um esforço de 87 dias de monitoramento embarcado, resultando em 706 horas de esforço amostral, das quais 25 horas e 39 minutos corresponderam à observação efetiva de grupos de *S. guianensis*. Ao todo, foram registrados 97 grupos, totalizando 268 indivíduos com média de 89 por ano ($\pm 4,1$), dos quais 86,9% eram adultos, 10% juvenis e 2,9% filhotes.

O censo visual realizado na Baía de São Marcos indicou que o tamanho dos grupos de *S. guianensis* variou de um a seis indivíduos, com a maioria dos grupos sendo compostos por dois ($n = 30$; 30,93%) e três indivíduos ($n = 23$; 23,71%). Os meses com maior quantidade de grupos avistados foram maio ($n = 26$; 26,8%) e agosto ($n = 18$; 18,56%), e o mês de abril apresentou menor quantidade de avistamentos com apenas seis grupos (6,19%).

A maioria dos grupos de *S. guianensis* foram observados no período da manhã ($n = 68$; 70,1%), entre 6h e 11h59, conseqüentemente a maior quantidade de comportamentos foi registrada no mesmo período ($n = 171$; 70,3%). Foram observados 20 eventos, organizados em sete estados comportamentais para a espécie. Os estados comportamentais mais frequentes foram deslocamento ($n = 76$; 54,67%) e socialização ($n = 23$; 16,54%), enquanto os eventos comportamentais foram aumento do tempo de mergulho ($n = 27$; 12,61%), fuga ($n = 27$; 12,61%) e deslocamento lento ($n = 26$; 12,15%) (Tabela 2).

Tabela 2 – Estados e eventos comportamentais observados por meio do monitoramento embarcado (censo visual) na Baía de São Marcos, São Luís, Maranhão.

Repertório comportamental	N	%
Estados		
Cuidado parental	6	4,31
Atividade aérea	7	5,03
Descanso	9	6,47
Alimentação/Forrageio	18	12,94
Socialização	23	16,54
Deslocamento	76	54,67
Eventos		
Aumento tempo de inalação	1	0,46
Exposição	1	0,46
Golpe da nadadeira	1	0,46
Aumento comportamento aéreo	2	0,93
Exposição peitoral	2	0,93

Borrifo	3	1,40
Salto total	4	1,86
Golpe com a cabeça	5	2,33
Salto parcial	5	2,33
Diminuição tempo de inalação	6	2,80
Exposição de caudal	8	3,73
Diminuição tempo de mergulho	10	4,67
Repouso	10	4,67
Deslocamento rápido	16	7,47
Alimentação	17	7,94
Indiferença	21	9,81
Deslocamento médio	22	10,28
Deslocamento lento	26	12,14
Aumento tempo de mergulho	27	12,61
Fuga	27	12,61

Análise comportamental de *S. guianensis* nas áreas monitoradas

A análise PERMANOVA indicou diferença estatisticamente significativa ($F = 3,88$; $p = 0,012$) nos padrões de abundância dos estados comportamentais do boto-cinza entre as áreas (DR e FR). Apesar do efeito reduzido ($R^2 = 0,032$), o resultado sugere que a área com proteção legal pode influenciar, ainda que de forma sutil, a frequência e distribuição dos estados comportamentais percebidos pelas comunidades locais.

O gráfico NMDS com vetores dos estados comportamentais evidencia que, embora haja considerável sobreposição entre áreas DR e FR, certos comportamentos, como deslocamento (DE), atividade aérea (AA), alimentação (AL) e socialização (SO), mostraram maior associação com diferentes direções do espaço de ordenação (Fig. 2). Isso indica que a abundância desses comportamentos contribui para a diferenciação entre as áreas analisadas, mesmo que a separação entre grupos não seja absoluta.

