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

TAMIRES APARECIDA SERRA LORENZI

BIOACÚSTICA E PADRÃO DE OCORRÊNCIA DE TONINHA (*Pontoporia blainvillei)* NO LITORAL CENTRO DE SÃO PAULO

SÃO VICENTE – SP

2025

Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista
Praça Infante D. Henrique s/nº - CEP 11330-900 - São Vicente (SP) - Brasil
Tel. (13) 3569-7100 - Fax (13) 3569-7146 - diretor.clp@unesp.br

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

TAMIRES APARECIDA SERRA LORENZI

BIOACÚSTICA E PADRÃO DE OCORRÊNCIA DE TONINHA (*Pontoporia blainvillei)* NO LITORAL CENTRO DE SÃO PAULO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Campus do Litoral Paulista, para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade de Ambientes Costeiros.

Área de Concentração: Biodiversidade

Orientadora: Prof.ª Dra. Carolina P. Bertozzi

Coorientador: Dr. Renan Lopes Paitach

SÃO VICENTE – SP

2025

Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista
Praça Infante D. Henrique s/nº - CEP 11330-900 - São Vicente (SP) - Brasil
Tel. (13) 3569-7100 - Fax (13) 3569-7146 - diretor.clp@unesp.br

L869b

Lorenzi, Tamires Aparecida Serra
Bioacústica e padrão de ocorrência de toninha (Pontoporia blainvillei) no litoral centro de São Paulo / Tamires Aparecida Serra Lorenzi. -- São Vicente, 2025
56 p. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente
Orientadora: Dra. Carolina Pacheco Bertozzi
Coorientador: Dr. Renan Lopes Paitach

1. Biodiversidade Conservação. 2. Biodiversidade marinha Conservação. 3. Cetáceos. 4. Toninhas. 5. Bioacústica. I. Título.

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

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE TAMIRES APARECIDA SERRA LORENZI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE DE AMBIENTES COSTEIROS, DO INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA.

Aos 28 dias do mês de agosto do ano de 2025, às 15h, no(a) Salão Nobre do IB/CLP, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de TAMIRES APARECIDA SERRA LORENZI, intitula da **BIOACÚSTICA E PADRÃO DE OCORRÊNCIA DE TONINHA (*Pontoporia blainvillei*) N O LITORAL CENTRO DE SÃO PAULO**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. CAROLINA PACHECO BERTOZZI (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Ciências Biológicas e Ambientais / IBCLP - UNESP, Profa. Dra. MARTA JUSSARA CREMER (Participação Virtual) do(a) Laboratório de Ecologia e Conservação de Tetrápodes Marinhos e Costeiros / Universidade da Região de Joinville, Prof. Dr. OTTO BISMARCK FAZZANO GADIG (Participação Presencial) do(a) Departamento de Ciências Biológicas e Ambientais / IB/CLP - UNESP. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final:_ APROVADA _____. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Carolina P. Bertozzi

Profa. Dra. CAROLINA PACHECO BERTOZZI

Com eterno amor, dedico esse trabalho
(*in memoriam*) ao meu marido,
Paulo Lorenzi Serra Sales.

AGRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento, e o mais especial, é para meu amado marido (*in memoriam*) Paulo Lorenzi Serra Sales. Meu admirador, apoiador, que me incentivava e se orgulhava por eu estar fazendo mestrado com os golfinhos que eu tanto amo. Foi por você que tive forças para seguir e concluir essa missão, para poder te dedicar esse trabalho, para honrar a sua memória e o orgulho que você sentia de mim. Obrigada por, mesmo do céu, continuar me ajudando a conquistar meus objetivos. Eu te agradeci no TCC da graduação, te agradeço agora e até a eternidade vou te agradecer. Te amo para sempre! Obrigada!

Nesse cenário não posso deixar de agradecer a Deus, que sempre me guiou na minha jornada e agora mais do que nunca me fortaleceu nessa missão.

Agradeço imensamente minha mãe, Lucimeire Pupim dos Santos, que desde pequena abraçou meu sonho de querer "cuidar dos golfinhos" quando crescesse, que sempre fez tudo que pôde para me ajudar a realizar essa meta e que se não fosse por ela, por todo esforço que fez, por sempre acreditar em mim, apoiar minhas loucuras e lutar pelos meus sonhos, eu não estaria aqui. Obrigada mãe! Você conseguiu! Eu oficialmente estou cuidando dos meus golfinhos. Te amo!

Como fiz durante este trabalho, vou seguir mais uma vez o exemplo do meu querido coorientador e também agradecer aos meus gatos, Hope, Gaia, Luna e Nanji, que sempre trazem alegria, leveza e paz aos meus dias com a sua companhia.

A todos os meus amigos e familiares que amo, que me ajudaram e me apoiaram ao longo dessa caminhada. Obrigada por sempre me levantarem, me fazerem rir ou chorarem comigo.

Ao Parque Zoobotânico Orquidário Municipal de Santos, por me liberarem do trabalho quando precisei para o cumprimento das obrigações desse mestrado. Especialmente a bióloga e minha então chefe Ana Beatriz Alarcon Comelli, foi você que plantou a sementinha e jogou as primeiras gotas de água para que eu me inscrevesse nesse programa de pós-graduação, muito obrigada!

Entrando finalmente nos agradecimentos acadêmicos, eu não poderia iniciar com outra pessoa senão a minha querida orientadora, Prof.ª Dra. Carolina Pacheco Bertozzi. Obrigada por me dar um voto de confiança, mesmo sem me conhecer previamente, por ser a pessoa responsável por abrir as portas para a realização do meu sonho, me inserindo no mundo maravilhoso dos cetáceos e por me confiar um projeto novo de monitoramento *in situ*. Por todos os ensinamentos compartilhados, toda a atenção, ajuda e acima de tudo pela sua amizade, que

foi essencial para que eu conseguisse concluir essa fase da minha formação. É uma honra trabalhar com você! Meu eterno muito obrigada!

Ao meu querido coorientador Dr. Renan Lopes Paitach, por me guiar pelas águas da bioacústica e do monitoramento acústico passivo (e pelas tempestades da estatística), por confiar e acreditar em mim e por todos os valiosos ensinamentos dessa área que eu sempre tive apresso dentro do mundo dos cetáceos. Você é uma inspiração! Muito obrigada!

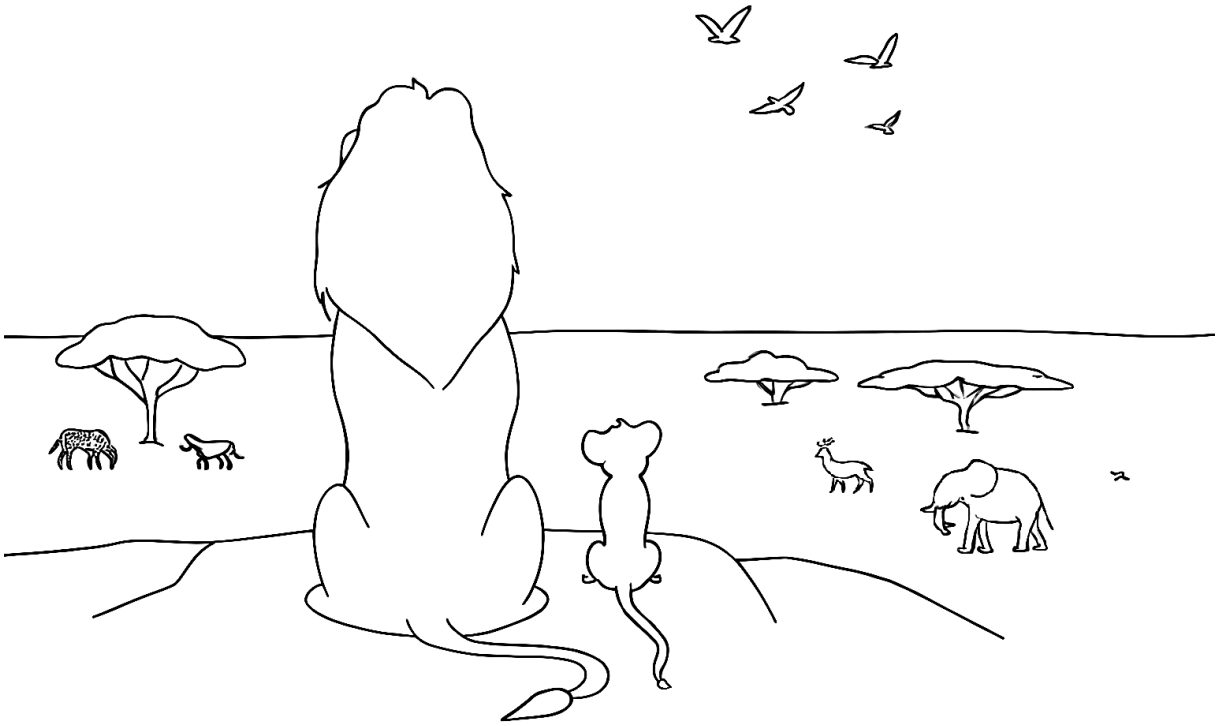
Agradeço ao Projeto Toninhas do Brasil/UNIVILLE pela valiosa parceria, disponibilizando os equipamentos utilizados nesse trabalho. A então assistente de pesquisa do projeto Toninhas do Brasil, e minha grande amiga, Letícia Forato, que foi responsável pela coleta dos dados em campo, muito obrigada!

Ao Instituto Biopesca pelo apoio com transporte, equipamentos de campo, por possibilitarem e facilitarem o contato com os pescadores parceiros desse trabalho. Aos pescadores Adriano e Beto, por compreenderem a importância desse estudo e por toda colaboração e ajuda, nos levando gentilmente em seus barcos e auxiliando nas instalações dos equipamentos. Obrigada!

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP/Campus do litoral paulista, e todo seu corpo docente e administrativo, por todo apoio e ensinamentos fornecidos ao longo desses anos. Em especial ao Prof. Dr. Roberto Fioravanti Carelli Fontes, pelo gentil auxílio da identificação e acesso ao banco de dados meteorológicos utilizado nesse trabalho.

A todos os amigos do Laboratório de Biologia e Conservação de Organismos Pelágicos – LABCOP/UNESP, que me ajudaram quando precisei de algum auxílio. Novamente a Letícia Forato e o amigo Matheus Modaelli Melo, pelas maravilhosas habilidades de confecção de mapas bonitos.

Finalmente, agradeço aos membros das bancas de qualificação e defesa: Prof.ª Dra. Marta Jussara Cremer e Prof. Dr. Otto Bismarck Fazzano Gadig, por aceitarem o convite, disponibilizarem seu tempo e por toda a valiosa contribuição ao presente trabalho. Muito Obrigada!



“Tudo o que você vê faz parte de um delicado equilíbrio [...] você precisa compreender esse equilíbrio e respeitar todos os animais, desde a formiga que rasteja até o maior dos antílopes. [...] Estamos todos interligados no grande ciclo da vida.”

O Rei Leão (1994)

RESUMO

A toninha (*Pontoporia blainvillei*) é o golfinho mais ameaçado do Atlântico Sudoeste, vive em águas costeiras e estuarinas do Espírito Santo, Brasil, à Argentina, sendo o acompanhamento das populações essencial para apoiar estratégias de manejo e conservação. A bioacústica, que inclui o monitoramento acústico passivo, permite a realização de uma série estudos de forma não invasiva, contínua e eficaz para a toninha, que é de difícil visualização e emite sons de banda estreita e alta frequência (NBHF). O presente trabalho teve como objetivo descrever os parâmetros acústicos, analisar o padrão de ocorrência de *P. blainvillei* e avaliar as variações sazonais, nictemerais e a influência da temperatura da água, precipitação pluviométrica e velocidade do vento, na população de *P. blainvilei* no litoral centro de São Paulo. Para isso, foram utilizados detectores automatizados de cliques de ecolocalização para odontocetos, modelo C-POD (Chelonia Limited, UK), entre julho de 2023 e junho de 2024, em um poita fixa de pescadores artesanais no município de Praia Grande, litoral centro de São Paulo (Brasil). Foram realizados 83 dias de monitoramento acústico passivo, 1.889h, com detecção de toninhas em 40,2% e um total de 1.732.288 cliques de ecolocalização. Para descrever os parâmetros acústicos foram analisadas 480 cadeias de cliques de alta qualidade, que foram processados no RStudio, avaliando variações temporais e a influência de variáveis ambientais. As cadeias de cliques apresentaram duração média de 412 ms, 30 cliques, taxa de emissão de 117 cliques/s, intervalo entre cliques (ICI) de 14 ms; frequência modal 129 kHz, mínima 122 kHz, máxima 134 kHz, com amplitude média de 12 kHz. O verão se destacou com a maior taxa de emissão e menor ICI que pode refletir um aumento no forrageamento nessa época do ano, também apresentou frequências mais baixas e maior amplitude, o que pode indicar maior presença de filhotes nessa estação. Nenhuma variação significativa foi observada entre períodos do dia e nenhuma correlação indicou influência das variáveis abióticas sobre os parâmetros acústicos. O padrão de ocorrência, em relação a variáveis temporais e abióticas, foi avaliado através de um modelo linear generalizado misto (GLMM), com abrangência de 24,3% da variância total, onde foi possível observar um padrão de ocorrência influenciado principalmente pela hora do dia e estação do ano, com maior probabilidade no verão e final da noite/início da madrugada. Variações diárias podem estar associadas a padrões de uso de habitat, com mudança nas áreas de ocorrência ao longo do dia, ciclos de maré e disponibilidade de presas. O aumento da ocorrência no verão pode estar relacionado ao período reprodutivo da espécie, que tende a se aproximar mais da costa nessa época e levantou hipóteses sobre uma maior disponibilidade alimentar e aumento da emissão sonora no período reprodutivo e de nascimento dos filhotes. A precipitação mostrou uma relação fraca e as outras variáveis abióticas não foram conclusivas. Os resultados sugerem que fatores ambientais afetem indiretamente a ocorrência devido a influência na distribuição de recursos alimentares. Esse é um dos primeiros trabalhos a descrever os parâmetros acústicos da espécie, o primeiro a analisar suas variações temporais em escala sazonal e nictemeral e o primeiro a descrever os padrões de ocorrência da espécie na região, fornecendo subsídios para a gestão e manejo de conservação em um local com baixa disponibilidade de dados e que possui uma das maiores taxas de captura acidental em toda a distribuição da espécie.

Palavras-chave: *Pontoporia blainvillei*. Bioacústica. C-POD. Ecolocalização. Cetáceos. Odontocetos. Biologia da conservação.

ABSTRACT

The franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) is the most threatened dolphin in the Southwestern Atlantic, inhabiting coastal and estuarine waters from Espírito Santo, Brazil, to Argentina. Monitoring populations is essential to support management and conservation strategies. Bioacoustics, including passive acoustic monitoring, enables non-invasive, continuous, and effective studies of franciscanas, which are difficult to observe visually and emit narrowband high-frequency (NBHF) sounds. This study aimed to describe acoustic parameters, analyze the occurrence pattern of *P. blainvillei*, and evaluate seasonal, diel, and environmental influences such as water temperature, rainfall, and wind speed on the population of *P. blainvillei* along the central coast of São Paulo. Automated echolocation click detectors for odontocetes (C-POD, Chelonia Limited, UK) were deployed between July 2023 and June 2024 on a fixed fisherman's mooring in Praia Grande, central São Paulo coast (Brazil). Passive acoustic monitoring was conducted for 83 days, totaling 1,889 hours, with franciscana detections in 40.2% of the recordings and a total of 1,732,288 echolocation clicks. To describe acoustic parameters, 480 high-quality click trains were analyzed and processed in RStudio, assessing temporal variations and the influence of environmental variables. Click trains had an average duration of 412 ms, 30 clicks per train, a click rate of 117 clicks/s, inter-click interval (ICI) of 14 ms; modal frequency of 129 kHz, minimum 122 kHz, maximum 134 kHz, and an average bandwidth of 12 kHz. Summer showed the highest click rate and lowest ICI, which may reflect increased foraging during this season. It also exhibited lower frequencies and higher bandwidth, potentially indicating greater presence of calves. No significant variations were observed across times of day, and no correlations suggested an influence of abiotic variables on acoustic parameters. The occurrence pattern, considering temporal and abiotic variables, was evaluated using a generalized linear mixed model (GLMM), explaining 24.3% of total variance. Occurrence was mainly influenced by time of day and season, with the highest probability during summer and late night/early morning. Daily variations may be associated with habitat use patterns, shifts in occurrence areas throughout the day, tidal cycles, and prey availability. The increased occurrence in summer may be related to the reproductive period, when the species approaches the coast, suggesting higher food availability and increased acoustic activity during reproduction and calf birth. Precipitation showed a weak relationship, and other abiotic variables were inconclusive. These results suggest that environmental factors may indirectly affect occurrence by influencing the distribution of food resources. This study is among the first to describe the species' acoustic parameters, the first to analyze temporal variations on seasonal and diel scales, and the first to describe occurrence patterns in the region, providing essential information for conservation management in an area with limited data and one of the highest bycatch rates across the species' distribution.

Keywords: *Pontoporia blainvillei*. Bioacoustics. C-POD. Echolocation. Cetaceans. Odontocetes. Conservation biology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844) (Pontoporiidae). (Imagem: Projeto Toninhas do Brasil, sd) 14

Figura 2 – Distribuição de *Pontoporia blainvilei* em sua área de manejo (*Franciscana Management Areas* - FMAs) no Atlântico Sul (NARA *et al*. 2022; ARRIAL *et al*. 2024) 16

Figura 3 – A esquerda toninha morta com um lacre de plástico preso ao seu rostro (Imagem: G1 Santos e Região, 2018); A direita toninhas impactadas pela captura acidental (Imagem: G1 Santos e Região, 2023) 17

Figura 4 – Posição da poita fixa no município de Praia Grande, litoral centro de São Paulo, Brasil, local de instalação do C-POD (24° 2'10.98"S, 46°27'45.73"O), para o monitoramento acústico passivo entre julho de 2023 e junho de 2024 23

Figura 5 – C-POD – Chelonia Limited, UK (PAITACH *et al*., 2021) 24

Figura 6 – A esquerda, esquema da poita fixa com a amarração do C-POD (Imagem: elaboração própria). A direita, pescadores parceiros realizando a instalação do equipamento no local (24° 2'10.98"S, 46°27'45.73"O) (Imagem: Letícia Forato) 25

Figura 7 – Interface do software C-POD.exe (Chelonia Inc., versão 2.044). A: Cadeias de cliques NBHF triadas pelo classificador KERNO. B: Seleção de filtros disponíveis para o classificador KERNO 26

Figura 8 – Variação sazonal dos parâmetros acústicos de *Pontoporia blainvilei* registrados no litoral centro de São Paulo, Brasil. (Box-plots: linha superior = máximo, sem outliers; linha da caixa superior = terceiro quartil; linha da caixa do meio = mediana; linha da caixa inferior = primeiro quartil; linha inferior = mínimo, sem outliers). (ICI = intervalo entre cliques) 34

Figura 9 – Variação diária dos parâmetros acústicos de *Pontoporia blainvilei* registrados no litoral centro de São Paulo, Brasil. (Box-plots: linha superior = máximo, sem outliers; linha da caixa superior = terceiro quartil; linha da caixa do meio = mediana; linha da caixa inferior = primeiro quartil; linha inferior = mínimo, sem outliers). (ICI = intervalo entre cliques) 37

Figura 10 – Diagnóstico de ajuste do modelo final 39

Figura 11 – Gráficos dos efeitos das variáveis incluídas no modelo final para o padrão de ocorrência de *Pontoporia blainvilei* no litoral centro de São Paulo, Brasil. Para a variável "hora" foi utilizada uma função suave com 3 graus de liberdade 41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias anuais de mortes de *Pontoporia blainvillei*, registradas pelo Projetos de Monitoramento de Praias (PMP) desde Alagoas até Santa Catarina (Brasil) e disponíveis no Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática – SIMBA (PETROBRAS, 2025)..... 21

Tabela 2 – Tabela 1. Descrição do MAP, mostrando as datas das coletas, quantidade de dias, horas e estação do ano em que os monitoramentos foram realizados, de julho de 2023 a junho de 2024, para *Pontoporia blainvilllei*, no litoral centro de São Paulo, Brasil 24

Tabela 3 – Explicação da amostragem aleatória das 480 cadeias de cliques NBHF, feita a partir do banco de dados total, abrangendo as variáveis categóricas estudadas 27

Tabela 4 – Variáveis ambientais e temporais usadas na modelagem dos dados do padrão de ocorrência de *Pontoporia blainvilei* no litoral centro de São Paulo 29

Tabela 5 – Monitoramento acústico passivo em horas, número de cliques e cadeias (alta qualidade) registradas totais e selecionados para as análises dos parâmetros acústicos de *Pontoporia blainvillei*, separadas por estações do ano, no litoral de Praia Grande, litoral centro de São Paulo, Brasil 31

Tabela 6 – Teste de Tukey aplicado para comparação par a par dos parâmetros acústicos nas estações do ano. Valores apresentados no formato Valor do teste (Valor de p ajustado). (ICI = intervalo entre cliques) 31

Tabela 7 – Parâmetros acústicos, total e das estações do ano, das cadeias de cliques de *Pontoporia blainvillei* registrados no litoral centro de São Paulo, Brasil. Valores apresentados no formato Média ± Desvio Padrão (min–max); (n = número de cadeias de cliques analisadas; ICI = intervalo entre cliques; F-valor = valores de "F" para o teste Anova; p-valor = valores de "p" para o teste Anova) 33

Tabela 8 – Monitoramento acústico passivo em horas, número de cliques e cadeias (alta qualidade) registradas totais e selecionados para as análises dos parâmetros acústicos de *Pontoporia blainvillei*, separadas por períodos do dia, no litoral de Praia Grande, litoral centro de São Paulo, Brasil 35

Tabela 9 – Parâmetros acústicos, total e dos períodos do dia, das cadeias de cliques de *Pontoporia blainvillei* registrados no litoral centro de São Paulo, Brasil. Valores apresentados no formato Média ± Desvio Padrão (min–max); (n = número de cadeias de cliques analisadas; ICI = intervalo entre cliques; F-valor = valores de "F" para o teste Anova; p-valor = valores de "p" para o teste Anova) 36

Tabela 10 – Monitoramento acústico passivo em horas, de julho de 2023 a junho de 2024, separadas por estações do ano e descrição das quantidades de horas que apresentaram detecção positiva de toninhas, *Pontoporia blainvilllei*, no litoral de Praia Grande, litoral centro de São Paulo, Brasil 38
Tabela 11 – Modelos lineares generalizados (GLMMs) ajustados para avaliar a influência das variáveis preditoras no padrão de ocorrência de *Pontoporia blainvillei* no litoral centro de São Paulo. (gl = graus de liberdade; AIC = valores do critério de informação de Akaike; R2c = R condicional)..... 39
Tabela 12 – Coeficientes para variáveis fatoriais incluídas no modelo final de padrões de ocorrência de toninhas no litoral centro de São Paulo 40
Tabela 13 – Comparativo das estatísticas descritivas dos parâmetros acústicos das populações de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) registrados em Praia Grande, SP/Brasil, Baía Babitonga e Praia de Itapirubá SC/Brasil (PAITACH *et al*. 2021) e Claromecó, Argentina (GIARDINO *et al*. 2024). (DP = desvio padrão; ICI = intervalo entre cliques) 42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

1.1 *Pontoporia blainvillei* **14**

1.2 Acústica dos cetáceos odontocetos **17**

1.3 Bioacústica, MAP e a toninha **18**

1.4 Pesquisa científica: A base para a conservação do golfinho mais ameaçado do Atlântico Sul **20**

2 OBJETIVOS 21

2.1 Objetivo Geral **21**

2.2 Objetivos Específicos **21**

3 MATERIAL E MÉTODOS 22

3.1 Área de Estudo **22**

3.2 Coleta de dados **23**

3.3 Triagem dos dados **26**

3.4 Parâmetros acústicos **26**

3.5 Padrão de ocorrência **28**

4 RESULTADOS 30

4.1 Parâmetros Acústicos **30**

4.1.1 Variabilidade sazonal dos parâmetros acústicos **30**

4.1.2 Variabilidade nictemeral dos parâmetros acústicos **35**

4.1.3 Influência de variáveis ambientais nos parâmetros acústicos **38**

4.2 Padrão de ocorrência **38**

5 DISCUSSÃO 42

5.1 Parâmetros acústicos **42**

5.2 Padrão de ocorrência **44**

6 CONCLUSÃO 46

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 47

REFERÊNCIAS 49

1 INTRODUÇÃO

1.1 *Pontoporia blainvilei*

A toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d' Orbigny, 1844) ou franciscana (como é conhecida em espanhol e inglês) (Figura 1), é um pequeno cetáceo pertencente à família Pontoporiidae, que ocorre de forma endêmica no Atlântico Sudoeste, do Espírito Santo, Brasil (SICILIANO; SANTOS, 1994), até a província de Chubut, na Argentina (CRESPO *et al*., 1998). Possui hábitos preferencialmente costeiros e estuarinos até a isóbata de 30 m, com alguns registros até 50 metros (BORDINO *et al.*, 1999; DANILEWICZ *et al*., 2009). Vive em pequenos grupos com até 13 indivíduos (BORDINO *et al*., 1999; CREMER; SIMÕES-LOPES, 2005; 2008) e acredita-se que a espécie seja monogâmica (DANILEWICZ *et al.* 2004), com grupos funcionando como unidades sociais (MENDEZ *et al*. 2010).

Figura 1. Toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844) (Pontoporiidae). (Imagem: Renan Paitach/Projeto Toninhas do Brasil/UNIVILLE, sd)

Possui coloração marrom-acinzentado no dorso e marrom-claro ou cinza-claro na região ventral, o rostro é o proporcionalmente o mais longo entre os cetáceos, com mais de 200 dentes (CREMER *et al*., 2017). Existe variação do tamanho corporal entre as populações ao longo de sua distribuição, os indivíduos das regiões sul (da Argentina ao Rio Grande do Sul) são maiores do que os que vivem mais ao norte (de Santa Catarina ao Rio de Janeiro). No sul as fêmeas podem atingir 1,8 m e os machos 1,6 m, enquanto para a população norte o comprimento estimado máximo é de 1,4 m para as fêmeas e 1,2 para os machos. Os filhotes nascem com 71 cm de comprimento. A idade máxima relatada foi de 21 anos para fêmeas e 20 para machos (PINEDO; HOHN, 2000; ROSAS; MONTEIRO-FILHO 2002; BERTOZZI *et al*., 2009; SILVA *et al*., 2020).

Devido a diferenças genéticas, morfológicas e parâmetros populacionais, Secchi *et al.* (2003) sugeriram uma divisão em quatro áreas de manejo para a toninha, conhecidas como FMAs (*Franciscana Management Areas*), sendo: FMA I - do litoral do Espírito Santo até o norte do Rio de Janeiro, Brasil; FMA II - do sul do Rio de Janeiro até o norte de Santa Catarina, Brasil; FMA III - da costa central de Santa Catarina, no Brasil, até o Uruguai; FMA IV - de Buenos Aires até Chubut, na Argentina. Essas divisões vêm sendo atualizadas com o avanço de novos estudos. Cunha *et al.* (2014), após aprofundamentos de análises genéticas, propôs para a espécie duas Unidades Evolutivamente Significativas (*Evolutionarily Significant Units* – ESU): do Espírito Santo até o norte do Rio de Janeiro (ESU Norte); do sul do Rio de Janeiro até a Argentina (ESU Sul), também sugeriu a divisão da FMAII em duas áreas de manejo FMAIIa e FMAIIb.

Atualmente, após estudos baseados em análises de mtDNA e microssatélites, são consideradas até 10 subdivisões dentro das quatro áreas iniciais: FMAIa (Espírito Santo); FMAIb (norte do Rio de Janeiro); FMAIIa (sul do Rio de Janeiro ao norte de São Paulo); FMAIIb (centro de São Paulo ao norte de Santa Catarina); FMA III (sul de Santa Catarina até o Uruguai); FMAIVa (San Clemente), FMAIVb (Cabo Santo Antônio até o leste de Buenos Aires), FMAIVc (Necochea até Claromecó), FMAIVd (Monte Hermoso até o sudoeste de Buenos Aires) e FMAIVe (Río Negro) (MENDEZ *et al*., 2010; COSTA-URRUTIA *et al*., 2012; CUNHA *et al*., 2014; GARIBOLDI *et al*., 2015, 2016) (Figura 2).

Nara *et al.* (2022), utilizando a região controle do DNA mitocondrial para realizar uma análise filogeográfica, confirmaram a existência de dois morfotipos previamente descritos por Pinedo (1991), uma forma corporal maior (Argentina ao Rio Grande do Sul) e forma corporal menor (norte de Santa Catarina ao Rio de Janeiro), sendo o Cabo de Santa Marta uma possível barreira ao fluxo gênico. Nara *et al.* (2022) reforçam a necessidade de um manejo independente para cada população, e afirmam que as populações ao norte de Santa Catarina devem ser consideradas unidades únicas, com taxas migratórias insuficientes para compensar a mortalidade, e aponta a Baía Babitonga (Santa Catarina, Brasil) como uma população distinta.

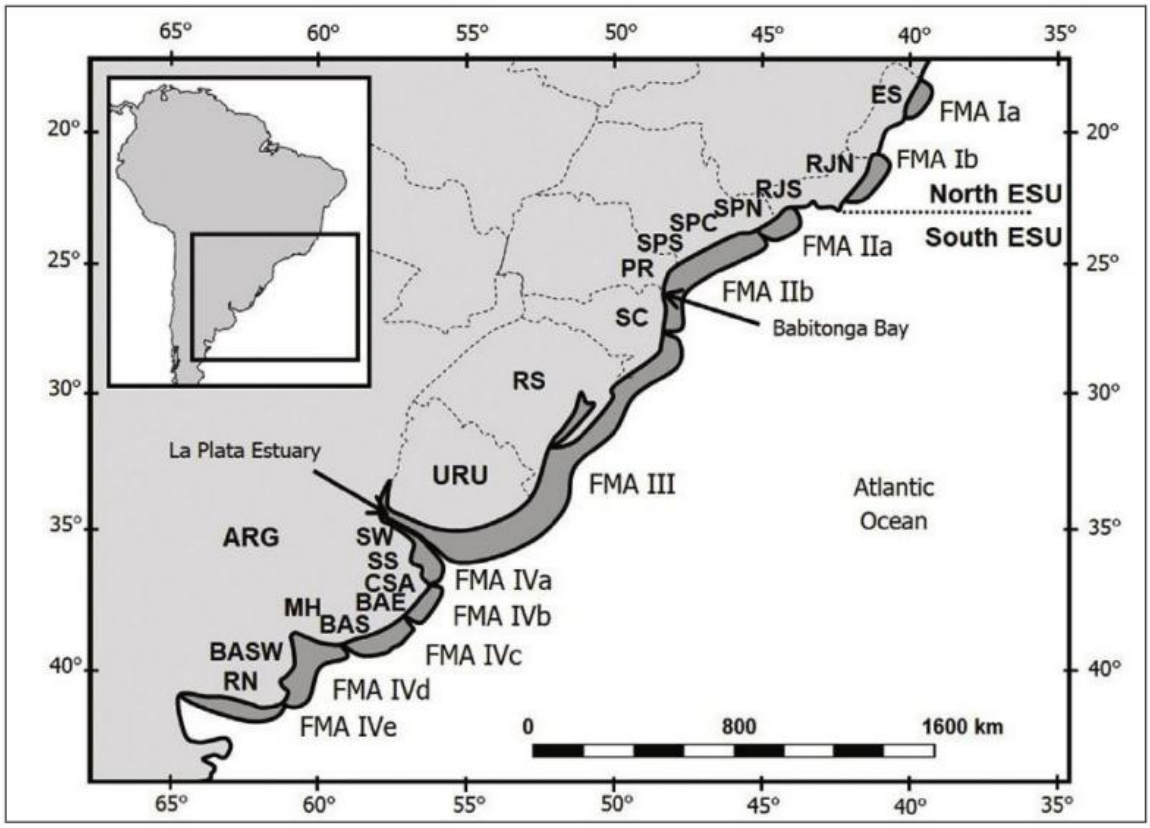


Figura 2. Distribuição de *Pontoporia blainvilei* em sua área de manejo (*Franciscana Management Areas* - FMAs) no Atlântico Sul (*Adaptada de* CUNHA *et al.,* 2014; *por* ARRIAL *et al.,* 2024).

O hábito costeiro somado ao baixo potencial reprodutivo, torna a espécie mais vulnerável aos impactos antrópicos, como a degradação dos ambientes e principalmente a captura acidental em atividade pesqueira de emalhe, sendo este último a principal ameaça para a sobrevivência da espécie, que é considerada o pequeno cetáceo mais ameaçado no Oceano Atlântico Sul Ocidental (SECCHI *et al.*, 2021). O Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática – SIMBA (PETROBRAS, 2025), possui registros diários da mortalidade de fauna alvo (tetrápodes marinhos), gerados pelos Projetos de Monitoramento de Praias (PMP), que atuam desde Alagoas até Santa Catarina (Brasil). Para *P. blainvillei* a média anual de mortes, dos últimos 5 anos (2020 – 2024), geradas nesse monitoramento do Espírito Santo até Santa Catarina, foi de 611 indivíduos por ano, uma média diária de 1,7 indivíduos (PETROBRAS, 2025). Esses níveis atuais de mortalidade resultaram na listagem da toninha como “criticamente ameaçada” na Lista Nacional de Fauna Ameaçada (MMA, 2022) e como “vulnerável” na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza, IUCN (ZERBINI *et al*., 2017) (Figura 3).

Figura 3. A esquerda toninha morta com um lacre de plástico preso ao seu rostro (Imagem: Instituto Biopesca/Projeto de Monitoramento de Praias – PMP, PETROBRÁS. [in *G1 Santos e Região, 2018*]; A direita toninhas impactadas pela captura acidental (Imagem: Instituto Gremar/Projeto de Monitoramento de Praias – PMP, PETROBRÁS [in *G1 Santos e Região, 2023*]).

Informações sobre a toninha na natureza são escassas, pois é uma espécie de difícil visualização, devido ao seu comportamento discreto na superfície, coloração críptica, tamanho pequeno e ao ambiente que ocupa em parte de sua distribuição, com águas turvas de baixa visibilidade (BORDINO *et al.*, 1999; CREMER; SIMÕES-LOPES, 2005). Desta forma a maior parte das informações da espécie são provenientes de indivíduos mortos, acidentalmente capturados em redes de pesca ou encalhados nas praias (CRESPO *et al*., 2009).

1.2 Acústica dos cetáceos odontocetos

Os cetáceos odontocetos desenvolveram conjuntos diferentes de sons para comunicação e ecolocalização. Os sinais tonais, que correspondem aos "assobios" são usados para comunicação social e os sinais pulsados, também chamados de "cliques" estão associados principalmente a ecolocalização (TYACK; CLARCK, 2000). A ecolocalização, utilizada para navegação e forrageamento, é sempre baseada nos cliques (KYHN *et. al*., 2013), porém em algumas espécies essas emissões acústicas também estão associadas com a comunicação do grupo (CREMER *et al.*, 2017; SØRENSEN *et al*., 2018). A frequência e o espectro dos sinais pulsados podem variar entre as espécies e, em alguns casos, até mesmo entre os indivíduos de uma mesma espécie (KYHN *et al*., 2013). Estudos mostram que houve uma evolução convergente dos sinais de ecolocalização dos odontocetos em quatro tipos: pulsos de banda larga; sinais de pulsação múltipla; pulsos modulados de longa frequência; e pulsos de banda estreita em alta frequência (AU, 1993; MØHL *et al*., 2003; ZIMMER *et al*., 2005; KYHN *et al*., 2010; 2013).

Os sons pulsados de banda estreita em alta frequência, conhecidos como NBHF (*narrow band high frequency*) são exclusivos das famílias Pontoporiidae (MELCÓN *et al*., 2012), Kogiidae (MADSEN *et al*., 2014), Phocoenidae (KYHN *et al*., 2013), e de ao menos dois

gêneros de Delphinidae, *Cephalorhyncus* e *Lagenorhyncus* (KYHN *et al*., 2009 e 2010; KURODA *et al*., 2020). As emissões de cliques das espécies NBHF possuem características semelhantes entre si, com frequência de pico alta em torno de 130 kHz, mantendo toda a energia acima de 100 kHz, duração curta e uma forma de pulso bem definida. Essas características estereotipadas tornam possível diferenciar as espécies NBHF de outros cetáceos (KYHN *et al*., 2010; 2013; PAITACH *et al.*, 2021).