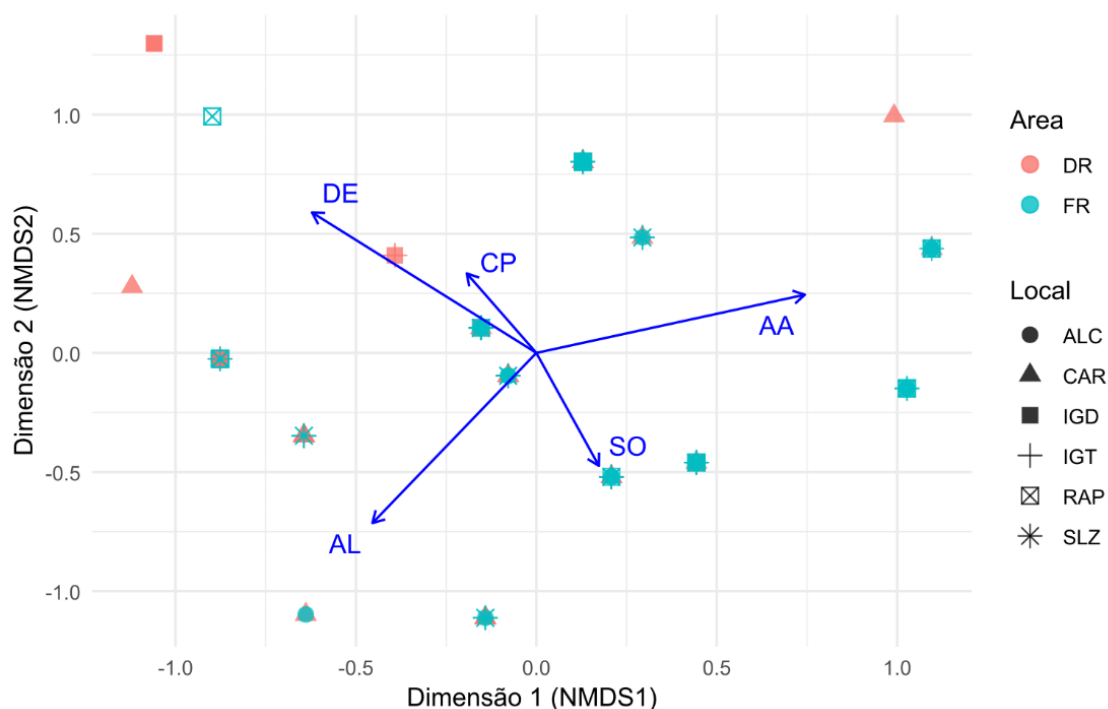


Figura 2 – Análise de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) dos estados comportamentais de *S. guianensis* relatados pelos pescadores artesanais, dentro e fora de ambiente legalmente protegido. Legenda: ALC – Alcântara; CAR – Carrapatal; IGD – Ilha Grande; IGT – Ilha do Gato; RAP – Raposa; SLZ – São Luís; DE – Deslocamento; CP – Cuidado parental; AL – Alimentação; SO – Socialização; AA – Atividades aéreas.

Diagrama de Cordas – Censo visual e CEL

A análise do diagrama de cordas revelou diferenças e complementaridades entre os padrões comportamentais do boto-cinza registrados pelo censo visual e aqueles relatados pelas comunidades locais por meio do CEL. Observou-se que alguns comportamentos, como alimentação (AL) e aumento do tempo de mergulho (AM), foram relatados por ambas as fontes, sugerindo consenso entre as metodologias e reforçando a robustez dessas observações. No entanto, outros comportamentos como indiferença (ID), fuga (FG), exposição de caudal (EC), golpe com a cabeça (GC), apresentaram registros predominantemente no censo visual, destacando a influência do método de coleta de dados sobre a percepção e o relato dos comportamentos da espécie. De modo semelhante, alguns comportamentos foram relatados apenas pelo CEL, tais como, pesca coordenada (PC), periscópio (PR), batida de cauda (BC), cambalhota (CB) e impulsão (IP) (Fig. 3).

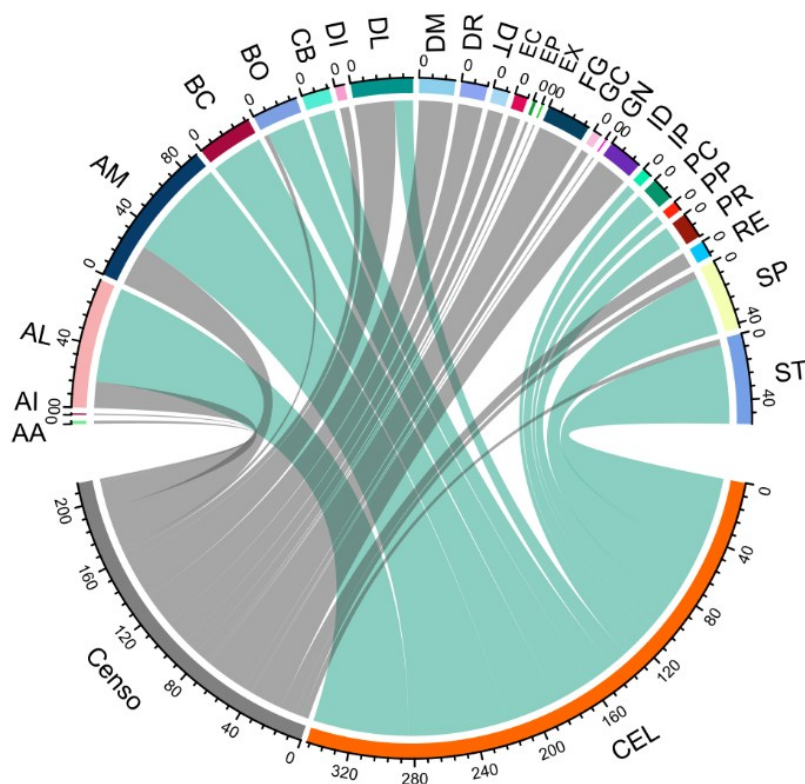


Figura 3 – Diagrama de cordas comparando os comportamentos citados pelos pescadores artesanais (CEL) com os comportamentos observados *in situ* (censo), no litoral maranhense. Legenda: AM – Aumento tempo de mergulho; FG – Fuga; DL – Deslocamento lento; DM – Deslocamento médio; ID – Indiferença; AL – Alimentação; DR – Deslocamento rápido; DT – Diminuição tempo de mergulho; RE – Repouso; EC – Exposição caudal; DI – Diminuição tempo de inalação; GC – Golpe com a cabeça; SP – Salto parcial; ST – Salto total; AA – Aumento comportamento aéreo; EP – Exposição peitoral; AI – Aumento tempo de inalação; EX – Exposição; GN – Golpe da nadadeira; PC – Pesca coordenada; PP – Porpoising; PR – Periscópio; BC – Batida de cauda; BO – Bote; CB – Cambalhota; IP – Impulsão.

Discussão

Os resultados deste estudo revelam que o boto-cinza (*S. guianensis*) apresenta um repertório comportamental diversificado no litoral maranhense, identificado pelo censo visual e relatado pelo Conhecimento Ecológico Local (CEL) dos pescadores artesanais. A integração dessas abordagens permitiu uma análise abrangente dos padrões comportamentais do boto-cinza, destacando pontos de convergência e divergência entre o que é observado *in situ* e os relatos das comunidades tradicionais.