A toninha é a única espécie que produz cliques NBHF em águas costeiras do Brasil, facilitando o reconhecimento acústico da espécie, e devido, a sua difícil visualização no ambiente natural, estudos com acústica podem representar uma importante ferramenta para ampliar o conhecimento sobre a ocorrência, habitat e ecologia (PAITACH *et al*., 2016; BARCELLOS; SANTOS, 2021). O monitoramento acústico passivo (MAP) também tem sido descrito como um importante método para o estudo da distribuição e comportamento de cetáceos em regiões com níveis historicamente altos de capturas acidentais (MOORE; READ, 2008; MELLINGER *et al*., 2007; KYHN *et al*., 2012)

1.3 Bioacústica, MAP e a toninha

A bioacústica é uma área que relaciona as ciências acústicas e biológicas, usando tecnologias sonoras para estudar os sistemas, processos e funções envolvidas na produção, emissão, propagação e recepção dos sons dos animais (VALLEE, 2018). Dados acústicos podem ser usados para diversos tipos de estudos, por exemplo, ocorrência e identificação de espécies e de indivíduos, determinação de idade, sexo e status reprodutivo, descrição de comportamentos, estimativa populacional, análise de impactos ambientais, dentre outros (p.ex. TERRY *et al.*, 2005; VÖGELI *et al.*, 2008; LAIOLO, 2010; PAVAN *et al*., 2022).

O desenvolvimento do monitoramento acústico passivo (MAP), através de gravadores autônomos, possibilitou um importante avanço no estudo da bioacústica. Gravadores fixos, além de reduzirem os possíveis efeitos da presença humana no comportamento dos animais, permitiram registrar os sons de maneira contínua por longos períodos. Por outro lado, os gravadores autônomos rebocados por embarcações, possibilitam abranger grande escala espacial em pouco tempo (SOUSA-LIMA *et al*., 2013; PAVAN *et al*., 2022). O MAP viabiliza avaliar mudanças temporais (diárias, sazonais e interanuais) no comportamento acústico e na distribuição da população, além da possibilidade de monitoramento noturno, sem dependência da luminosidade do dia, e em condições climáticas adversas, de forma não invasiva e frequentemente de maneira menos dispendiosa (MELLINGER *et al*., 2007; VAN PARIJS *et al*., 2009). Se tornou importante para estudar aspectos ecológicos e comportamentais, de

animais aquáticos, especialmente os cetáceos (VAN PARIJS *et al*., 2009), pois esses animais dependem do som para a navegação, localização de presas e comunicação, emitindo uma grande variedade de sinais acústicos, além de ser utilizado com sucesso em espécies costeiras de difícil visualização (TYACK; CLARK, 2000; RAYMENT *et al*., 2011; GALLUS *et al*., 2012; JARAMILLO-LEGORRETA *et al*., 2017).

Como todos os métodos, o MAP também apresenta suas limitações. Existe ainda uma grande incerteza na identificação ao nível de espécie para alguns táxons (TOUGAARD, 2010), o que, contudo, não se aplica à toninha, que possui cliques acústicos característicos que permitem sua identificação de forma confiável. A instalação dos equipamentos também pode ser muito desafiadora, com risco de perda, necessitando por vezes de métodos elaborados para estabilizar o detector no ambiente aquático. Pode ocorrer falha de gravação e sendo um método passivo, esses erros só são descobertos após a retirada do equipamento, perdendo assim aquele período amostral realizado. A interferência de diferentes fontes de ruído (ondas, transporte de sedimentos, vento) também podem afetar a detecção, distorcer os resultados e sobrecarregar os registros de monitoramento (PAITACH *et al.,* 2021).

Estudos acústicos com toninhas são mais recentes e tem permitido ampliar o conhecimento sobre a espécie no ambiente natural. O primeiro registro de sinais acústicos para *P. blainvillei* data do início da década de 1970 (BUSNEL *et al*, 1974) em Punta del Diablo, Uruguai, mostrando que os cliques de ecolocalização tinham duração média de 900 ms e os intervalos entre cliques variaram entre 19 e 228 ms. Em 1997, a partir de um indivíduo adulto em reabilitação na Argentina, constataram que a espécie produz cliques NBHF (VON FERSEN *et al*., 2000). O registro de sons NBHF na natureza só aconteceu em 2012, também na Argentina, com cliques de frequência de pico em média de 139 kHz, variando de 130 a 149 kHz (MELCÓN *et al*., 2012).

Em 2014 estudos mostraram que mesmo filhotes são acusticamente ativos (TELLECHEA; NORBIS, 2014) e em 2016 um estudo feito no estuário do Rio Negro, Argentina, sugeriu que filhotes de toninha apresentam faixa de frequência mais ampla do que em adultos (MELCÓN *et al*., 2016). Assobios são raros no repertório acústico da espécie, mas foram relatados em 2017 na Baía Babitonga (CREMER *et al.*, 2017). No mesmo ano o MAP foi utilizado para descrever cliques de ecolocalização de *P. blainvillei* em Santa Lucia del Este, na costa do Uruguai (TELLECHEA *et al*. 2017). BARCELLOS; SANTOS (2021), mostraram o potencial do MAP para a detecção de *P. blainvillei* ao redor da Ilha Anchieta (São Paulo), sudeste do Brasil.

Paitach *et al.* (2021) documentou o primeiro uso de um detector automatizado de sons pulsados de odontocetos (modelo C-POD), para toninhas na Baía Babitonga e na Praia de Itapirubá (Santa Catarina, Brasil), revelando o grande potencial do equipamento para monitorar a ocorrência, parâmetros bioacústicos e comportamento de ecolocalização da espécie.

Por meio de estudos com a acústica de *P. blainvillei*, foi possível identificar que existe variações nos parâmetros acústicos e na ocorrência da espécie, influenciados por sazonalidade, períodos do dia e fatores ambientais abióticos (PAITACH *et al.,* 2017; PAITACH *et al.,* 2021; MULLER *et al.,* 2023; ARRIAL *et al.,* 2024), reforçando que a acústica pode representar uma ferramenta robusta e confiável para entender melhor a ecologia e os comportamentos de *P. blainvillei*.

1.4 Pesquisa científica: A base para a conservação do golfinho mais ameaçado do Atlântico Sul

Devido a sua distribuição costeira e sua alta vulnerabilidade, a toninha foi considerada particularmente uma espécie que necessita de estratégias de manejo e conservação das populações (REEVES *et al*., 2003). A captura acidental vem sendo estudada por mais de 50 anos em toda a distribuição geográfica de *P. blainvillei* e acredita-se que os elevados índices sejam insustentáveis para a espécie, reforçando a urgente necessidade de medidas de manejo e conservação (SECCHI *et al.*, 2003; BERTOZZI *et al.,* 2009; SECCHI *et al.,* 2022). Porém A FMA II, área de manejo abrangida do presente trabalho, possui dados escassos sobre o estado da população (BERTOZZI, 2009).

Registros diários de mortalidade dos últimos 5 anos (2020 – 2024) presentes no SIMBA, revelam que o estado de São Paulo possui as maiores médias anuais de mortes (333,8 indivíduos/ano), correspondendo a 54,6% de toda mortalidade registrada do Espírito Santo até Santa Catarina. A região do litoral centro de São Paulo, abrangida no presente trabalho, representa 34,8% de toda mortalidade documentada na área de cobertura do PMP, refletindo 63,7% das ocorrências do estado de São Paulo, com média de 212,8 indivíduos mortos por ano, o que equivale a 3 animais a cada 5 dias (0,6/dia) (PMP - PETROBRAS, 2025) (Tabela 1). Nas estações primavera e verão se concentram 67 % da mortalidade anual (43% e 24% respectivamente) (PMP - PETROBRAS, 2025), o que sugere a necessidade de monitoramento anual da espécie para compreender as variações no padrão de ocorrência, distribuição e comportamento.

Tabela 1. Médias anuais de mortes de *Pontoporia blainvillei*, registradas pelo Projetos de Monitoramento de Praias (PMP) desde Alagoas até Santa Catarina (Brasil) e disponíveis no Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática – SIMBA (PETROBRAS, 2025).

2020 - 2024	2020	2021	2022	2023	2024	MÉDIA	TOTAL	% total
ES	13	10	7	14	12	11,2	56	1,8%
RJ	10	38	38	28	59	34,6	173	5,7%
SP	271	298	353	272	475	333,8	1669	54,6%
SP - litoral centro	**168**	**195**	**230**	**185**	**286**	**212,8**	**1064**	**34,8%**
PR	30	24	21	29	18	24,4	122	4,0%
SC	149	208	195	195	288	207	1035	33,9%
total	**473**	**578**	**614**	**538**	**852**	**611**	**3055**	

Segundo o Plano de Ação Nacional para a Conservação do Pequeno Cetáceo Toninha (ICMBIO, 2010), estudos multidisciplinares sobre biologia da conservação, abordando, por exemplo, padrões de distribuição, são cruciais para entender a estrutura das populações e determinar áreas de manejo voltadas para a conservação da espécie.

Considerando as altas taxas de mortalidade de *P. blainvillei* no litoral centro de São Paulo ocasionadas principalmente pelas capturas acidentais (BERTOZZI; ZERNIBI, 2002; CREMER *et al.,* 2018; NASCIMENTO *et al.,* 2023) e a escassez de informações sobre a distribuição, padrão de ocorrência e uso de habitat, faz-se imediata a necessidade de estudos de monitoramento *in situ* da espécie na região, sendo o MAP um método promissor e viável para ampliar o conhecimento da ecologia de *P. blainvillei*, contribuindo para o desenvolvimento de futuras medidas de manejo e conservação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Descrever os aspectos acústicos e analisar o padrão de ocorrência de *Pontoporia blainvillei* no litoral centro de São Paulo.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os parâmetros acústicos dos sons pulsados da espécie na região;

- Analisar a influência das variáveis ambientais abióticas (temperatura da água, precipitação pluviométrica e velocidade do vento), nos parâmetros acústicos de *P. blainvillei*;
- Avaliar o padrão de ocorrências de forma sazonal e nictemeral da espécie na área de estudo;
- Analisar a influência das variáveis ambientais abióticas (temperatura da água, precipitação pluviométrica e velocidade do vento) na ocorrência de *P. blainvillei*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O litoral paulista possui cerca de 880 km de linha de costa e é separado em três porções: litoral norte, abrangendo as cidades de Ubatuba, Caraguatatuba, Ilhabela e São Sebastião; litoral centro compreendendo os municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe; e litoral sul com as cidades de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia (CETESB, 2022).

O local da amostragem foi no município de Praia Grande (24° 2'10.98"S, 46°27'45.73"O), porção central do litoral de São Paulo (Figura 4), a qual está inserida na FMA IIb. O litoral centro, conhecido como Baixada Santista, mescla as características geomorfológicas observadas no litoral norte (costas altas e recortadas, planície costeira estreita e proximidade da Serra do Mar) com as do litoral sul (costas baixas e retilíneas, planícies costeiras extensas e maior afastamento da Serra do Mar), apresentando praias dissipativas de baixa energia, com clima úmido e subtropical, alta precipitação de massas polares em regiões onde a Serra do Mar se aproxima da costa (AB'SABER, 1965; DE GOUVEIA SOUZA, 2012).

As condições meteorológicas da região são controladas pela presença do anticiclone subtropical do Atlântico Sul, que favorece a predominância de ventos de leste com velocidade média de 1,49 m/s. A temperatura média do mar varia de 21 °C no inverno e 29,1 °C no verão, com fraca variação vertical. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.73 mm. O litoral centro de São Paulo apresenta regime de marés semidiurno, com desigualdades diárias, com marés de sizígia e quadratura bem definidas e amplitude média de 1,2 m. O nível médio do mar atinge pico em abril/maio e em agosto/setembro. É uma região com presença de estuários, influenciada por descargas fluviais, em especial dos rios Cubatão e Piaçaguera (HARARI *et al.,* 2008) (Figura 4).

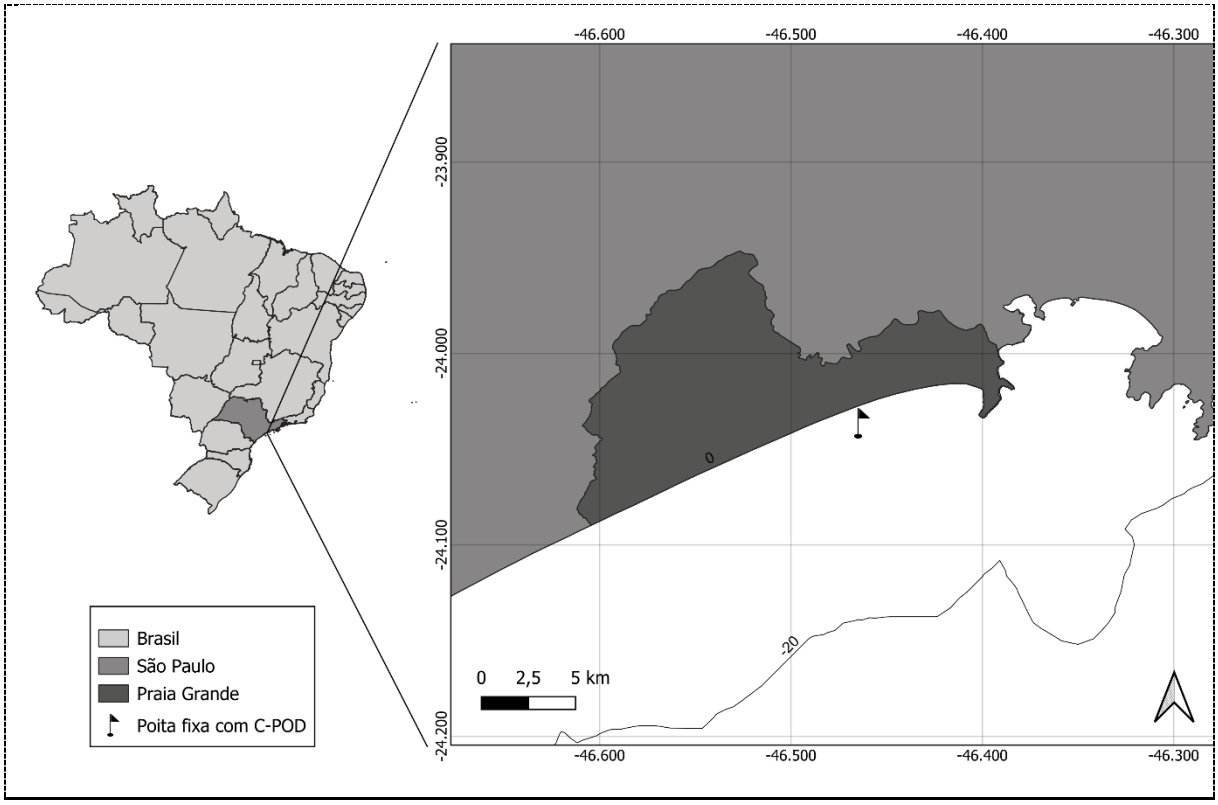


Figura 4. Posição da poita fixa no município de Praia Grande, litoral centro de São Paulo, Brasil, local de instalação do C-POD (24° 2'10.98"S, 46°27'45.73"O), para o monitoramento acústico passivo entre julho de 2023 e junho de 2024.

3.2 Coleta de dados

Os dados foram coletados a partir do uso de detectores automatizados de sons pulsados (cliques), modelo C-POD (*Chelonia Limited*, UK) (Figura 5), numa abordagem de monitoramento acústico passivo (MAP). Estes equipamentos detectam e classificam sons pulsados com frequência entre 20 e 160 kHz a partir de um hidrofone omnidirecional com alcance de detecção potencial para sinais NBHF de aproximadamente 400 m. Os dados são armazenados em um cartão SD e o equipamento é alimentado por dez pilhas alcalinas tamanho D. Podem operar continuamente por mais de quatro meses e apresentam um sistema classificador automatizado robusto e de alta eficácia para sinais NBHF (KERNO), que economiza tempo e reduz o viés de subjetividade do pesquisador na análise dos dados (PAITACH *et al*., 2021). Desde 2006, estudos tem mostrado a eficiência destes equipamentos, especialmente para as espécies que emitem cliques NBHF, por exemplo, *Phocoena phocoena, P. sinus, Phocoenoides dalli* (*e.g.* TREGENZA, 2006; SKOV; THOMPSEN, 2008; KYHN *et al*., 2013; CLAY *et al*., 2018) e *Pontoporia blainvillei* (PAITACH *et al.,* 2021; GIARDINO *et al*. 2024, 2025), espécie alvo deste estudo.

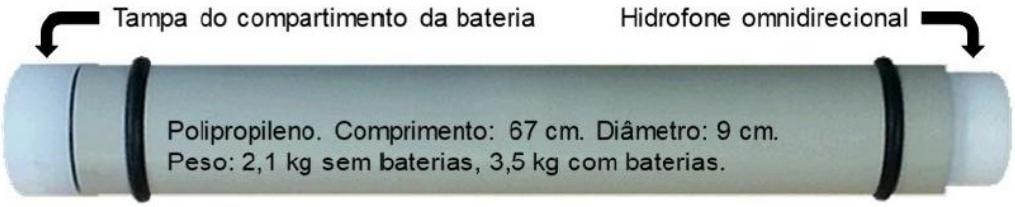


Figura 5. C-POD – Chelonia Limited, UK (PAITACH *et al.*, 2021).

Os equipamentos foram instalados individualmente ao longo de um ano, entre julho de 2023 e junho de 2024, em uma poita fixa (24° 2'10.98"S, 46°27'45.73"O) de pescadores artesanais a 1,01km da costa, na isóbata de 6m (baixa-mar), a uma distância de 1,5 m do fundo (Figura 4). Foram realizadas cinco amostragens, totalizando 83 dias de monitoramento (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição do MAP, mostrando as datas das coletas, quantidade de dias, horas e estação do ano em que os monitoramentos foram realizados, de julho de 2023 a junho de 2024, para *Pontoporia blainvilllei*, no litoral centro de São Paulo, Brasil

AMOSTRAGENS	1	2	3	4	5
Início amostragem	27/07/23	29/11/23	20/12/23	16/03/24	17/06/24
Final amostragem	04/08/23	20/12/23	09/01/24	12/04/24	21/06/24
Dias monitorados	9	21	20	28	5
Horas monitoradas	193h	502h	480h	644h	70h
Estação	Inverno	Verão	Verão	Verão / Outono	Inverno

A poita fixa pode ser descrita como uma âncora ou ponto de amarração permanente usado por pescadores artesanais para fixar suas embarcações ou redes em um local específico. Essa estrutura permite que os pescadores deixem suas redes, armadilhas ou barcos parados em um ponto seguro, mesmo com correntezas ou vento. A poita fixa dos pescadores parceiros desse trabalho é composta por uma base de concreto, que fica ancorada no substrato e uma corda presa a um galão que é usado para sinalização. No processo de instalação do equipamento, o C-POD era amarrado, com uma corda secundária a corda principal, de maneira em que permanecesse na posição vertical em relação a coluna d'água (Figura 6).