Os tamanhos e a composição dos grupos de boto-cinza obtidos pelo censo visual e por meio do CEL se mantêm em consonância com a literatura, que aponta

predominância de grupos pequenos a moderados, com variações associadas à disponibilidade de recursos e condições ambientais (EMIN-LIMA et al., 2010; LUNARDI; FERREIRA, 2014). Observa-se ainda que a presença contínua da espécie ao longo do ano, sem grandes variações sazonais marcantes, reflete uma adaptação ecológica ao ambiente costeiro e estuarino do litoral maranhense, semelhante ao que foi relatado em outras regiões do Brasil (IZIDORO et al., 2012; NERY; SIMÃO; PEREIRA, 2010; ZAPPES et al., 2010). Esse padrão pode estar relacionado à disponibilidade constante de alimento e à estabilidade relativa das condições ambientais nas áreas monitoradas, fatores já destacados como influentes na estrutura social e nos padrões de ocorrência do boto-cinza (DE MOURA et al., 2021; MACIEL et al., 2023; TARDIN et al., 2020).

A análise dos estados comportamentais revelou que tanto os dados do censo visual quanto os relatos dos pescadores apontam a predominância de comportamentos associados ao deslocamento e à alimentação/forrageio, corroborando estudos anteriores que destacam essas atividades como centrais na ecologia do boto-cinza (ARAUJO et al., 2007; COSTA; LE PENDU; NETO, 2012; NERY; SIMÃO; PEREIRA, 2010). Adicionalmente, a frequência significativa de atividades aéreas, especialmente nos relatos dos pescadores, sugere que comportamentos de exibição, como saltos e impulsões, são facilmente reconhecidos pelas comunidades locais, possivelmente devido à sua maior visibilidade durante as atividades de pesca (FILGUEIRA et al., 2021; MANZAN; LOPES, 2016b).

Os eventos como fuga, indiferença e exposição de caudal foram observados principalmente no censo visual, o que pode refletir limitações do CEL para captar comportamentos mais sutis ou de curta duração (COSTA; LE PENDU; NETO, 2012). Além disso, comportamentos de fuga, evitação e indiferença estão geralmente relacionados a ambientes com algum grau de perturbação, tais como tráfego de embarcações e poluição sonora ou aquática (MAREGA-IMAMURA et al., 2018; MACIEL et al., 2023b).

A análise comparativa entre áreas dentro e fora da RESEX Baía do Tubarão evidenciou diferenças estatisticamente significativas, ainda que modestas, entre os padrões de abundância dos estados comportamentais ($R^2 = 0,032$; $p = 0,012$). Esse resultado sugere que a presença de uma área protegida pode influenciar, de forma sutil, a frequência e a distribuição dos comportamentos percebidos pelos pescadores

(BONIN et al., 2017; FILGUEIRA et al., 2021). O NMDS indicou sobreposição entre as áreas, mas apontou associações diferenciadas de certos comportamentos, como deslocamento, alimentação e atividades aéreas, com diferentes contextos de proteção. Esses achados estão de acordo com estudos que apontam a influência de fatores ambientais e antrópicos, bem como o papel das áreas protegidas na modulação do comportamento de cetáceos costeiros (BARRIOS-GARRIDO; TURRIS-MORALES; ESPINOZA-RODRIGUEZ, 2021; MOURA; PIVARI; PAGLIANI, 2019).

Outro aspecto relevante foi a diversidade e a frequência de eventos comportamentais observados no censo visual, que superaram aquelas relatadas pelo CEL. Enquanto o monitoramento embarcado capturou uma gama mais ampla de comportamentos, incluindo eventos pouco reportados pelos pescadores, o CEL concentrou-se em categorias comportamentais mais marcantes e facilmente observáveis, como alimentação, deslocamento e atividades aéreas (COSTA; LE PENDU; NETO, 2012; ZAPPES et al., 2010). Isso reforça a importância de integrar múltiplas fontes de conhecimento, pois cada método apresenta vantagens e limitações na detecção dos diferentes aspectos do repertório comportamental do boto-cinza (TARDIN et al., 2014b).

O diagrama de cordas revelou uma maior diversidade de comportamentos oriundas do censo visual, enquanto os relatos obtidos pelo CEL concentraram-se em um conjunto menor de categorias comportamentais, fato compreensível, visto que os pescadores têm contato com a espécie principalmente durante atividades de alimentação e deslocamento dos grupos de botos-cinza. Ademais, foi observada uma complementaridade entre as abordagens, de modo que alguns comportamentos são amplamente reconhecidos por ambas as fontes, enquanto outros são exclusivos do censo visual ou do CEL.

Essa complementaridade foi destacada em estudos anteriores que ressaltam o valor do saber local para ampliar a compreensão ecológica e subsidiar estratégias de conservação (FILGUEIRA et al., 2021, 2025; MANZAN; LOPES, 2015; ROSA; ZAPPES; DI BENEDITTO, 2012; VIDAL; MOURA; MUNIZ, 2019). Ao mesmo tempo, a capacidade dos pescadores em identificar e descrever comportamentos complexos e colaborativos, como a pesca coordenada, confirma que o CEL é uma ferramenta valiosa para a pesquisa, o monitoramento e o manejo participativo (MACHADO et al., 2019; SILVA; SOUTO; AZEVÊDO, 2024).

Além disso, a análise integrada entre censo visual e CEL evidenciou que, embora haja consenso sobre os principais comportamentos (alimentação, deslocamento e atividades aéreas), cada abordagem captura, diferentes aspectos do repertório comportamental da espécie. Enquanto o censo visual possibilita registros mais detalhados e de eventos menos perceptíveis, o conhecimento dos pescadores se destaca pela identificação de comportamentos mais marcantes, colaborativos ou diretamente relacionados à atividade pesqueira (FILGUEIRA et al., 2021; VIDAL et al., 2017). Isso reforça a necessidade de abordagens participativas e integrativas, não apenas para ampliar o conhecimento científico, mas também para promover estratégias de manejo e conservação mais eficazes e socialmente legitimadas (MACHADO et al., 2019; SEMINARA et al., 2023).

Conclusão

No litoral maranhense, o boto-cinza (*S. guianensis*) apresenta um repertório comportamental diversificado, reconhecido tanto pelo monitoramento embarcado (censo visual) quanto pelo CEL. A predominância de comportamentos relacionados à alimentação, deslocamento e atividades aéreas foi evidente em ambas as fontes, com variações na frequência e riqueza de eventos comportamentais captados por cada abordagem. A análise conjunta dos dados permitiu identificar não apenas os padrões gerais, mas também as particularidades de cada método, reforçando a complementaridade entre monitoramento científico e saber tradicional.

A comparação entre áreas dentro e fora da RESEX Baía do Tubarão indicou que, embora existam diferenças estatisticamente significativas nos padrões de abundância dos estados comportamentais, essas diferenças são modestas e sugerem uma influência sutil da proteção legal sobre o comportamento percebido e relatado pelas comunidades locais. A análise por NMDS e o diagrama de cordas evidenciaram que alguns comportamentos são amplamente compartilhados entre as fontes, enquanto outros são mais específicos de cada método, destacando a importância de múltiplas perspectivas para uma compreensão mais abrangente da ecologia comportamental da espécie. Todavia, para uma adequação entre os métodos faz-se necessária a realização do censo visual dentro da RESEX, afim de tornar as informações comportamentais comparáveis entre as diferentes fontes.

De modo geral, a integração entre censo visual e CEL representa uma estratégia valiosa para o estudo do comportamento do boto-cinza, ampliando o alcance e a profundidade das informações produzidas, além de viabilizar amostragens com baixo custo financeiro. Esse enfoque participativo fortalece as estratégias de conservação e manejo da espécie por meio da sensibilização dos pescadores artesanais e valorizar o papel das comunidades tradicionais na proteção da biodiversidade marinha. Assim, a continuidade da integração entre diferentes metodologias, aliada ao fortalecimento da participação das comunidades locais na tomada de decisões, tende a aprimorar os esforços de conservação do boto-cinza e a gestão sustentável de seu habitat.

Referências

- ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Animal Behaviour**, v. 49, n. 3, p. 227–266, 1974.
- ARAUJO, J. P. et al. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Beneden) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOLOGIA**, v. 24, n. 4, p. 1122–1130, 2007.
- BARRIOS-GARRIDO, H.; TURRIS-MORALES, K. DE; ESPINOZA-RODRIGUEZ, N. E. Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) in the Maracaibo Lake System, Venezuela: Conservation, Threats, and Population Overview. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, n. January, p. 1–5, 2021.
- BATISTA, R. L. G. et al. Site fidelity and habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in the estuary of the Paraguaçu River, northeastern Brazil. **North-Western Journal of Zoology**, v. 10, n. 1, p. 93–100, 2014.
- BEGOSSI, A.; HANAZAKI, N.; PERONI, N. Knowledge and Use of Biodiversity in Brazilian Hot Spots. **Environment, Development and Sustainability**, v. 2, p. 177–193, set. 2000.
- BEIRÃO-CAMPOS, L. et al. Guiana dolphins form social modules in a large population with high ranging overlap and small demographic changes. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 70, n. 11, p. 1821–1830, 2016.
- BITTENCOURT, L. et al. Underwater noise in an impacted environment can affect Guiana dolphin communication. **Marine Pollution Bulletin**, v. 114, n. 2, p. 1130–1134, 2017.
- BONIN, C. A. et al. Habitat preference and behaviour of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in a well-preserved estuary off Southern Brazil. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 49, n. 6, p. 2235–2242, dez. 2017.
- CARVALHO-NETA, R. N. F.; TORRES, A. R.; ABREU-SILVA, A. L. Biomarkers in catfish *Sciades herzbergii* (teleostei: ariidae) from polluted and non-polluted areas (São Marcos' Bay, Northeastern Brazil). **Applied Biochemistry and Biotechnology**,

v. 166, n. 5, p. 1314–1327, 2012.

CONCEIÇÃO, F. P. et al. Encalhe de peixe-boi-marinho-das-Antilhas (*Trichechus manatus manatus* Linnaeus, 1758) na praia de Panaquatira, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 21, n. 1, p. 1-7, 2020.

COSTA, M. E. B.; LE PENDU, Y.; NETO, E. M. C. Behaviour of *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) and ethnoecological knowledge of artisanal fishermen from Canavieiras, Bahia, Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 8, 2012.

DE MOURA, S. P. G. S. P. G. et al. Environmental and behavioral factors influencing individual variation in spatial use by Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*). **Journal of Mammalogy**, v. 102, n. 4, p. 1009–1019, 11 ago. 2021.

DOMIT, C. et al. Progress report of the *Sotalia guianensis* Intersessional Group: Status of the Current Knowledge and Action Plan. **J Cetacean Res Manag**, 2021.

EMIN-LIMA, R. et al. Note on the group size and behavior of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Marapanim Bay, Pará, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, n. 1–2, p. 197–170, 31 dez. 2010.

ESPINOZA-RODRIGUEZ, N. et al. Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) in the southern Gulf of Venezuela: Seasonal distribution, group size, and habitat use. **Regional Studies in Marine Science**, v. 32, p. 100874, nov. 2019.