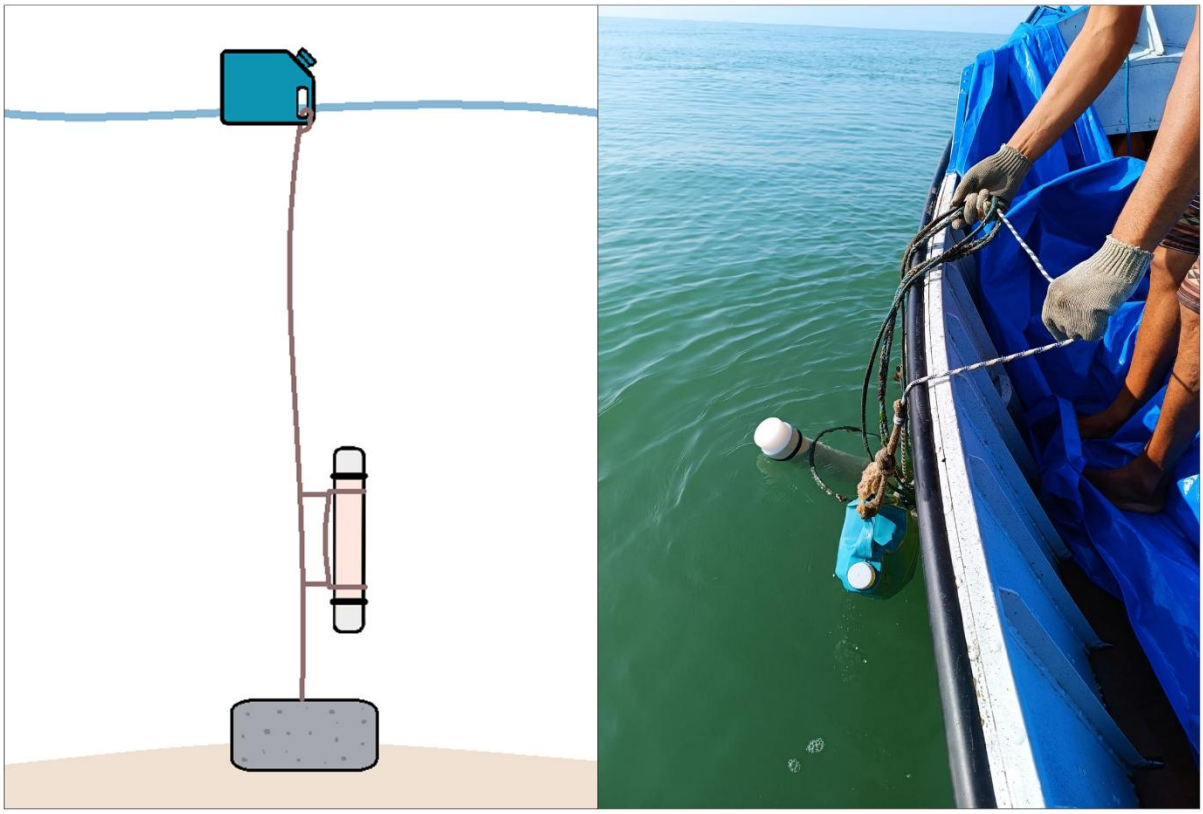


Figura 6. A esquerda, esquema da poita fixa com a amarração do C-POD (Imagem: elaboração própria). A direita, pescadores parceiros realizando a instalação do equipamento no local (24° 2'10.98"S, 46°27'45.73"O) (Imagem: Letícia Forato).

A instalação e a remoção do C-POD foram realizadas juntamente com os pescadores, sendo assim, os dias de início de coleta e o tempo de permanência dependeu das suas atividades de pesca. As embarcações parceiras neste estudo operam redes de emalhe em área costeira até a isóbata de 20 metros, ao longo de todo ano, nas proximidades do local de desembarque no município de Praia Grande (BERTOZZI; ZERBINI, 2002).

Durante os embarques para a instalação dos C-PODS foi registrada a coordenada geográfica (GPS Garmin) e a profundidade foi estimada através das coordenadas, considerando a isóbata da carta náutica (carta 1711, Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN). Dados de temperatura da água foram coletados automaticamente pelo equipamento C-POD. Os outros dados abióticos, precipitação pluviométrica e velocidade do vento, foram coletados a partir do banco de dados "*ERA5-Land hourly data from 1950 to presente*" (MUÑOZ SABATER, 2019), disponível para consulta pelo programa espacial da União Europeia, *Copernicus Europe's Eyes on Earth*, um sistema avançado de observação da Terra que oferece serviços de informação de dados que são extraídos de satélites e monitoramento *in-situ*.

3.3 Triagem dos dados

Os dados coletados pelos detectores e armazenados nos cartões SD foram transferidos para o software C-POD.exe (Chelonia Inc., versão 2.044). Em sequência, as cadeias de cliques passaram pelo classificador automatizado KERNO, do próprio sistema do C-POD.exe, onde é possível identificar e separar as cadeias de cliques NBHF das cadeias de banda larga (*Broadband*), que o sistema classifica como "outros cetáceos". Além disso também foi realizada uma triagem, utilizando o KERNO, de acordo com a qualidade do sinal, onde as cadeias de cliques foram divididas em quatro classes de qualidade (alta, moderada, baixa e ruim). Apenas cadeias de cliques classificadas nas classes alta e moderada foram utilizadas nas análises, conforme recomendação do fabricante (Figura 7).

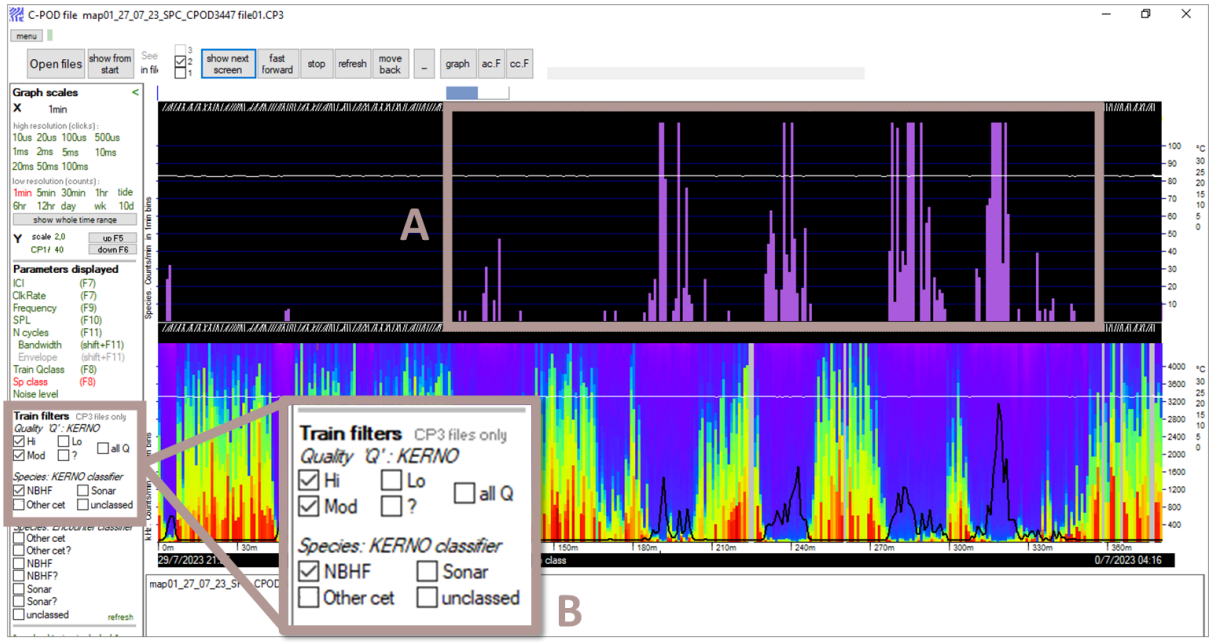


Figura 7. Interface do software C-POD.exe (Chelonia Inc., versão 2.044). A: Cadeias de cliques NBHF triadas pelo classificador KERNO. B: Seleção de filtros disponíveis para o classificador KERNO.

3.4 Parâmetros acústicos

Para a análise dos parâmetros acústicos somente foram consideradas as cadeias de cliques classificadas com alta qualidade. No software C-POD.exe a função "*Full Train Details*" (detalhes completos da cadeia) foi utilizada para exportar os dados que foram salvos, transferidos e agrupados em um banco de dados único no Excel (*Microsoft ® Excel for Office*).

Os seguintes parâmetros acústicos foram analisados: 1. duração da cadeia (ms); 2. número de cliques em uma cadeia; 3. taxa de emissão de cliques na cadeia (cliques/s); 4. ICI - intervalo médio entre cliques (ms); 5. frequência modal da cadeia (kHz); 6. frequência mínima

(kHz); 7. frequência máxima (kHz); 8. amplitude de frequência (kHz) da cadeia. O ICI foi calculado pela divisão da duração da cadeia (1) pelo número de cliques (2) menos 1. A amplitude foi obtida pela subtração da frequência mínima (6) da frequência máxima (7).

Para as análises estatísticas descritivas e gráficas, foi feita uma seleção aleatória de 480 cadeias de cliques a partir do banco de dados total utilizando a função "ALEATÓRIO ( )" do Excel. Essa ferramenta gerou números aleatórios únicos entre 0 e 1 para cada registro de cadeia de cliques, que em seguida foram ordenados de forma crescente utilizando a ferramenta de filtro do programa, desse modo a ordem das cadeias passou a ser aleatória. Por fim, foram selecionadas as primeiras 30 linhas dentro das variáveis categóricas temporais que foram investigadas, totalizando um total de 480 registros (Tabela 3). Esse procedimento assegura que a amostra seja representativa do conjunto total de dados, evitando que o grande volume de registros (18.355 cadeias de alta qualidade) influa artificialmente na significância estatística, de modo que os resultados reflitam diferenças reais e relevantes.

Tabela 3. Explicação da amostragem aleatória das 480 cadeias de cliques NBHF, feita a partir do banco de dados total, abrangendo as variáveis categóricas estudadas.

	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO	
MADRUGADA	30	30	30	30	= 120
MANHÃ	30	30	30	30	= 120
TARDE	30	30	30	30	= 120
NOITE	30	30	30	30	= 120
	= 120	= 120	= 120	= 120	**Total: 480**

Para análise estatística descritiva e gráfica foi utilizado o software R (R Core Team, 2025), versão 4.5.0, utilizando a interface RStudio (RStudio Team, 2024). Os dados foram analisados de forma geral e separados por estações do ano (inverno, primavera, verão e outono) e períodos do dia (madrugada: 00h – 05h59; manhã: 06h – 11h59; tarde: 12h – 17h59; noite: 18h – 23h59), seguindo o critério adotado por Paitach *et al*. (2021), com o intuito de analisar variações temporais nos parâmetros acústicos.

Foi aplicado o teste Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade da distribuição da amostra, que se mostrou com uma distribuição não paramétrica. Para análises de variância dos parâmetros acústicos combinados com as estações do ano e os períodos do dia, foi utilizado o teste ANOVA. Foi definido um nível de significância mais conservador ($p < 0{,}01$), a fim de aumentar o rigor estatístico e evitar falsos positivos. Embora a ANOVA seja indicada normalmente para dados paramétricos, estudos indicam que ela é considerada robusta também

para amostras que não seguem a normalidade quando existe um grande conjunto de dados (BLANCA *et al*., 2017; HAIR *et al*., 2009; GLASS, *et al*., 1972). Para as diferenças significativas identificadas ($p < 0{,}01$) foi utilizado o teste post hoc de Tukey para comparar os pares de grupos. A possível influência das variáveis ambientais abióticas (temperatura da água, precipitação pluviométrica e velocidade do vento) nos parâmetros acústicos foi avaliada utilizando o coeficiente de correlação de Spearman (ρ). Para a visualização das diferenças sazonais e nictemerais nos parâmetros acústicos, foram gerados gráficos de boxplot, a partir dos resultados obtidos no teste ANOVA, no ambiente R (R Core Team, 2025), utilizando a interface RStudio (RStudio Team, 2024). Os outliers foram omitidos visualmente para facilitar a análise.

3.5 Padrão de ocorrência

O padrão de ocorrência de *P. blainvilei* foi analisado a partir da presença ou ausência por hora de monitoramento. Esses dados foram extraídos utilizando a função "DPM" (Detecção Positiva por Minuto) no software C-POD.exe, que foram transferidos para o Excel e agrupados em um banco de dados único. Essa função do programa apresenta quantas cadeias de cliques foram detectadas por minuto dentro de uma hora, sendo assim as horas registradas que apresentaram uma ou mais cadeias eram consideradas como horas com presença de toninhas, consequentemente a ausência era registrada quando nenhuma cadeia de cliques foi detectada. Nessa etapa, somente foram considerados os registros feitos pelo C-POD que tiveram os 60 minutos completos de gravação, para garantir a homogeneidade dos dados.

Para investigar como as variáveis temporais e ambientais influenciam no padrão de ocorrência de toninhas foram construídos modelos lineares generalizados mistos (GLMM) com distribuição binomial (presença/ausência) ajustado com a função "glmer" do pacote "lme4" (BATES *et al*., 2015) no RStudio. Em um processo de modelagem os modelos mistos são pertinentes, pois permitem incluir ao mesmo tempo variáveis de efeito aleatório e fixos, levando em conta a dependência entre os conjuntos de dados (ZUUR *et al*., 2009). Os efeitos fixos são as variáveis preditoras do modelo, ou seja, aquelas que foram usadas para tentar explicar o comportamento da variável resposta; no presente trabalho os efeitos fixos são as variáveis temporais e ambientais abióticas. Já os efeitos aleatórios representam variações naturais que existem, que não são o foco principal da análise, por isso são indicados a fim de tentar minimizar essas diferenças.

O modelo final da variável resposta presença/ausência incluiu como efeito aleatório o fator "Dia", a fim de tentar controlar a variação natural que ocorre entre os dias de coleta. Os

efeitos fixos incluídos no modelo final foram as variáveis temporais e abióticas: 1. Hora do dia (modelada com função "*spline*" com 3 graus de liberdade, para refletir padrões não lineares); 2. Estações do ano; 3. Inclinação do C-POD; 4. Temperatura da água; 5. Precipitação pluviométrica; 6. Vento (Tabela 4). A escolha dos preditores foi feita utilizando uma seleção progressiva das variáveis ambientais e temporais, também utilizada por Paitach *et al.* (2021), com base na seleção de modelos pelo Critério de Informação de Akaike – AIC (AKAIKE, 1974).

Tabela 4. Variáveis ambientais e temporais usadas na modelagem dos dados do padrão de ocorrência de *Pontoporia blainvilei* no litoral centro de São Paulo.

VARIÁVEIS	FAIXA DE VALORES	EXPLICAÇÃO E CATEGORIAS
Hora do dia	cíclico	Ciclo circadiano de 24 horas
Estação	categórico	Outono: 20 de março a 19/20 de junho Inverno: 20/21 de junho a 21/22 de setembro Primavera: 22/23 de setembro a 20/21 de dezembro Verão: 21/22 de dezembro a 19 de março
Inclinação C-POD	0º - 90º	Ângulo de inclinação do C-POD em relação a coluna d'água, sendo 0º na vertical e 90º na horizontal
Temperatura da água	23ºC – 31,9ºC	Temperatura da água em graus Celsius, registrada pelo C-POD no momento do esforço da coleta
Precipitação	0.000 – 14.577 mm	Quantidade de chuva acumulada por metro quadrado (mm/h)
Vento	0.014 - 6.349 m/s	Velocidade média do vento em metros por segundo

Foram realizadas diferentes rodadas de comparação entre modelos para selecionar aquele com o menor AIC e menor número de variáveis resposta, ou seja, o mais parcimonioso (ARRIAL *et al*., 2024). Inicialmente foram realizados modelos com uma variável cada, passava para a etapa seguinte o que tinha o menor valor de AIC. Na próxima rodada uma nova variável era combinada com a selecionada anteriormente e novamente o melhor modelo, agora com duas variáveis, passava para a próxima fase. Esse processo continuou até que novas variáveis adicionadas não melhorassem mais o AIC (ZUUR *et al*., 2009). A visualização gráfica dos efeitos das variáveis fixas (preditoras) sobre a ocorrência de toninhas, foi realizada com o pacote "*effects*", utilizando a função "*predictorEffects*".

O diagnóstico da validação do modelo final foi feito utilizando o pacote DHARMa (HARTIG, 2022), por meio da simulação de resíduos e teste de sobredispersão, não sendo detectadas inconsistências importantes. Para avaliar a proporção da variância explicada pelos efeitos fixos e aleatórios combinados na explicação do padrão de ocorrência de toninhas, foi utilizado o valor do R^2 condicional (NAKAGAWA; SCHIELZETH, 2013), calculado com a função "r.squaredGLMM()" do pacote "MuMIn" (BARTON, 2023).

A significância dos valores de *p* (p-value), obtidos para as variáveis analisadas no modelo final, foi interpretada gradualmente utilizando a "linguagem de evidência" proposta por Muff *et al*. (2022), e utilizada por Arrial *et al.* (2024). Valores de p entre 0,001 e 0,01 como "evidência forte"; entre 0,01 e 0,05 como "evidência moderada"; entre 0,05 e 0,1 como "evidência fraca"; e entre 0,1 e 1 como "nenhuma evidência" (MUFF *el al*., 2022).

4 RESULTADOS

4.1 Parâmetros Acústicos

Em 83 dias de monitoramento foram registrados um total de 1.732.288 cliques de ecolocalização NBHF, distribuídos em 120.776 cadeias, classificadas em alta ou moderada qualidade, sendo 18.358 de alta qualidade (573.196 cliques). Dentre essas cadeias de alta qualidade, 480 foram selecionadas para as análises dos parâmetros acústicos (14.468 cliques).

Os dados revelaram duração de cadeia de 412,03 (±385,71) ms. A média de cliques na cadeia foi de 30,14 (±16,70), a taxa de emissão foi de 116,70 (±102,70) cliques/s, com ICI médio de 14,31 (±10,50) ms. Os cliques de *P. blainvillei* no litoral centro de São Paulo apresentam frequência modal de 129,20 (±3,40) kHz, frequências mínimas de 121,70 (±8,70) kHz e máximas de 133,90 (±4,10) kHz com amplitudes médias de 12,13 (±9,80) kHz (Tabela 7).

4.1.1 Variabilidade sazonal dos parâmetros acústicos

Das 1.889 horas de monitoramento acústico, 597h foram realizadas no outono (com registro de 4.078 cadeias), 226h no inverno (577 cadeias), 543h na primavera (3.476 cadeias) e 523h no verão (10.224 cadeias). Com a seleção aleatória para as análises, o número de cadeias por estação foi igualado e o número de cliques por cadeia ficaram nivelados (Tabela 5).

Tabela 5. Monitoramento acústico passivo em horas, número de cliques e cadeias (alta qualidade) registradas totais e selecionados para as análises dos parâmetros acústicos de *Pontoporia blainvillei*, separadas por estações do ano, no litoral de Praia Grande, litoral centro de São Paulo, Brasil

	TOTAL	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO
Horas monitoradas	1889h	597h	226h	543h	523h
Nº cadeias totais (alta qualidade)	18.355	4.078	577	3.476	10.224
Nº cliques totais (alta qualidade)	573.161	117.078	16.935	104.018	335.130
Nº de cadeias selecionadas	480	120	120	120	120
Nº de cliques selecionados	14.468	3.425	3.550	3.523	3.970

A análise de variância (ANOVA) revelou diferenças significativas entre as estações do ano para cinco dos oito parâmetros acústicos avaliados: taxa de emissão de cliques ($F = 6,811$; $p < 0,01$), intervalo médio entre cliques – ICI ($F = 4,912$; $p < 0,01$), frequência modal ($F = 10,42$; $p < 0,01$), frequência mínima ($F = 8,71$; $p < 0,01$) e amplitude ($F = 5,699$; $p < 0,01$) (Tabela 7). Em contrapartida, a duração das cadeias, número de cliques na cadeia e a frequência máxima não apresentaram variação significativa entre as estações (Tabela 7).

Os testes de comparações múltiplas de Tukey (Tabela 6) revelaram que, para a taxa de emissão (cliques/s) o verão (150,99 ±127,26) foi a estação que se destacou e diferiu significativamente do outono (103,10 ±102,70) e inverno (97,51 ±93,37), apresentando os valores mais elevados, seguido pela primavera (115,09 ±90,04). Desse modo, o intervalo entre cliques (ms) foi significativamente menor no verão (11,41 ±8,51) em comparação com o outono (16,00 ±12,61) e inverno (15,72 ±10,12) (Figura 8).

Tabela 6. Teste de Tukey aplicado para comparação par a par dos parâmetros acústicos nas estações do ano. Valores apresentados no formato Valor do teste (Valor de p ajustado). (ICI = intervalo entre cliques).

	Taxa de emissão (Cliques/s)	ICI (m/s)	Frequencia modal (kHz)	Frequencia mínima (kHz)	Amplitude (kHz)
Inverno-Outono	-5,59 (0,97)	-0,28 (1,00)	1,28 (0,02)	0,94 (0,82)	-0,69 (0,95)
Primavera-Outono	11,99 (0,79)	-1,90 (0,49)	-0,54 (0,59)	-2,98 (0,03)	3,08 (0,07)
Primavera-Inverno	17,58 (0,53)	-1,62 (0,62)	**-1,83 (<0,01)**	**-3,92 (<0,01)**	3,77 (0,01)
Verão-Outono	**47,89 (<0,01)**	**-4,59 (<0,01)**	-0,99 (0,10)	**-3,79 (<0,01)**	3,48 (0,03)
Verão-Inverno	**53,48 (<0,01)**	**-4,31 (<0,01)**	**-2,28 (<0,01)**	**-4,73 (<0,01)**	**4,17 (<0,01)**
Verão-Primavera	35,9 (0,03)	-2,69 (0,19)	-0,45 (0,72)	-0,82 (0,88)	0,40 (0,99)

Com relação à frequência modal (kHz), o teste de Tukey (Tabela 6) mostrou que o inverno (130,50 ±2,97) apresentou valores significativamente mais altos do que a primavera (128,70 ±3,67) e o verão (128,20 ±3,50). Esses resultados estão relacionados a variação na frequência mínima (kHz), que apresentou valores menores no verão (119,40 ±9,71) em comparação com o outono (123,20 ±4,04) e inverno (124,10 ±4,03), para esse parâmetro a primavera (120,10 ±12,66) também se divergiu do inverno, apresentando valores menores. Consequentemente a amplitude foi significativamente maior no verão (14,14 ±10,38) do que no inverno (9,98 ±5,85) (Figura 8).

Tabela 7. Parâmetros acústicos, total e das estações do ano, das cadeias de cliques de *Pontoporia blainvillei* registrados no litoral centro de São Paulo, Brasil. Valores apresentados no formato Média ± Desvio Padrão (min–max); (n = número de cadeias de cliques analisadas; ICI = intervalo entre cliques; F-valor = valores de "F" para o teste Anova; p-valor = valores de "p" para o teste Anova).

PARÂMETROS ACÚSTICOS	TOTAL (n=480)	OUTONO (n=120)	INVERNO (n=120)	PRIMAVERA (n=120)	VERÃO (n=120)	F-valor	p-valor
Duração (ms)	412,03 ± 385,71 (20,82–3489,49)	435,57 ± 351,52 (23,16–2085,36)	453,50 ± 415,32 (20,82–2458,30)	404,38 ± 431,47 (32,95–3489,49)	354,68 ± 333,07 (33,84–2085,93)	1,516	0,209
Nº de cliques	30,14 ± 16,70 (10,00–138,00)	28,54 ± 13,14 (12,00–77,00)	29,58 ± 18,67 (13,00–138,00)	29,36 ± 15,89 (10,00–121,00)	33,08 ± 18,35 (11,00–121,00)	1,749	0,156
Taxa de emissão (cliques/s)	116,70 ± 102,70 (13,00–727,00)	103,10 ± 87,56 (13,00–518,00)	97,51 ± 93,37 (13,00–721,00)	115,09 ± 90,04 (16,00–467,00)	150,99 ± 127,26 (22,00–727,00)	**6,811**	**< 0,01**
ICI média (ms)	14,31 ± 10,50 (1,38–79,18)	16,00 ± 12,61 (1,93–75,78)	15,72 ± 10,12 (1,39–79,18)	14,10 ± 9,96 (2,14–62,45)	11,41 ± 8,51 (1,38–44,97)	**4,912**	**< 0,01**
Frequência modal (kHz)	129,20 ± 3,40 (121,00–140,00)	129,20 ± 3,18 (122,00–140,00)	130,50 ± 2,97 (122,00–138,00)	128,70 ± 3,67 (121,00–140,00)	128,20 ± 3,50 (121,00–136,00)	**10,42**	**< 0,01**
Frequência mínima (kHz)	121,70 ± 8,70 (34,00–139,00)	123,20 ± 4,04 (115,00–139,00)	124,10 ± 4,03 (114,00–134,00)	120,20 ± 12,66 (34,00–136,00)	119,40 ± 9,71 (52,00–130,00)	**8,71**	**< 0,01**
Frequência máxima (kHz)	133,90 ± 4,10 (123,00–144,00)	133,90 ± 4,16 (126,00–144,00)	134,10 ± 3,79 (126,00–144,00)	134,00 ± 4,66 (123,00–143,00)	133,60 ± 3,89 (125,00–144,00)	0,402	0,751
Amplitude (kHz)	12,13 ± 9,80 (2,00–105,00)	10,67 ± 5,99 (2,00–25,00)	9,98 ± 5,85 (2,00–29,00)	13,74 ± 14,12 (3,00–105,00)	14,14 ± 10,38 (3,00–85,00)	**5,699**	**< 0,01**

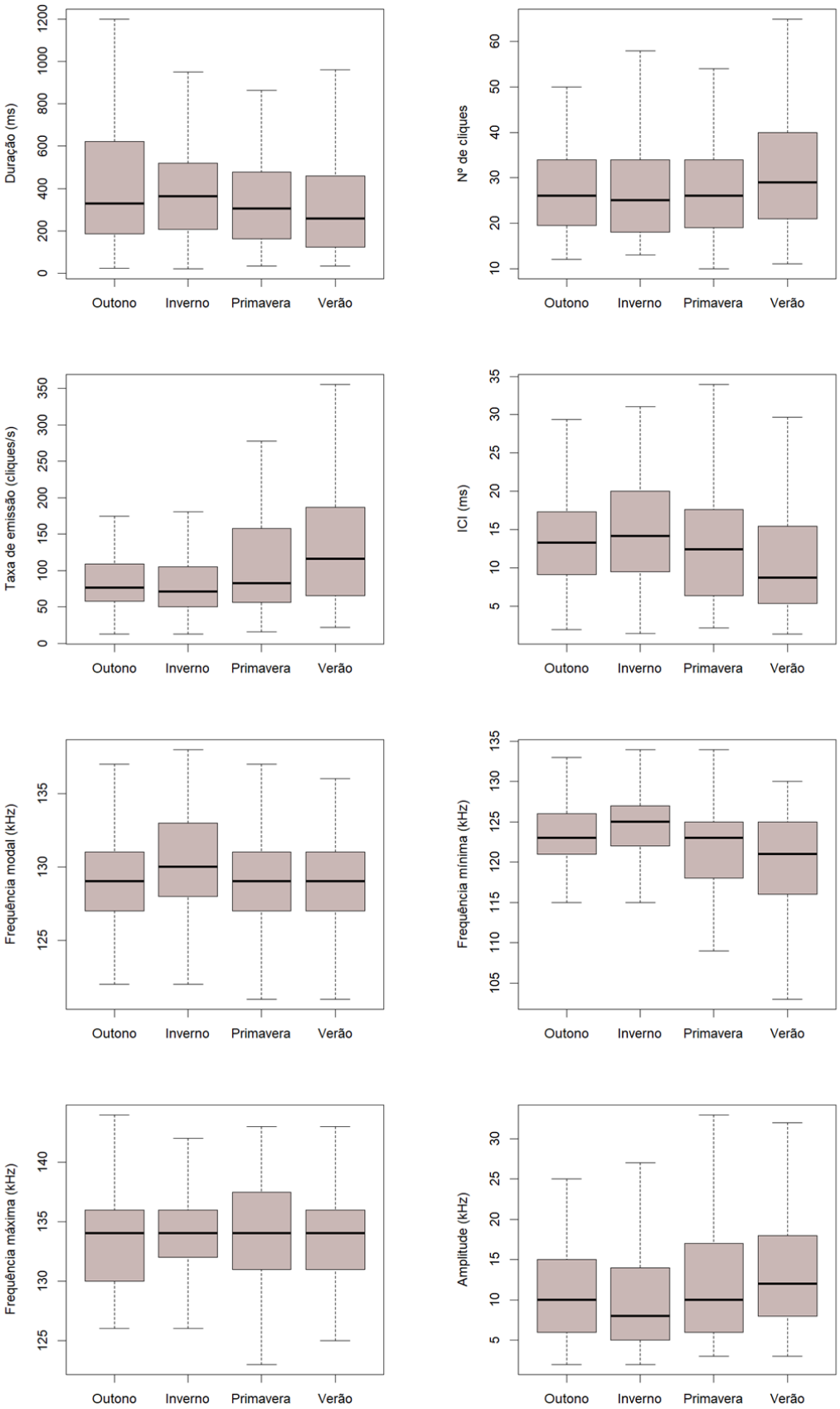


Figura 8. Variação sazonal dos parâmetros acústicos de *Pontoporia blainvilei* registrados no litoral centro de São Paulo, Brasil. (Box-plots: linha superior = máximo, sem outliers; linha da caixa superior = terceiro quartil; linha da caixa do meio = mediana; linha da caixa inferior = primeiro quartil; linha inferior = mínimo, sem outliers). (ICI = intervalo entre cliques).

4.1.2 Variabilidade nictemeral dos parâmetros acústicos

Das 1.889 horas de monitoramento acústico, 474h foram realizadas durante a madrugada (com registro de 6.002 cadeias), 467h de manhã (3.282 cadeias), 474h de tarde (2.807 cadeias) e 474h de noite (6.264 cadeias). Com a seleção aleatória para as análises, o número de cadeias por estação foi igualado e o número de cliques por cadeia ficou nivelado (Tabela 8).

Tabela 8. Monitoramento acústico passivo em horas, número de cliques e cadeias (alta qualidade) registradas totais e selecionados para as análises dos parâmetros acústicos de *Pontoporia blainvillei*, separadas por períodos do dia, no litoral de Praia Grande, litoral centro de São Paulo, Brasil

	TOTAL	MADRUGADA	MANHÃ	TARDE	NOITE
Horas monitoradas	1889h	474h	467h	474h	474h
Nº cadeias totais (alta qualidade)	18.355	6.002	3.282	2.807	6.264
Nº cliques totais (alta qualidade)	573.161	186.829	102.691	86.866	196.775
Nº de cadeias selecionadas	480	120	120	120	120
Nº de cliques selecionados	14.468	3.514	3.720	3.486	3.748

Ao aplicar a análise de variância (ANOVA), não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos parâmetros acústicos de *P. blainvillei* entre madrugada, manhã, tarde e noite. Todos os valores de p foram superiores a 0,01, apontando que os parâmetros acústicos podem permanecer relativamente estáveis ao longo do dia (Tabela 9; Figura 9).

Tabela 9. Parâmetros acústicos, total e dos períodos do dia, das cadeias de cliques de *Pontoporia blainvillei* registrados no litoral centro de São Paulo, Brasil. Valores apresentados no formato Média ± Desvio Padrão (min–max); (n = número de cadeias de cliques analisadas; ICI = intervalo entre cliques; F-valor = valores de "F" para o teste Anova; p-valor = valores de "p" para o teste Anova).

PARÂMETROS ACÚSTICOS	TOTAL (n=480)	MADRUGADA (n=120)	MANHÃ (n=120)	TARDE (n=120)	NOITE (n=120)	F-valor	p-valor
Duração (ms)	412,03 ± 385,71 (20,82–3489,49)	395,01 ± 291,37 (33,42–1521,38)	409,61 ± 377,47 (36,42–2458,30)	406,61 ± 397,45 (20,82–2322,48)	436,90 ± 461,01 (23,16–3489,49)	0	0,86
Nº de cliques	30,14 ± 16,70 (10,00–138,00)	29,28 ± 15,61 (10,00–105,00)	31,00 ± 19,44 (13,00–138,00)	29,05 ± 14,71 (12,00–89,00)	31,23 ± 16,76 (12,00–121,00)	1	0,647
Taxa de emissão (cliques/s)	116,70 ± 102,70 (13,00–727,00)	106,37 ± 84,79 (13,00–587,00)	122,83 ± 102,81 (18,00–624,00)	116,40 ± 114,97 (13,00–727,00)	121,08 ± 106,24 (13,00–561,00)	1	0,603
ICI média (ms)	14,31 ± 10,50 (1,38–79,18)	14,71 ± 10,86 (1,71–79,18)	13,57 ± 9,54 (1,60–54,65)	14,61 ± 10,94 (1,38–74,48)	14,35 ± 10,82 (1,78–75,78)	0	0,835
Frequência modal (kHz)	129,20 ± 3,40 (121,00–140,00)	129,30 ± 3,31 (121,00–138,00)	129,20 ± 3,55 (121,00–140,00)	128,90 ± 3,61 (121,00–138,00)	129,30 ± 3,31 (121,00–140,00)	0,278	0,841
Frequência mínima (kHz)	121,70 ± 8,70 (34,00–139,00)	122,40 ± 4,82 (105,00–133,00)	122,30 ± 9,69 (52,00–139,00)	120,90 ± 11,32 (34,00–136,00)	121,40 ± 7,47 (61,00–136,00)	0,854	0,465
Frequência máxima (kHz)	133,90 ± 4,10 (123,00–144,00)	134,30 ± 3,78 (126,00–142,00)	133,50 ± 4,30 (123,00–144,00)	133,40 ± 4,24 (125,00–144,00)	134,40 ± 4,14 (123,00–144,00)	1,996	0,114
Amplitude (kHz)	12,13 ± 9,80 (2,00–105,00)	11,85 ± 6,39 (3,00–33,00)	11,20 ± 10,56 (2,00–85,00)	12,48 ± 12,85 (2,00–105,00)	12,99 ± 8,44 (2,00–75,00)	1	0,526

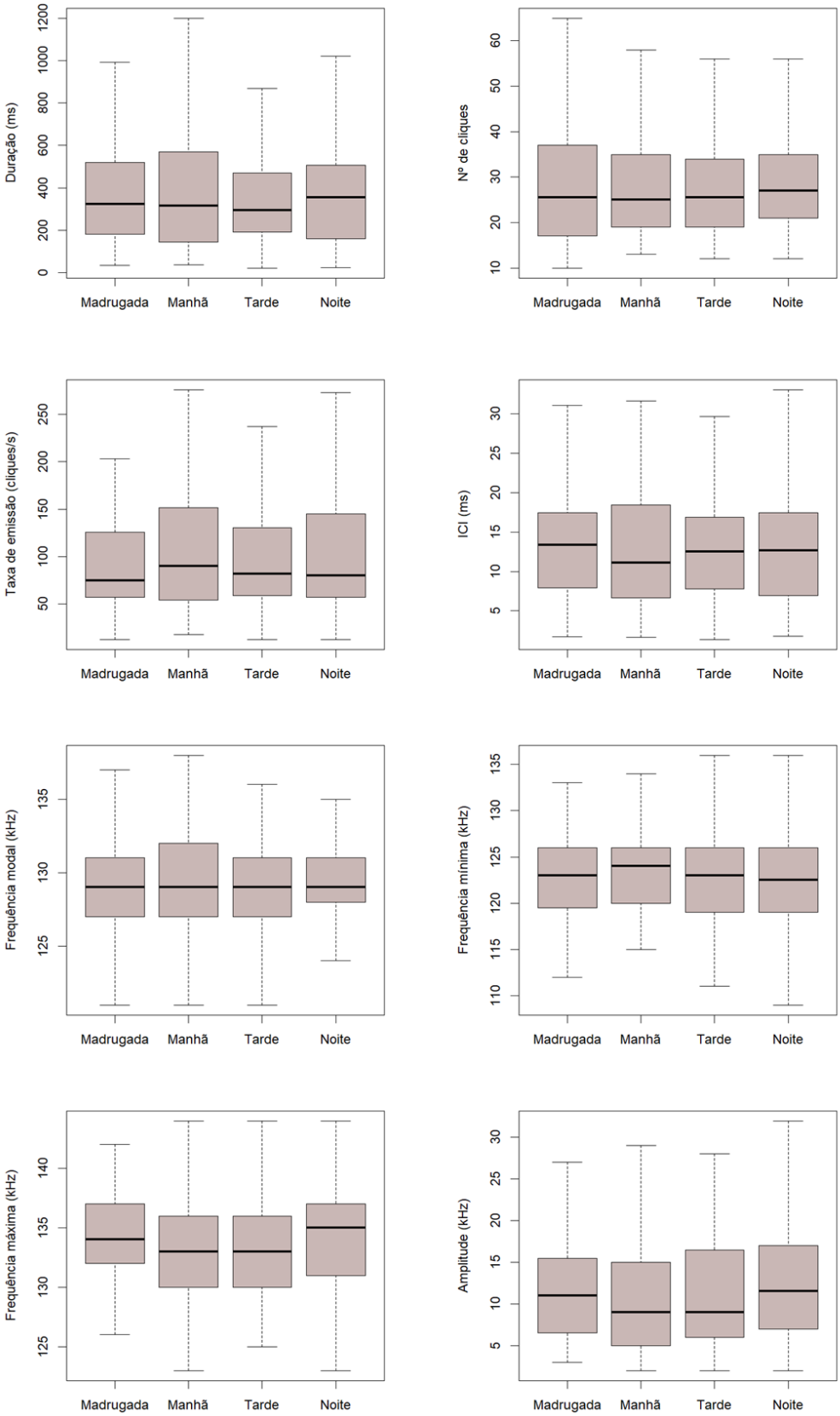


Figura 9. Variação diária dos parâmetros acústicos de *Pontoporia blainvilei* registrados no litoral centro de São Paulo, Brasil. (Box-plots: linha superior = máximo, sem outliers; linha da caixa superior = terceiro quartil; linha da caixa do meio = mediana; linha da caixa inferior = primeiro quartil; linha inferior = mínimo, sem outliers). (ICI = intervalo entre cliques).