FEITOSA, L. M.; MARTINS, A. P. B.; NUNES, J. L. S. Sawfish (Pristidae) records along the Eastern Amazon coast. **Endangered Species Research**, v. 34, p. 229-234, 2017.

FILGUEIRA, C. H. M. DOS S. et al. Traditional knowledge of artisanal Fishers and *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in the Extractive Reserve Baía do Tubarão (Brazilian Amazon coast). **Ocean & Coastal Management**, v. 210, n. May, p. 105700, set. 2021.

FILGUEIRA, C. H. M. DOS S. et al. Employing Local Ecological Knowledge to reveal interactions between artisanal fishers and Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*) along the Maranhão coast , northern Brazil. **Ethnobiology and Conservation**, v. 19, n. June, p. 1–16, 2025.

GEISE, L.; GOMES, N.; CERQUEIRA, R. Behaviour, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais , 1853) (cetacea , delphinidae) in the Cananéia estuary region, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 183–194, 1999.

GU, Z. et al. “Circlize” implements and enhances circular visualization in R. **Bioinformatics**, 2014.

HANAZAKI, N. Comunidades, conservação e manejo: o papel do conhecimento ecológico local. **Biotemas**, v. 16, n. 1, p. 23–47, 2003.

HASTIE, G. D. et al. Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: Hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. **Marine Biology**, v. 144, n. 2, p. 397–403, 2004.

HUNTINGTON, H. P. Using Traditional Ecological Knowledge in Science: Methods and Applications. **Ecological Applications**, v. 10, n. 5, p. 1270–1274, 2000.

- IZIDORO, F. B. et al. Estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) (van Bénédén, 1864) (cetacea: Delphinidae) in porto de ilhéus, brazil: Group characterisation and response to ships. **North-Western Journal of Zoology**, v. 8, n. 2, p. 232–240, 2012.
- LUNARDI, D. G.; FERREIRA, R. G. Group composition influences on behavioral sequence patterns of the Guiana dolphin *Sotalia guianensis*. **Journal of Ethology**, v. 31, n. 1, p. 49–53, 23 jan. 2013.
- LUNARDI, D. G.; FERREIRA, R. G. Fission-fusion dynamics of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) groups at Pipa Bay, Rio Grande do Norte, Brazil. **Marine Mammal Science**, v. 30, n. 4, p. 1401–1416, 7 out. 2014.
- MACHADO, A. M. DA S. et al. Artisanal fishers' perceptions of the ecosystem services derived from a dolphin-human cooperative fishing interaction in southern Brazil. **Ocean and Coastal Management**, v. 173, n. June 2018, p. 148–156, 2019.
- MACIEL, I. S. et al. 20 years of research on the Guiana dolphin population of Sepetiba Bay, southeastern Brazil: What has changed? **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 33, n. 9, p. 940 – 954, 2023.
- MACIEL, I. et al. Stay here, but keep quiet: the effects of anthropogenic noise on Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in southeastern Brazil. **Marine Biology**, v. 170, n. 12, p. 165, 2023b.
- MANZAN, M. F.; LOPES, P. F. M. The behavior of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*, van Bénédén, 1864) according to fishermen from different fishing environments. **Ocean and Coastal Management**, v. 130, p. 229–238, 2016a.
- MANZAN, M. F. M. F.; LOPES, P. F. M. P. F. M. P. F. M. Fishers' knowledge as a source of information about the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*, van Bénédén, 1864). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 1, p. 4096, 16 jan. 2015.
- MANZAN, M. F. M. F.; LOPES, P. F. M. P. F. M. P. F. M. The behavior of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*, van Bénédén, 1864) according to fishermen from different fishing environments. **Ocean & Coastal Management**, v. 130, p. 229–238, out. 2016b.
- MONTEIRO, M. S.; SOUTO, A.; NASCIMENTO, L. F. Comparações entre os Comportamentos de Forrageio nas Diferentes Faixas Etárias do Boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetacea; delphinidae) na Baía dos Golfinhos, Praia de Pipa, RN, Brasil. **Revista de Etologia**, v. 8, n. 1, p. 13–25, 2006.
- MOURA, J. F.; PIVARI, D.; PAGLIANI, B. Environmental factors related to group size and habitat use of Guiana dolphins from São Marcos Bay, Amazon coast. **Tropical Ecology**, v. 60, n. 3, p. 426–432, 2019.
- NASCIMENTO LÍDIO FRANÇA DO, M. P. I. A. P. Y. M. E. et al. Descrição do comportamento de superfície do boto cinza, *Sotalia guianensis*, na Praia de Pipa - RN. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 21, n. 3, p. 509–517, 2008.
- NERY, M. F.; SIMÃO, S. M.; PEREIRA, T. Ecology and behavior of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Sepetiba Bay, South-eastern Brazil. **Journal of Ecology and the Natural Environment**, v. 2, n. 9, p. 194–200, 2010.
- OLIVEIRA, E. C. DA S. et al. Coordinated feeding behavior of the guiana dolphin,

Sotalia guianensis (Cetacea: Delphinidae), in southeastern Brazil: A comparison between populations. **Zoologia**, v. 30, n. 6, p. 585–591, dez. 2013.

OKSANEN, J. et al. Package 'vegan'. **Community ecology package, version**, v. 2, n. 9, p. 1-295, 2013.

PIERRY, J. C. et al. Guiana dolphins use mangrove margins as a natural barrier to chase fish prey. **Ethology**, v. 130, n. 1, 14 jan. 2024.