4.1.3 Influência de variáveis ambientais nos parâmetros acústicos

Foi aplicado o teste de coeficiente de correlação de Spearman (ρ) para verificar se os parâmetros acústicos, das cadeias de cliques de *P. blainvillei*, poderiam ser influenciados pelas variáveis ambientais abióticas temperatura da água, precipitação e velocidade do vento e não foi encontrado nenhuma correlação significativa.

4.2 Padrão de ocorrência

Das 1.889h de MAP registradas em 83 dias, 759h apresentaram detecção de *P. blainvillei*. O verão apresentou ocorrência da espécie em 50,1% do seu monitoramento, seguido da primavera com 42,6%, outono com 37% e inverno 36,7% (Tabela 10).

Tabela 10. Monitoramento acústico passivo em horas, de julho de 2023 a junho de 2024, separadas por estações do ano e descrição das quantidades de horas que apresentaram detecção positiva de toninhas, *Pontoporia blainvilllei*, no litoral de Praia Grande, litoral centro de São Paulo, Brasil

	TOTAL	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO
Horas monitoradas	1889h	597h	226h	543h	523h
Detecção positiva	759h	221h	83h	193h	262h
% de detecção	40,18%	37,02%	36,73%	42,6%	50,1%

A abrangência do modelo final explicou 24,3% da variância total no padrão de ocorrência de *P. blainvilei* no litoral centro de São Paulo. Três modelos foram ajustados para testar como as variáveis ambientais abióticas influenciam no padrão de ocorrência da espécie. O objetivo principal foi avaliar os padrões temporais, portanto as variáveis hora e estação foram compulsórias, enquanto as demais foram avaliadas buscando entender quais delas era mais influente. Sendo assim o modelo escolhido como mais apropriado para explicar o padrão de ocorrência, buscando equilíbrio entre um bom ajuste estatístico, parcimônia e relevância ecológica, foi o "mFinal", (Tabela 11).

O modelo final apresentou bom ajuste aos dados. A adequação do modelo final, avaliada por meio de diagnósticos de resíduos, indicaram ausência de superdispersão ($p = 0,816$), distribuição adequada dos resíduos (KS test: $p = 0,784$), ausência de outliers significativos ($p = 0,696$) e os resíduos simulados não apresentaram padrões sistemáticos em relação aos valores preditos, sendo então estatisticamente válido dentro dos pressupostos de um modelo linear generalizado misto (GLMM) com família binomial (Figura 10).

Tabela 11. Modelos lineares generalizados (GLMMs) ajustados para avaliar a influência das variáveis preditoras no padrão de ocorrência de *Pontoporia blainvillei* no litoral centro de São Paulo. (gl = graus de liberdade; AIC = valores do critério de informação de Akaike; R^2c = R condicional).

Modelo	Variáveis preditoras	gl	AIC	DELTA AIC	R^2c
mFinal	pbs(Hora, df=3, Boundary.knots=c(0,23)); N_Estacao; Ângulo; Temperatura_agua; Precipitacao; Vento	12	2316.042	3.93	0.243
mVA	Ângulo; ns(Temperatura_agua, 3); ns(Precipitacao, 3); ns(Vento, 3)	12	2342.855	30.74	0.228
mTVA	pbs(Hora, df=3, Boundary.knots=c(0,23)) ; N_Estacao; Ângulo; (Temperatura_agua, 3); ns(Precipitacao, 3); ns(Vento, 3)	18	2324.222	12.11	0.243

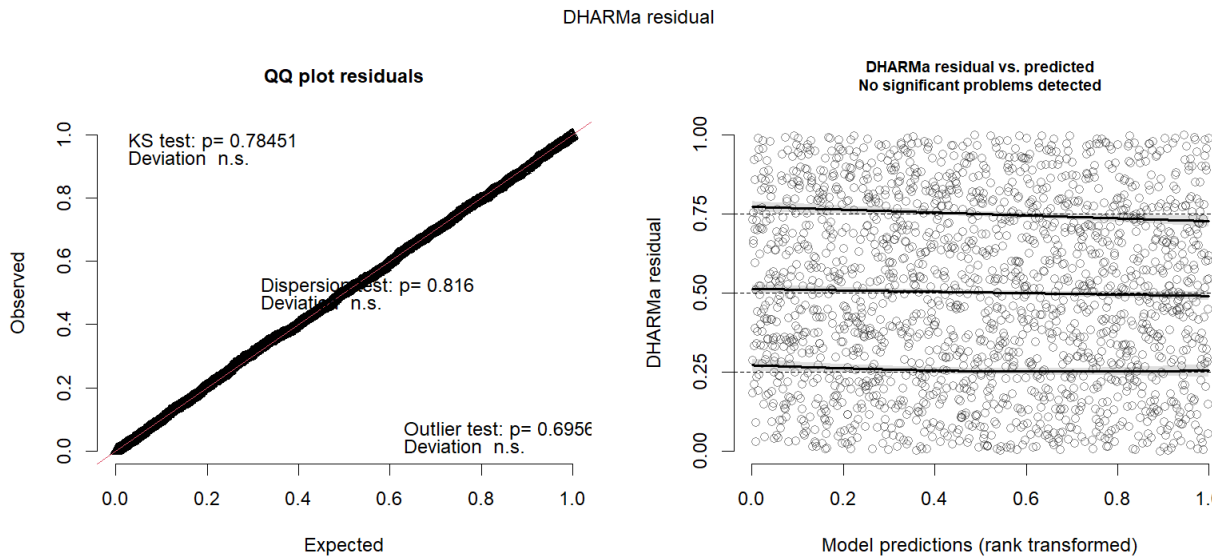


Figura 10. Diagnóstico de ajuste do modelo final.

A ocorrência de *P. blainvillei* foi influenciada por variações temporais e ambientais ao longo do tempo do monitoramento acústico passivo. As variáveis que apresentaram efeitos significativos sobre a probabilidade de ocorrência foram a hora do dia, estação do ano e precipitação. As demais variáveis analisadas não obtiveram valores de *p* significantes (Tabela 12).

Tabela 12. Coeficientes para variáveis fatoriais incluídas no modelo final do padrão de ocorrência de toninhas no litoral centro de São Paulo.

Variável	**Estimativa**	**Erro Padrão**	**Valor z**	**Valor p**	**Evidência** (MUFF, *et al.* , 2022)
(Intercept)	0,0590	2,1021	0,0280	0,98	nenhuma
pbs(Hora, df = 3)1	-0,2935	0,5196	-0,5650	0,57	nenhuma
pbs(Hora, df = 3)2	0,8018	0,2237	3,5850	**<0,01**	**forte**
pbs(Hora, df = 3)3	-0,6223	0,4800	-1,2970	0,19	nenhuma
Estação [inverno]	-0,1432	0,5226	-0,2740	0,78	nenhuma
Estação [primavera]	-0,0195	0,3029	-0,0650	0,95	nenhuma
Estação [verão]	0,7659	0,3231	2,3710	**0,02**	**moderada**
Ângulo	0,0080	0,0188	0,4240	0,67	nenhuma
Temperatura da água	-0,0300	0,0718	-0,4180	0,68	nenhuma
Precipitacao	-0,1366	0,0802	-1,7030	**0,09**	**fraca**
Vento	0,0382	0,0710	0,5390	0,59	nenhuma

Entre as variáveis incluídas no modelo final, o segundo componente da função suave de Hora (pbs(Hora)2) teve destaque e apresentou efeito significativo sobre a ocorrência de *P. blainvillei* (p <0,01), indicando padrão temporal não linear relevante ao longo do dia (Tabela 12). O modelo prevê menor probabilidade de detecção durante o dia, principalmente nas primeiras horas da manhã (por volta das 6h), e durante a noite, com maiores chances de ocorrência no final da noite e início da madrugada (Figura 11).

Em relação às estações do ano, o verão apresentou maior probabilidade de ocorrência (p = 0,02), especialmente quando comparado ao outono e inverno, que mostraram menores chances de detecção (Figura 11).

Entre as variáveis ambientais, a precipitação foi o único fator abiótico que apresentou efeito quase significativo (p = 0,09) sobre a probabilidade de ocorrência de *P. blainvillei*, no litoral centro de São Paulo, onde foi identificada uma relação fraca negativa com a ocorrência de toninhas (Tabela 12; Figura 11). A temperatura da água, a inclinação do C-POD e a velocidade do vento, contribuíram para a melhora do AIC do modelo, porém a interpretação de como essas variáveis influenciam na ocorrência de *P. blainvillei* não ficou clara, já que apresentaram elevado valor de *p*, apontando para uma relação sem relevância na explicação da variância da detecção, mesmo colaborando para o ajuste do modelo (Tabela 12; Figura 11).

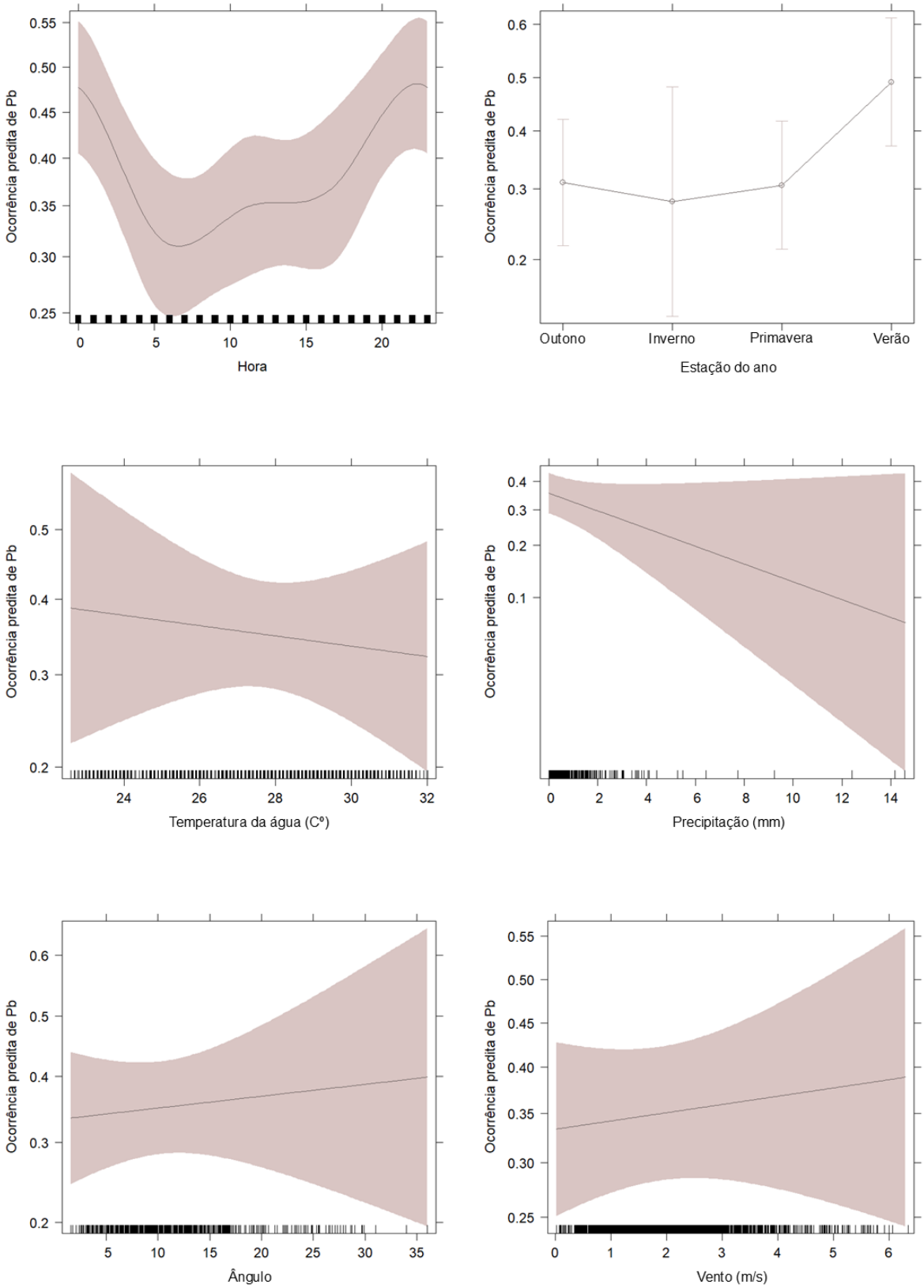


Figura 11. Gráficos dos efeitos das variáveis incluídas no modelo final para o padrão de ocorrência de *Pontoporia blainvilei* no litoral centro de São Paulo, Brasil. Para a variável "hora" foi utilizada uma função suave com 3 graus de liberdade.

5 DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros acústicos

Paitach *et al.* (2021) e Giardino *et al*. (2024) também realizaram o registro dos parâmetros acústicos de *P. blainvillei* utilizando o mesmo equipamento empregado no presente trabalho. Os dados deste estudo, foram mais semelhantes aos encontrados para as populações da Baía Babitonga e Praia de Itapirubá, Santa Catarina/Brasil (PAITACH *et al.* 2021), do que os valores médios registrados em Claromecó/Argentina (GIARDINO *et al*. 2024) (Tabela 13).

Tabela 13. Comparativo das estatísticas descritivas dos parâmetros acústicos das populações de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) registrados em Praia Grande, SP/Brasil, Baía Babitonga e Praia de Itapirubá SC/Brasil (PAITACH *et al*. 2021) e Claromecó, Argentina (GIARDINO *et al*. 2024). (DP = desvio padrão; ICI = intervalo entre cliques).

LOCAL FMA EQUIPAMENTO	Praia Grande/SP FMA IIb C-POD	Baía Babitonga/SC FMA IIb C-POD	Itapirubá/SC FMA IIb C-POD	Claromecó/AR FMA IV F-POD
Duração (ms)	412,03 ± 385,71	399,8 ± 534,6	398,8 ± 486,2	238,03 ± 143,44
Nº de cliques	30,14 ± 16,70	29,5 ± 16,2	29,4 ± 17,3	17,43 ± 16,37
Taxa de emissão (cliques/s)	116,70 ± 102,70	169,1 ± 128,5	143,1 ± 114,8	9 (min) - 647 (max)
ICI média (ms)	14,31 ± 10,50	12,6 ± 13,6	12,3 ± 9,7	24,76 ± 17,19
Frequência modal (kHz)	129,20 ± 3,40	128,7 ± 4,6	129,9 ± 3,2	126,8 ± 3,1
Frequência mínima (kHz)	121,70 ± 8,70	118,0 ± 13,9	123,7 ± 4,6	114
Frequência máxima (kHz)	133,90 ± 4,10	135,1 ± 5,7	134,2 ± 4,0	140
Amplitude (kHz)	12,13 ± 9,80	17,1 ± 15,6	10,5 ± 5,9	-

A maior semelhança, dos parâmetros acústicos registrados no presente trabalho com as populações da Baía Babitonga e Praia de Itapirubá, Santa Catarina/Brasil (PAITACH *et al.* 2021), do que com os valores médios registrados em Claromecó/Argentina (GIARDINO *et al*. 2024) (Tabela 13), pode estar relacionado às diferenças genéticas, morfológicas e populacionais que ocorrem nas áreas de manejo da toninha (FMAs). As populações estudadas por Paitach *et al.* (2021) também se encontram na FMA IIb, enquanto a região de Claromecó/Argentina (GIARDINO *et al*. 2024) está inserida na FMA IV, ou seja, populações que apresentam morfotipos diferentes, com uma possível barreira de fluxo gênico na distribuição da espécie (NARA *et al.,* 2022).

Vale também destacar que Giardino *et al.* (2024) utilizaram F-PODs (*Chelonia Limited, UK*), uma geração mais avançada do C-POD, que possui maior capacidade de detecção de sons pulsados (entre 16 e 220 kHz) quando comparado ao C-POD (entre 20 e 160 kHz). Isso também pode ser um fator a ser considerado para explicar a menor semelhança com a população de *P. blainvillei* de Claromecó. Paitach *et al.* (2021) utilizaram o mesmo modelo (C-POD) do presente estudo (Tabela 13).

Os valores elevados apresentados no verão para a taxa de emissão (cliques/s), somado as menores médias de intervalo entre cliques (ICI ms), pode refletir aumento no forrageamento nessa época do ano. O ICI é utilizado como indicador indireto para reconhecer o comportamento de alimentação das toninhas, que durante o forrageamento aumentam a taxa de emissão de cliques por segundo em uma cadeia de ecolocalização, consequentemente diminuindo o intervalo entre os cliques. Paitach *et al* (2021), baseado em estudos com *Phocoena phocoena*, classificou como zumbidos de alimentação de *P. blainvillei* as cadeias de cliques com ICI menor que 10 ms. O aumento no forrageamento pode estar relacionada a uma maior disponibilidade de presas próximas da costa durante o verão. Já foram observadas populações de *P. blainvillei* aumentarem a taxa de forrageamento nos meses de maior oferta alimentar, visto que se trata de uma espécie oportunista, consumindo as presas mais abundantes na área (DANILEWICZ *et al*., 2002). Porém, o presente trabalho não entrou no âmbito de analisar o comportamento dos animais, separando as cadeias de ecolocalização como deslocamento ou forrageamento, mas as diferenças estatísticas apontadas para o ICI e a taxa de emissão no verão sugerem a necessidade de investigação mais detalhada desses parâmetros acústicos a fim de tentar compreender melhor o comportamento dos animais.

Os menores valores das frequências modal e mínima para o verão e primavera, combinados com a diferença significativa da amplitude no verão, apresentando valores maiores principalmente quando comparado ao inverno, podem refletir a presença de filhotes de *P. blainvillei* nessas épocas do ano (Tabela 7). Melcón *et al*. (2016) registraram os sons de filhotes de *P. blainvillei* no estuário do Rio Negro, observando amplitude maior (≥20kHz) e com frequências mínimas de cliques mais baixas (<100 kHz) que a dos adultos. Muller (2023) também registrou para as toninhas de Ubatuba (São Paulo, Brasil) frequências mais elevadas para o inverno. Dados de animais encalhados mortos, disponíveis no SIMBA, podem corroborar com a hipótese da presença de filhotes na primavera e no verão, alterando os parâmetros acústicos da espécie, as taxas médias de ocorrência de fetos e filhotes encontrados nas praias, de 2020 a 2024, foram mais elevadas na primavera, seguida do verão (PETROBRAS, 2025). Estudos sobre a biologia reprodutiva *P. blainvillei* reforçam que os nascimentos ocorrem em

meses de primavera e verão, principalmente entre outubro e fevereiro (DANILEWICZ, 1996; SCHIAVON, 2000; BERTOZZI, 2009; SILVA, 2011; ULMAN, 2022).

Para os períodos do dia não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos parâmetros acústicos de *P. blainvillei*, (Tabela 9; Figura 9). O mesmo ocorreu para a população de toninhas da Ilha das Cabras em Ubatuba (São Paulo, Brasil), onde não foi observada nenhuma relação entre os períodos do dia e a variação dos parâmetros acústicos (MULLER, 2023).

5.2 Padrão de ocorrência

A maior chance de detecção de *P. blainvillei*, próximo a costa, durante as primeiras horas da manhã e durante o final da noite, podem ser corroborados com outros trabalhos. Arrial *et al.* (2024) em seu trabalho sobre ocorrência e comportamento acústico de *P. blainvillei* em área de pesca no sul do Brasil, utilizaram uma metodologia semelhante ao presente estudo e identificaram evidência forte na relação hora do dia com a presença da espécie, com maior taxa de detecção no período da manhã, seguido pelo período noturno. O padrão cíclico para *P. blainvillei* também foi identificado no trabalho de Paitach *et al.* (2021), corroborando que a espécie é mais detectada nas primeiras horas do dia. Giardino *et al.* (2023), registrou que a ocorrência de toninhas, próximas a uma área de pesca em águas costeiras do sul da província de Buenos Aires (Argentina), foi mais frequente após o pôr do sol, reforçando o padrão de comportamento mais noturno de *P. blainvillei*. Essas variações podem estar associadas a padrões de uso de habitat, com mudança nas áreas de ocorrência ao longo do dia (PAITACH *et al.*, 2021).

Outra hipótese a ser considerada para explicar a variação do padrão diário são os ciclos de maré, que podem provocar mudanças ambientais fazendo com que várias espécies, incluindo cetáceos, apresentem movimentos diários (GIBSON, 2003). Essa variação de maré pode influenciar diretamente no comportamento de *P. blainvillei*, como observado com as populações da Baía Anegada, Argentina (BORDINO *et al*., 1999) e Baía Babitonga (PAITACH *et al*., 2017), onde os animais se deslocavam pelas baías acompanhando o fluxo da corrente. Já em áreas mais abertas, como o caso do litoral centro de São Paulo, os cetáceos parecem ser menos influenciados pelas marés do que dentro de canais estreitos (FERNANDEZ-BETELU *et al*., 2019), porém ela pode ter efeitos nos recursos alimentares, justificando indiretamente a movimentação das toninhas ao longo do dia nessa região (CREMER, 2007; PAITACH, 2015; PAITACH *et al.,* 2017; CREMER *et al.,* 2018). Muitas espécies que vivem na zona entremarés, como moluscos, crustáceos e peixes, realizam movimentos regulares para se alimentar,

acompanhando o ciclo das marés e predadores de topo otimizam a captura de presas utilizando essas mudanças temporais no ambiente aquático (GIBSON, 2003; REIS-FILHO *et al*., 2011; LIN *et al*., 2013).

No presente trabalho o verão foi a estação que apresentou maior probabilidade de detecção de toninhas, especialmente quando comparado ao outono e inverno. Estudos vêm revelando um padrão nas populações de *P. blainvillei* de se aproximarem da costa durante a primavera e verão, época de reprodução e nascimento dos filhotes, aumentando as chances de detecção (BERTOZZI 2009; ROSAS; MONTEIRO-FILHO, 2002; SUCUNZA *et al*., 2019; SILVA *et al*. 2020; DANILEWICZ *et al*., 2022), o que pode explicar a variação sazonal na ocorrência de *P. blainvillei* do litoral centro de São Paulo junto a costa. Como citado anteriormente, os dados médios de encalhes de 2020 a 2024, retirados do SIMBA (PETROBRAS, 2025), mostram que a taxa de mortes de fetos e filhotes, na região central do litoral de São Paulo são mais elevadas na primavera e no verão, respectivamente, corroborando com essa hipótese.

É descrito que as toninhas possivelmente apresentam comportamento monogâmico de reprodução, onde o macho e a fêmea formam uma associação temporária no período reprodutivo (DANILEWICZ *et al.* 2004; ROSAS; MONTEIRO-FILHO 2002). Muller (2023) associou essa característica como uma hipótese para o aumento na quantidade de emissões sonoras, produzidas para a formação de pares reprodutivos na primavera, período também registrado com as maiores taxas de ocorrência. Outra possibilidade para o aumento da detecção de toninhas próximas à costa é a maior emissão de sons relacionada à comunicação dos filhotes com a mãe, especialmente durante os períodos de nascimento na primavera e verão (TELLECHEA; NORBIS, 2014; CREMER, 2017).

Outra suposição é a associação dessa variação presente nas estações do ano com a disponibilidade de presas. Paitach *et al.* (2017; 2021) e Cremer (2007) descreveram a correlação entre distribuição e disponibilidade de alimento para a população de *P. blainvillei* da Baía Babitonga, Santa Catarina/Brasil, onde os animais utilizavam áreas mais extensas no inverno quando comparado ao verão, indicando maior dispersão para forrageamento quando a disponibilidade de presas era menor.

Sobre as variáveis ambientais abióticas, a relação fraca identificada entre a precipitação sobre a probabilidade de ocorrência de *P. blainvillei,* pode indicar que dias mais chuvosos tendem a ter menor probabilidade de detecção acústica da espécie, sugerindo possível influência a ser investigada com maior profundidade. Não ficou claro como as outras variáveis influenciam na ocorrência de *P. blainvillei*, pois mesmo as análises apontando para uma relação

sem relevância, a temperatura, a inclinação do C-POD e a velocidade do vento contribuíram para a confecção do melhor modelo. Arrial *et al.* (2024) utilizaram a precipitação e a temperatura como variáveis preditoras na modelagem de ocorrência para a população de *P. blainvillei* em Laguna, sul do estado de Santa Catarina (Brasil), onde a precipitação não apresentou nenhuma evidência estatisticamente relevante, enquanto a temperatura mostrou evidência fraca negativa, se comportando de forma contrária ao que ocorreu no presente estudo.

Há consenso de que a distribuição, o uso do habitat e o comportamento de cetáceos são influenciados por fatores ambientais, que afetam indiretamente esses padrões ao determinarem a distribuição das presas no ambiente aquático (PAITACH *et al*., 2021; HASTIE *et al*. 2004). Esses resultados podem apontar, mais uma vez, que as variáveis ambientais abióticas podem estar mais relacionadas à distribuição de recursos alimentares no ambiente aquático do que diretamente nos padrões comportamentais da toninha.

A amostragem atendeu os objetivos do presente trabalho, mas cabe lembrar que todos os dados foram obtidos em um ponto único, não aleatório, próximo a costa, em uma plataforma de oportunidade (por exemplo, redes de pesca, poitas fixas e balsas), porém, ainda assim contribuem com novas informações em áreas onde há pouco ou quase nenhum conhecimento sobre a distribuição dos animais (ISOJUNNO *et al*., 2012), (KISZKA *et al*., 2007; MACLEOD *et al*., 2008).

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho revelou que os parâmetros acústicos para *Pontoporia blainvillei* no litoral centro de São Paulo se assemelham mais às populações da FMAIIb, o que pode sugerir que há variação acústica entre as FMAs, ou entre os dois morfotipos, do Sul e do Norte.

Há variação dos parâmetros acústicos ao longo do ano, mas o mesmo não ocorre para os períodos do dia. Mudanças de temperatura, velocidade do vento e precipitação pluviométrica também não alteraram significativamente as emissões acústicas nesse estudo.

Os parâmetros acústicos e o padrão de ocorrência sugerem a presença de filhotes no verão e na primavera próximo a costa e levantou a hipóteses sobre uma maior disponibilidade alimentar nessas épocas do ano e aumento da emissão sonora no período reprodutivo e de nascimento dos filhotes.

Corroborando com estudos anteriores, existe significativamente maior chance de ocorrência de *P. blainvillei* em áreas próximas a costa no verão, na primavera e durante o período noturno e madrugada.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Identificar os períodos sazonais e nictemerais com maiores chances de ocorrência, bem como os meses de reprodução e presença de filhotes na população é uma informação valiosa para futuras medidas de proteção da espécie.

Como também proposto por GIARDINO *et al.* (2023), se confirmado que as toninhas estão mais presentes em áreas de pesca durante à noite, uma possível estratégia mitigatória para a preservação da espécie é a restrição das atividades pesqueiras às horas de sol para reduzir o emaranhamento acidental noturno, pelo menos durante o verão, período também de maior presença de filhotes.

A Instrução Normativa Interministerial (INI) nº 12/2012 estabelece critérios e padrões para o ordenamento da pesca praticada com redes de emalhe nas águas jurisdicionais brasileiras das regiões Sudeste e Sul. Ela dispõe de regras para comprimento de redes, tipo de malha, identificação das embarcações e redes e áreas de proibição ou defeso. No litoral de São Paulo, sob a INI 12, não era permitida pesca de emalhe próxima à costa (dentro de uma milha náutica) por embarcações motorizadas de até 10 metros, porém a Instrução Normativa (IN) nº 15/2020 flexibilizou a legislação permitindo tal prática, impactando diretamente na proteção dos ambientes costeiros, na fauna marinha, reprodução de espécies etc.

Essa mudança atende especificamente as demandas de pescadores artesanais que operam muito próximos à costa, onde originalmente se aplicavam as restrições mais exclusivas. Essa flexibilização sobrepõe a área de pesca com zonas de proteção e com os ambientes costeiros. A regulamentação adequada e a garantia de que a pesca com redes de emalhe próximas à costa seja realizada de forma controlada, são fundamentais para a preservação da biodiversidade e a redução dos impactos sobre espécies ameaçadas, incluindo mamíferos marinhos como a toninha, a fim de diminuir o risco de captura acidental, proteger filhotes e adultos durante períodos críticos de reprodução e contribuir para a manutenção dos ecossistemas costeiros, sendo assim um instrumento legal que integra conservação ambiental e manejo sustentável da pesca artesanal.

O presente trabalho realizou toda a amostragem anual em um ponto único, próximo a costa, sendo então necessária a continuidade de estudos com acústica, principalmente em regiões de ocorrência próximas a áreas de pesca, para entender os padrões de distribuição e ocorrência da espécie, buscando reforçar os resultados apontados nessa pesquisa e criar um robusto embasamento científico voltado para o desenvolvimento de futuras estratégias de manejo e conservação da toninha, especialmente em regiões com alta mortalidade por captura acidental.

O monitoramento acústico passivo e o uso do C-POD, como já demonstrado em trabalhos anteriores, foi utilizado com sucesso para *P. blainvillei* e se mostrou eficaz para estudos de monitoramento de ocorrência e descrição dos parâmetros acústicos, contribuindo para o estudo dessa espécie ameaçada e de difícil monitoramento. Porém observou-se dificuldade na coleta de dados no inverno, visto que os pescadores embarcam menos para suas atividades nessa época do ano, devido as condições do mar.

O presente estudo é um dos primeiros trabalhos a descrever os parâmetros acústicos de *P. blainvillei* no litoral centro de São Paulo, o primeiro a analisar suas variações temporais em escala sazonal e diária e o primeiro a descrever os padrões de ocorrência da espécie na região, contribuindo para a compreensão do comportamento acústico da toninha, suas variações entre populações e apontando a importância de considerar as mudanças sazonais e nictemerais ao investigar os padrões acústicos e de ocorrência, fornecendo subsídios para a gestão e manejo de conservação em uma região com baixa disponibilidade de dados e que possui uma das maiores taxas de captura acidental em toda a distribuição da espécie.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. A evolução geomorfológica. **A Baixada Santista: aspectos geográficos**, 1965.

AKAIKE, Hirotugu. A new look at the statistical model identification. **IEEE transactions on automatic control**, v. 19, n. 6, p. 716-723, 2003.

ARRIAL, Luiz Gustavo Ramos *et al*. Ocorrência e comportamento acústico de toninhas (*Pontoporia blainvillei*, Gervais & d'Orbigny, 1844) em uma área de pesca de pequena escala no sul do Brasil. 2024.

AU, W. **The sonar of dolphins**. Springer Science & Business Media, 1993.

BARCELLOS, D. D.; SANTOS, M. C. O. Echolocation characteristics of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*). **Marine Mammal Science**, v. 37, n. 3, p. 1139-1149, 2021.

BATES, Douglas *et al*. Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of statistical software**, v. 67, p. 1-48, 2015.

BARTON, Kamil. MuMIn: Multi-Model Inference (R Package Version 1.47. 1). 2022. **Avail-1177 able: https://CRAN. R-project. org/package= MuMIn**, v. 1178, 2022.

BERTOZZI, Carolina Pacheco. **Interação com a pesca: implicações na conservação da toninha, *Pontoporia blainvillei* (cetacea, pontoporiidae) no litoral do estado de São Paulo, SP**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BERTOZZI, C. P.; ZERBINI, A. N. Incidental mortality of franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in the artisanal fishery of Praia Grande, São Paulo state, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, p. 153-160, 2002.

BLANCA MENA, M. José *et al*. Non-normal data: Is ANOVA still a valid option?. **Psicothema, 2017, vol. 29, num. 4, p. 552-557**, 2017.

BORDINO, P.; THOMPSON, G.; IÑÍGUEZ, M. Ecology and behaviour of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in Bahía Anegada, Argentina. **J. Cetacean Res. Manage**., v. 1, n. 2, p. 212-222, 1999.

BUSNEL, R.-G.; DZIEDZIC, A.; ALCURI, G. Etudes préliminaires de signaux acoustiques du *Pontoporia blainvillei* Gervais et d'Orbigny (Cetacea, Platanistidae). 1974.

C-POD. Chelonia Limited. Disponível em: < https://www.chelonia.co.uk/index.html >. Acesso em: 07 de maio de 2023.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) **Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias.** São Paulo: Relatório técnico, 123p. 2022.

CLAY, T. A.; MANGEL, J. C.; ALFARO-SHIGUETO, J.; HODGSON, D. J.; GODLEY, B. J. Distribution and habitat use of a cryptic small cetacean, the Burmeister's porpoise, monitored from a small-scale fishery platform. **Frontiers in Marine Science,** v. 5, p. 220, 2018.

COSTA-URRUTIA, P.; ABUD, C.; SECCHI, E. R.; LESSA, E. P. Population genetic structure and social kin associations of franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. **Journal of Heredity**, v. 103, n. 1, p. 92-102, 2012.

CREMER, M. J.; HOLZ, A. C.; BORDINO, P.; WELLS, R. S.; SIMÕES-LOPES, P. C. Social sounds produced by franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Cetartiodactyla, Pontoporiidae). **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 141, n. 3, p. 2047-2054, 2017.

CREMER, Marta Jussara. Ecologia e conservação de populações simpátricas de pequenos cetáceos em ambiente estuarino no sul do Brasil. **Federal University of Paraná, Brazil**, 2007.

CREMER, M. J.; HOLZ, A. C.; SARTORI, C. M.; SCHULZE, B.; PAITACH, R. L.; SIMÕES-LOPES, P. C. Behavior and ecology of endangered species living together: Long-term monitoring of resident sympatric dolphin populations. **Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America: Technological Innovation and Conservation**, p. 477-508, 2018.

CREMER, M. J.; SIMÕES-LOPES, P. C. Distribution, abundance and density estimates of franciscanas, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Pontoporiidae), in Babitonga bay, southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, p. 397-402, 2008.

CREMER, M. J.; SIMÕES-LOPES, P. C. The occurrence of *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny) (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine area in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 717-723, 2005.