PIVARI, D.; PAGLIANI, B.; DE MOURA, J. F. Preliminary Study on Occurrence and Ecological Aspects of *Sotalia guianensis* from an Estuarine Area, Northeast Coast of Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 46, n. 2, p. 124–130, 15 mar. 2020.

REDFERN, J. V et al. Techniques for cetacean – habitat modeling. **Marine Ecology Progress Series**, v. 310, p. 271–295, 2006.

ROSA, G. A.; ZAPPES, C. A.; DI BENEDITTO, A. P. M. Etnoecologia de pequenos cetáceos: interações entre a pesca artesanal e golfinhos no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 293–304, 2012.

RUDDLE, K.; DAVIS, A. What is “ecological” in local ecological knowledge? lessons from Canada and Vietnam. **Society and Natural Resources**, v. 24, n. 9, p. 887–901, 2011.

SEMINARA, C. I. et al. Artisanal fisher knowledge on the impacts of destructive and illegal practices on the Southern Coast of Bahia, Brazil. **Marine Policy**, v. 158, n. September 2022, 2023.

SILVA, B. C. DA; SOUTO, A. DA S.; AZEVÊDO, E. DE L. Interactions between cetaceans (suborder Odontoceti) and artisanal fishing in Brazil: an ethnoecological approach. **Ethnobiology and Conservation**, v. 13, n. May, p. 1–51, 2024.

SILVA, V. M. F.; BEST, R. C. Freshwater dolphin/fisheries interaction in the Central Amazon (Brazil). **Amazoniana**, v. 14, n. 1–2, p. 165–175, dez. 1996.

TARDIN, R. et al. Estructura grupal en delfines Guyana, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), en la bahía de Ilha Grande, Río de Janeiro, sureste de Brasil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 2, p. 313–322, 2013.

TARDIN, R. H. et al. Behavioral event occurrence differs between behavioral states in *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla: Delphinidae) dolphins: A multivariate approach. **Zoologia**, v. 31, n. 1, p. 1–7, 2014a.

TARDIN, R. H. et al. Behavioral event occurrence differs between behavioral states in *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla: Delphinidae) dolphins: a multivariate approach. **Zoologia (Curitiba)**, v. 31, n. 1, p. 1–7, fev. 2014b.

TARDIN, R. H. et al. Modelling habitat use by the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in south-eastern Brazil: Effects of environmental and anthropogenic variables, and the adequacy of current management measures. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 30, n. 4, p. 775–786, 2020.

VIDAL, M. D. et al. Percepção de pescadores sobre as interações de botos com a pesca e sua relação com o turismo de alimentação artificial em Novo Airão, Amazonas, Brasil. In: MARCHAND, G.; VANDER VELDEN, F. (Eds.). **Olhares cruzados sobre as relações entre seres humanos e animais silvestres na Amazônia (Brasil, Guiana Francesa)**. [s.l.] Editora da Universidade Federal do

Amazonas, Manaus, 2017. p. 103–120.

VIDAL, M. D.; MOURA, M. F. DE; MUNIZ, G. P. S. Conhecimentos e crenças de pescadores artesanais sobre os golfinhos fluviais do Médio Rio Tapajós, Pará. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 17, n. 2, p. 53–60, 2019.

WICKHAM, H. et al. dplyr: A grammar of data manipulation. **R package version**, v. 1, n. 2, 2023.

WICKHAM, H.; CHANG, W.; WICKHAM, M. H. Package 'ggplot2'. **Create elegant data visualisations using the grammar of graphics. Version**, v. 2, n. 1, p. 1-189, 2016.

WICKHAM, H.; VAUGHAN, D.; GIRLICH, M. tidyr: Tidy Messy Data. R package version 1.1. 3. CRAN. R-project. org/package= tidyr, 2020.

ZAPPES, C. A. et al. O comportamento do boto-cinza *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea; Delphinidae) através do olhar dos pescadores artesanais. **Revista de Etologia**, v. 9, n. 1, p. 17–28, 2010.

ZAPPES, C. A. et al. “Human-dolphin (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) cooperative fishery” and its influence on cast net fishing activities in Barra de Imbé/Tramandaí, Southern Brazil. **Ocean and Coastal Management**, v. 54, n. 5, p. 427–432, 2011.

Material Suplementar 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
Centro de Biociências e Biotecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Carlos Henrique Marinho dos Santos Filgueira - Universidade Estadual do
Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Parque California - 28.013-602–
Campos dos Goytacazes - RJ - <https://uenf.br/portal/>

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) senhor(a) está sendo convidado a participar de uma pesquisa de doutorado, intitulada "Análise de comportamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédèn, 1864), no litoral maranhense", que fará entrevistas com os pescadores artesanais dos municípios de São Luís e Humberto de Campos (RESEX Baía do Tubarão). Com esta pesquisa buscamos entender como as comunidades de pescadores do litoral amazônico brasileiro (Estado do Maranhão) percebem a presença, atividades comportamentais e ocupação de áreas pelos botos-cinza dentro e fora das Unidades de Conservação. As entrevistas serão registradas de forma escrita, sendo realizadas por meio de um questionário, o qual conterá duas partes. A primeira envolverá questões socioeconômicas e a segunda sobre as interações com os botos. Além disso, afim de se obter maior riqueza de informações o pesquisador poderá gravar as conversas, se o entrevistado estiver de acordo, comprometendo-se a manter sempre o sigilo. Não é obrigatório participar desta entrevista. Caso sinta-se desconfortável em participar da pesquisa, ou por qualquer outro motivo, a qualquer hora o(a) senhor(a) pode parar nossa conversa ou desistir de participar do trabalho, sem nenhum prejuízo pessoal. As informações serão analisadas no Laboratório de Organismos Aquáticos – LABAQUA da UFMA. Os riscos do procedimento serão mínimos por envolver uma entrevista e possíveis registros fotográficos, de acordo com a autorização do(a) entrevistado(a). A sua identidade será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número. Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão em curto prazo constatar a percepção dos pescadores em relação a população de botos, bem como a relação dos entrevistados com a espécie estudada. Desse modo, visando a solução de possíveis conflitos entre os mesmos, respeitando os pescadores artesanais e suas atividades; e podendo resultar em longo prazo com informações que auxiliem no Plano de Manejo da Reserva Extrativista estudada, bem como do local que não consta como área de proteção ambiental. Desse modo, garantindo a conservação da natureza e qualidade de vida aos moradores do interior e mediações. As pessoas que estarão acompanhando os procedimentos serão os pesquisadores Carlos Henrique Marinho (doutorando), professor Dr. Salvatore Siciliano, nosso orientador e outros pesquisadores que podem eventualmente estarem presentes. Reafirmamos que o(a) senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento. Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos, científicos usados para comunicar outros pesquisadores, gestores e revistas relacionadas à universidade. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome. Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa. Agradecemos a sua participação.

Carlos Henrique Marinho dos Santos Filgueira

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso

Assinatura _____ Local: _____

Data: ____/____/____

Material Suplementar 2 – Prancha fotográfica

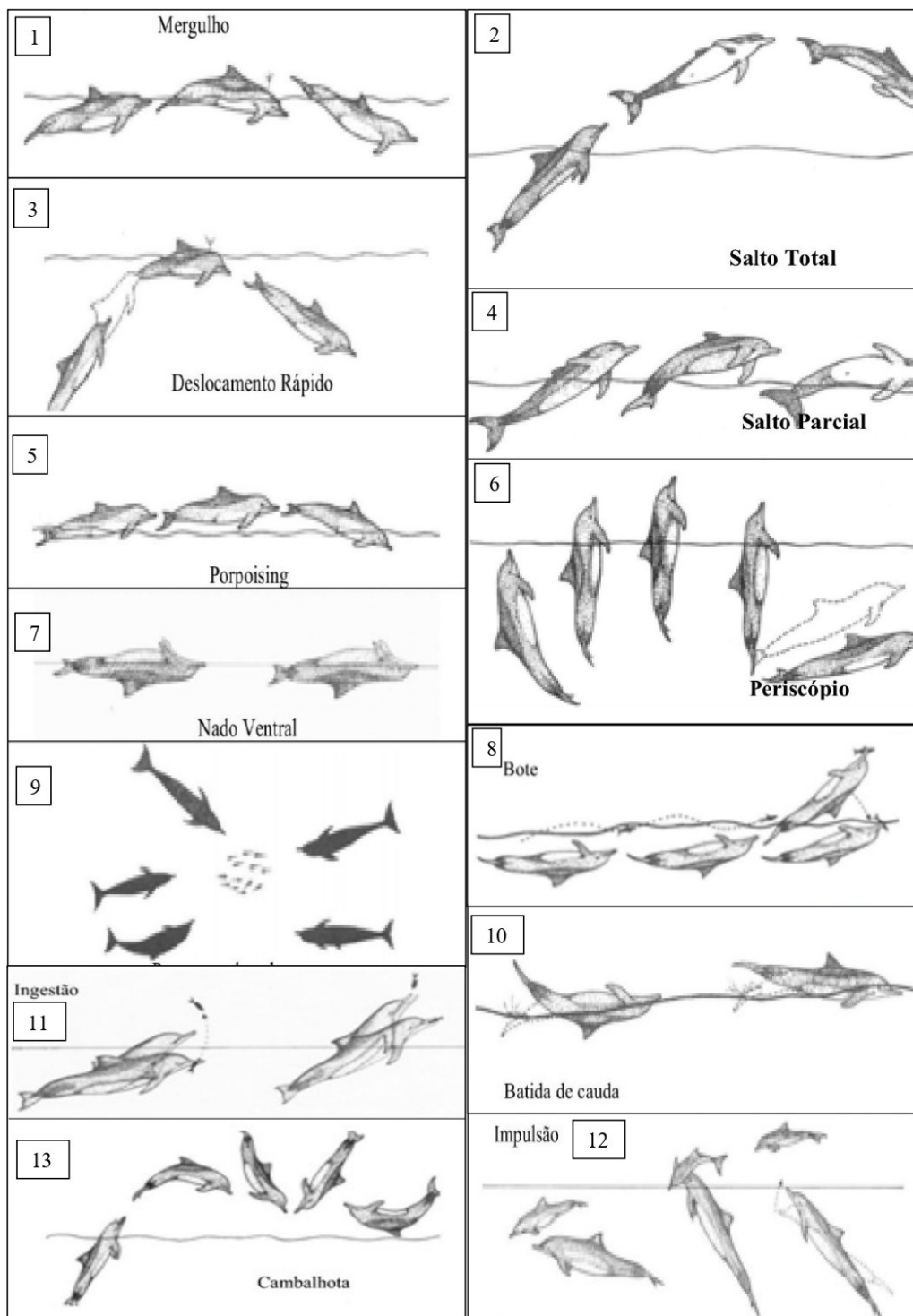
Imagens apresentadas aos pescadores para identificação do boto-cinza

PRANCHA DE IDENTIFICAÇÃO



Material Suplementar 3 – Prancha comportamental

PRANCHA DE COMPORTAMENTO – ETOGRAMA



Fonte: Lídio França do Nascimento (2006)

Material Suplementar 4 – Modelo do Questionário aplicado

Questionário Pescadores Artesanais e boto-cinza

Local/comunidade: _____ Data ____/____/____

1. Nome: _____ Idade: ____ Sexo () F () M
 2. Até qual série o senhor estudou? _____
 3. Há quanto tempo pesca nesta região: _____ 4. Autonomia/mar (dias) _____

Embarcação

5. Tipo/embarcação:
 () canoa () barco a motor () barco a vela () jangada () outro _____
 6. Potência/motor: _____ Comprimento/embarcação: _____

Pesca

7. Local da pesca: () mar () rio () outro _____

Artefatos/pesca

Redes

8. Tipo: _____
 9. Tamanho/malha: _____ Altura/comprimento da malha: _____
 10. Profundidade que são colocadas: _____
 11. Espécies alvo: _____

Espinhel

12. Extensão: _____ Profundidade que é colocado: _____
 13. Época do ano que utiliza o artefato: _____
 14. Espécies alvo: _____

Informações/ outro artefato

Relação pescador/cetáceos

15. Você já viu os botos na região? () Sim () Não
 16. Como você reconhece o boto-cinza? _____
 a. Marque na prancha qual é o boto-cinza: nº _____
 17. Onde você observa esse animal informado? (Mapa - nº foto) _____
 18. Com que frequência os observa?
 () Raramente () Uma vez por saída () Várias vezes por saída () Sempre
 19. Em qual ambiente os botos são vistos: () Mar () Rio () NR
 20. Que tipo de animal o boto-cinza é: () Peixe () Mamífero () Réptil () Outro _____
 a. Porque você acha isso? _____
 21. Sobre a quantidade de botos nos últimos 5 anos: () Aumentou () Diminuiu () Não mudou () NR
 22. Qual o mês os botos são mais vistos? _____
 23. Existe relação dos botos-cinza com o período da lua? () Sim () Não () NR
 23.1 Em qual fase da lua você observa os botos? () Nova () Crescente () Minguante () Cheia () NR
 24. Existe relação dos botos-cinza com a maré? () Sim () Não () NR
 24.1 Estado da maré: () Enchente () Vazante () NR
 25. Botos são avistados: () Sozinhos () Grupos () NR
 a. Se em grupos, quantos (em média)? _____
 26. Você já viu algum filhote? () Sim () Não () NR
 a. Se sim, em qual mês/Período? _____

Comportamento e Dieta

27. O que os botos fazem (comportamento)? Marque as opções e/ou descreva com suas palavras.

 a. Marque na prancha (2.0) os comportamentos observados (_____)
 28. O que os botos comem? _____

Interação com a pesca

29. Como você classificaria a sua interação com os botos?
 () Positiva () Negativa () Neutra
 30. O que o boto faz quando o barco se aproxima?

 31. Os botos interferem na pesca? () Sim () Não () NR
 32. Os botos ficam presos em redes? () Sim () Não () NR
 a. Quando os botos ficam presos, o que é feito?
 () descartado () vendido () consumido () usado como isca na pesca
 () Solta () NR () Outro: _____

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas ao longo desta tese evidenciaram a complexidade e a riqueza do comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) em ambientes costeiros e estuarinos do litoral maranhense. A integração de diferentes métodos, incluindo o censo visual e o Conhecimento Ecológico Local (CEL), permitiu uma abordagem abrangente e multifacetada para compreender os padrões comportamentais da espécie, bem como as pressões ambientais e antrópicas que incidem sobre suas populações. Os resultados indicam que, embora os comportamentos de deslocamento, alimentação e atividades aéreas predominem tanto nas observações diretas quanto nos relatos das comunidades, há particularidades captadas por cada metodologia, ressaltando a importância da complementaridade entre conhecimento científico acadêmico e saber tradicional.

A influência de variáveis ambientais sobre o comportamento do boto-cinza mostrou-se limitada na zona portuária de São Luís, com destaque para a correlação negativa moderada do pH e o papel secundário da salinidade e temperatura. Esses achados sugerem que, em ambientes fortemente impactados por atividades humanas, fatores antrópicos podem se sobrepor à influência dos parâmetros físico-químicos na determinação do repertório comportamental dos botos. Infelizmente não foi possível analisar nesta tese os fatores antrópicos dentro da zona portuária, tais como deslocamento e quantidade de embarcações e navios. Além disso, existe a necessidade de se analisar as variáveis diretamente relacionadas à disponibilidade de presas e à qualidade do habitat, visando aprimorar estratégias de conservação voltadas a ambientes costeiros sob forte pressão.

A valorização do CEL revelou-se fundamental para ampliar a compreensão sobre os padrões de ocorrência, uso do habitat e comportamento do boto-cinza, além de destacar as percepções, experiências e adaptações das comunidades tradicionais frente aos desafios da coexistência humano-fauna. Ademais, a participação dos pescadores artesanais na produção de conhecimento reforça a relevância das práticas de co-gestão e do manejo participativo, essenciais para a construção de políticas públicas mais inclusivas e eficazes na proteção da biodiversidade marinha.

Em síntese, esta tese demonstra que a integração entre diferentes fontes de dados e abordagens metodológicas é crucial para entender a ecologia comportamental do boto-cinza e subsidiar ações de manejo e conservação que

considerem tanto a dinâmica ecológica quanto as realidades sociais locais. O fortalecimento dessa integração, aliado ao engajamento das comunidades e ao investimento em pesquisas regionais, é indispensável para garantir a sustentabilidade das populações de *S. guianensis* e a convivência harmoniosa com as populações humanas nas áreas costeiras do litoral maranhense e ao longo de toda a distribuição da espécie.