CRESPO, E. A. Franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei*. In: Perrin, W. F., Würsig, B. & Thewissen, J. G. M. (Eds.), **Encyclopedia of marine mammals**. New York, NY: 608 Academic Press. 2nd ed. pp. 466–469. 2009.

CRESPO, E. A.; HARRIS, G.; GONZÁLEZ, R. Group size and distributional range of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. **Marine Mammal Science**, v. 14, n. 4, p. 845-849, 1998.

CUNHA, H. A.; MEDEIROS, B. V.; BARBOSA, L. A.; CREMER, M. J.; MARIGO, J.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A. F.; SOLÉ-CAVA, A. M. Population structure of the endangered franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*): reassessing management units. **PloS one**, v. 9, n. 1, p. e85633, 2014.

DANILEWICZ, Daniel. Aspectos da biologia reprodutiva do golfinho franciscana, Pontoporia blainvillei (Gervais & D'Orbigny, 1844)(Mammalia, Cetacea), no litoral do Rio Grande do Sul. 1996.

DANILEWICZ, Daniel *et al*. Reproductive biology of male franciscanas (*Pontoporia blainvillei*)(Mammalia: Cetacea) from Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Fishery Bulletin**, v. 102, n. 4, p. 581-593, 2004.

DANILEWICZ, D.; SECCHI, E. R.; OTT, P.H.; MORENO, I. B.; BASSOI, M.; BORGES-MARTINS, M. Habitat use patterns of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) off southern Brazil in relation to water depth. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 5, p. 943-949, 2009.

DANILEWICZ, Daniel *et al*. The life history of franciscana dolphins. **The Franciscana Dolphin**, p. 85-110, 2022.

DE GOUVEIA SOUZA, Celia Regina. Praias arenosas oceânicas do estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. **Revista do Departamento de Geografia**, p. 308-371, 2012.

FERNANDEZ-BETELU, Oihane *et al*. Fine scale spatial variability in the influence of environmental cycles on the occurrence of dolphins at coastal sites. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 2548, 2019.

GIBSON, Robin N. Go with the flow: tidal migration in marine animals. **Hydrobiologia**, v. 503, n. 1, p. 153-161, 2003.

G1 SANTOS E REGIÃO. Lacre de plástico faz golfinho em extinção morrer de fome na costa de SP. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2018/12/06/lacre-plastico-faz-golfinho-em-extincao-morrer-de-fome-na-costa-de-sp.ghtml>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2025.

G1 SANTOS E REGIÃO. Doze golfinhos são encontrados mortos em praia do litoral de SP. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2023/03/24/doze-golfinhos-sao-encontrados-mortos-em-praia-do-litoral-de-sp-video.ghtml>. Aesso em: 23 de fevereiro de 2025.

GALLUS, A.; DAHNE, M.; VERFUB, U. K.; BRAGER, S.; ADLER, S.; SIEBERT, U.; BENKE, H. Use of static passive acoustic monitoring to assess the status of the 'Critically Endangered'Baltic harbour porpoise in German waters. **Endangered Species Research**, v. 18, n. 3, p. 265-278, 2012.

GARIBOLDI, M. C.; TÚNEZ, J. I.; DEJEAN, C. B.; FAILLA, M.; VITULLO, A. D.; NEGRI, M. F.; CAPPOZZO, L. Population genetics of Franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*): introducing a new population from the southern edge of their distribution. **PLoS One**, v. 10, n. 7, p. e0132854, 2015.

GARIBOLDI, M. C.; TÚNEZ, J. I.; FAILLA, M.; HEVIA, M.; PANEBIANCO, M. V.; VIOLA, M. N. P.; VITULLO, A. D.; CAPPOZZO, H. L. Patterns of population structure at microsatellite and mitochondrial DNA markers in the franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*). **Ecology and evolution**, v. 6, n. 24, p. 8764-8776, 2016.

GIARDINO, G. V.; COSENTINO, M.; BUSCAINO, G.; BASTIDA, R. e RODRÍGUEZ, D. Acoustic detection of franciscana dolphins near artisanal fishing nets in argentina. In: **The Effects of Noise on Aquatic Life: Principles and Practical Considerations**. Cham: Springer International Publishing, 2024. p. 2029-2040.

GIARDINO, G. V.; DENUNCIO, P.; PAPALE, E.; CERAULO, M.; BUSCAINO, G.; BASTIDA, R.; RODRÍGUEZ, D. The acoustic detection of the Franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*), in open sea off the coast of Argentina. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, p. 1-16, 2025.

GLASS, Gene V.; PECKHAM, Percy D.; SANDERS, James R. Consequences of failure to meet assumptions underlying the fixed effects analyses of variance and covariance. **Review of educational research**, v. 42, n. 3, p. 237-288, 1972.

HAIR, Joseph F. *et al*. **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009.

HARARI, Joseph; FRANÇA, C. A. S.; CAMARGO, Ricardo de. Climatology and hidrography of Santos Estuary. **Perspectives on ingrated coastal zone management in South America**, 2008.

HARTIG, Florian. DHARMa: residual diagnostics for hierarchical (multi-level/mixed) regression models. R package version 0.4. 6 [em linha]. 6 mar. 2022.

HASTIE, Gordon 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.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. *Plano de ação nacional para a conservação do pequeno cetáceo Toninha: Pontoporia blainvillei*. Brasília: ICMBio, 2010. 76 p. (Série Espécies Ameaçadas, nº 10).

ISOJUNNO, S.; MATTHIOPOULOS, J.; EVANS, P. G. H. Harbour porpoise habitat preferences: robust spatio-temporal inferences from opportunistic data. **Marine Ecology Progress Series**, v. 448, p. 155-170, 2012.

JARAMILLO-LEGORRETA, A.; CARDENAS-HINOJOSA, G.; NIETO-GARCIA, E.; ROJAS-BRACHO, L.; HOEF, J. V.; MOORE, J.; TREGENZA, N.; BARLOW, J.; GERRODETTE, T.; THOMAS, L.; TAYLOR, B. Passive acoustic monitoring of the decline of Mexico's critically endangered vaquita. **Conservation Biology**, v. 31, n. 1, p. 183-191, 2017.

KISZKA, J.; MACLEOD, K.; CANNEYT, O. V.; WALKER, D.; RIDOUX, V. Distribution, encounter rates, and habitat characteristics of toothed cetaceans in the Bay of Biscay and adjacent waters from platform-of-opportunity data. **ICES Journal of Marine Science**, v. 64, n. 5, p. 1033-1043, 2007.

KURODA, M.; MIKI, N.; MATSUISHI, T. F. Determinants of echolocation click frequency characteristics in small toothed whales: recent advances from anatomical information. **Mammal Review**, v. 50, n. 4, p. 413-425, 2020.

KYHN, L. A. JENSEN, F. H.; BEEDHOLM, K.; TOUGAARD, J.; HANSEN, M.; MADSEN, P. T. Echolocation in sympatric Peale's dolphins (*Lagenorhynchus australis*) and Commerson's dolphins (*Cephalorhynchus commersonii*) producing narrow-band high-frequency clicks. **Journal of Experimental Biology**, v. 213, n. 11, p. 1940-1949, 2010.

KYHN, L. A.; TOUGAARD, J.; BEEDHOLM, K.; JENSEN, F. H.; ASHE, E.; WILLIAMS, R.; MADSEN, P. T. Clicking in a killer whale habitat: narrow-band, high-frequency biosonar clicks of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) and Dall's porpoise (*Phocoenoides dalli*). **PloS one**, v. 8, n. 5, p. e63763, 2013.

KYHN, L. A.; TOUGAARD, J.; JENSEN, F.; WAHLBERG, M.; STONE, G.; YOSHINAGA, A.; BEEDHOLM, K.; MADSEN, P. T. Feeding at a high pitch: Source parameters of narrow band, high-frequency clicks from echolocating off-shore hourglass dolphins and coastal Hector's dolphins. J. Acoust. Soc. Am.125, 1783–1791, 2009.

KYHN, L. A.; TOUGAARD, J.; THOMAS, L.; DUVE, L. R.; STENBACK, J.; AMUNDIN, M.; DESPORTES, G.; TEILMANN, J. From echolocation clicks to animal

density—Acoustic sampling of harbor porpoises with static dataloggers. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 131, n. 1, p. 550-560, 2012.

LAIOLO, P. The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation. **Biological conservation**, v. 143, n. 7, p. 1635-1645, 2010.

LIN, Tzu-Hao; AKAMATSU, Tomonari; CHOU, Lien-Siang. Tidal influences on the habitat use of Indo-Pacific humpback dolphins in an estuary. **Marine biology**, v. 160, n. 6, p. 1353-1363, 2013.

MACLEOD, C. D.; MANDLEBERG, L.; SCHWEDER, C.; BANNON, S. M.; PIERCE, G. J. A comparison of approaches for modelling the occurrence of marine animals. **Essential fish habitat mapping in the mediterranean**, p. 21-32, 2008.

MADSEN, P. T.; SURLYKKE, A. Echolocation in air and water. **Biosonar**, p. 257-304, 2014.

MELCÓN, M. L.; FAILLA, M.; IÑÍGUEZ, M. A. Echolocation behavior of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) in the wild. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 131, n. 6, p. EL448-EL453, 2012.

MELCÓN, Mariana L.; FAILLA, Mauricio; IÑÍGUEZ, Miguel A. Towards understanding the ontogeny of echolocation in franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*). **Marine Mammal Science**, v. 32, n. 4, p. 1516-1521, 2016.

MELLINGER, D. K.; STAFFORD, K. M.; MOORE, S. E.; DZIAK, R. P.; MATSUMOTO, H. An overview of fixed passive acoustic observation methods for cetaceans. **Oceanography**, v. 20, n. 4, p. 36-45, 2007.

MENDEZ, M.; ROSENBAUM, H. C.; SUBRAMANIAM, A.; YACKULIC, C.; BORDINO, P. Isolation by environmental distance in mobile marine species: molecular ecology of franciscana dolphins at their southern range. **Molecular ecology**, v. 19, n. 11, p. 2212-2228, 2010.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2022. Lista Oficial de Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.

MØHL, B.; WAHLBERG, M.; MADSEN, P. T.; HEERFORDT, A.; LUND, A. The monopulsed nature of sperm whale clicks. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 114, n. 2, p. 1143-1154, 2003.

MOORE, J. E.; READ, A. J. A Bayesian uncertainty analysis of cetacean demography and bycatch mortality using age-at-death data. **Ecological Applications**, v. 18, n. 8, p. 1914-1931, 2008.

MUFF, Stefanie *et al*. Rewriting results sections in the language of evidence. **Trends in ecology & evolution**, v. 37, n. 3, p. 203-210, 2022.

MULLER, Patricia Coutinho. **Monitoramento acústico passivo de toninhas (Pontoporia blainvellei) na ESEC Tupinambás, São Paulo**. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MUÑOZ SABATER, J. ERA5-Land hourly data from 1950 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: 10.24381/cds.e2161bac. 2019. Disponível em: < https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-land?tab=overview>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2025.

NARA, L. *et al*. Phylogeography of the Endangered Franciscana Dolphin: Timing and Geological Setting of the Evolution of Populations. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 29, n. 3, p. 609–625, 1 set. 2022.

NASCIMENTO, C.; GODOY, D. F; GUIMARÃES, J. P; MARANHO, A.; BARBOSA, C. B; CHUPIL, H.; WIENER, Y. L; BERTOZZI, C. P. Space-time distribution of strandings of *Pontoporia blainvillei* on the coast of São Paulo, southeastern Brazil. **International Whaling Commission Scientific Committee Meeting** SC /SM, 2023.

NAKAGAWA, Shinichi; SCHIELZETH, Holger. A general and simple method for obtaining R2 from generalized linear mixed-effects models. **Methods in ecology and evolution**, v. 4, n. 2, p. 133-142, 2013.

PAITACH, Renan Lopes *et al*. Ecologia alimentar e espacial da toninha (*Pontoporia blainvillei*) e do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía da Babitonga, Sul do Brasil. 2015.

PAITACH, R. L.; AMUNDIN, M.; HOLZ, A. C.; MORAES, A. K.; SIMÕES-LOPES, P. C.; CREMER, M. J. Preliminary results of passive acoustic monitoring in Babitonga bay, Santa Catarina, Brazil. Abstracts of the Coference Listening for Aquatic Mammals in Latin America, Natal – RN. 2016.

PAITACH, Renan Lopes; SIMÕES-LOPES, Paulo César; CREMER, Marta Jussara. Tidal and seasonal influences in dolphin habitat use in a southern Brazilian estuary. **Scientia Marina**, v. 81, n. 1, p. 49-56, 2017.

PAITACH, R. L. Padrões de uso de habitat e comportamento de toninhas: abordagens acústicas para monitoramento e conservação de uma espécie ameaçada. 2021. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

PAVAN, G.; BUDNEY, G.; KLINCK, H.; GLOTIN, H.; CLINK, D. J.; THOMAS, J. A. History of Sound Recording and Analysis Equipment. **Exploring Animal Behavior Through Sound: Volume 1: Methods**, p. 1-36, 2022.

PINEDO, Maria Cristina. **Development and variation of the franciscana, *Pontoporia blainvillei***. University of California, Santa Cruz, 1991.

PINEDO, Maria Cristina; HOHN, Aleta A. Growth layer patterns in teeth from the franciscana, *Pontoporia blainvillei*: developing a model for precision in age estimation. **Marine Mammal Science**, v. 16, n. 1, p. 1-27, 2000.

RAYMENT, W.; DAWSON, S.; SCALI, S.; SLOOTEN, L. Listening for a needle in a haystack: passive acoustic detection of dolphins at very low densities. **Endangered Species Research**, v. 14, n. 2, p. 149-156, 2011.

REIS-FILHO, José Amorim *et al*. Moon and tide effects on fish capture in a tropical tidal flat. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 91, n. 3, p. 735-743, 2011.

ROSAS, F. C. W.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Reproductive parameters of *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae), on the coast of São Paulo and Paraná states, Brazil. 2002.

SCHIAVON, Daniel Danilewicz. **Biologia reprodutiva e padrões de uso de habitat da toninha, e Pontoporia blainvillei (mammalia, cetacea), no litoral do Rio Grande do Sul.** 2000. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

SECCHI, E. R.; OTT, P. H.; DANILEWICZ, D. Effects of fishing by-catch and conservation status of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. **Marine mammals: Fisheries, tourism and management issues**, p. 174-191, 2003.

SECCHI, E. R.; CREMER, M. J.; DANIELEWICZ, D.; LAILSON-BRITO, J. A synthesis of the ecology, human-related threats and conservation perspectives for the endangered franciscana dolphin. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, p. 617956, 2021.

SECCHI, Eduardo R.; MONTEIRO, Danielle; CLAUDINO, Rodrigo. Is the franciscana bycatch in gillnet fisheries sustainable?. In: **The franciscana dolphin**. Academic Press, 2022. p. 201-234.

SICILIANO, S.; SANTOS, M. C. O. Considerações sobre a distribuição da franciscana *Pontoporia blainvillei* no litoral sudeste do Brasil. **II Encontro de Trabalho sobre a Coordenação de Pesquisa e Conservação da Franciscana, Florianópolis**, 1994.

SILVA, Débora Freitas da. Biologia reprodutiva de toninha, Pontoporia blainvillei (Gervais & D'Orbigny, 1844)(Mammalia Cetacea), no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná. 2011.

SILVA, Débora F. *et al*. Reproductive parameters of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) of Southeastern Brazil. **Marine Mammal Science**, v. 36, n. 4, p. 1291-1308, 2020.

SKOV, Henrik; THOMSEN, Frank. Resolving fine-scale spatio-temporal dynamics in the harbour porpoise *Phocoena phocoena*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 373, p. 173-186, 2008.

SOUSA-LIMA, R. S.; NORRIS, T. F.; OSWALD, J. N.; FERNANDES, D. P. A review and inventory of fixed autonomous recorders for passive acoustic monitoring of marine mammals. **Aquatic Mammals**, v. 39, n. 1, 2013.

SØRENSEN, P. M.; WISNIEWSKA, D. M.; JENSEN, F. H.; JOHNSON, M.; TEILMANN, J.; MADSEN, P. T. Click communication in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 9702, 2018.

TELLECHEA, J. S.; NORBIS, W. Sound characteristics of two neonatal franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*). **Marine Mammal Science**, v. 30, n. 4, p. 1573-1580, 2014.

TELLECHEA, J. S.; FERREIRA, M.; NORBIS, W. Echolocation and burst clicks from Franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) on the coast of Uruguay. **Mar. Mammal Sci**, v. 33, n. 3, p. 687-24, 2017.

TERRY, A. M.; PEAKE, T. M.; MCGREGOR, P. K. The role of vocal individuality in conservation. **Frontiers in Zoology**, v. 2, p. 1-16, 2005.

TOUGAARD, Jakob; KYHN, Line Anker. Echolocation sounds of hourglass dolphins (*Lagenorhynchus cruciger*) are similar to the narrow band high-frequency echolocation sounds of the dolphin genus Cephalorhynchus. **Marine Mammal Science**, v. 26, n. 1, p. 239-245, 2010.

TREGENZA, N. J. "T-POD sensitivity at sea." *In:* Proceedings of the workshop: Static Acoustic Monitoring of Cetaceans, Special Issue 46:29-32. Gdynia, Poland, 2006. http://www.seaturtle.org/mtrg/personnel/SAM_report_ECS_2006.pdf

TYACK, P. L.; CLARK, C. W. Communication and acoustic behavior of dolphins and whales. **Hearing by whales and dolphins**, p. 156-224, 2000.

ULMAN, Victória de Lourenço. Biologia Reprodutiva de fêmeas de Pontoporia blainvillei (Cetacea, Pontoporiidae) do Litoral do Estado de São Paulo. 2022.

VALLEE, M. The Science of Listening in Bioacoustics Research: Sensing the Animals' Sounds. Theory, Culture & Society, v. 35, n. 2, p. 47-65, 2018.

VAN PARIJS, S. M.; CLARCK, C. W.; SOUSA-LIMA, R. S.; PARKS, S. E.; RANKIN, S.; RISCH, D.; OPZEELAND, I. C. V. Management and research applications of real-time and archival passive acoustic sensors over varying temporal and spatial scales. **Marine Ecology Progress Series**, v. 395, p. 21-36, 2009.

VÖGELI, M.; LAIOLO, P.; SERRANO, D.; TELLA, J. L. Who are we sampling? Apparent survival differs between methods in a secretive species. **Oikos**, v. 117, n. 12, p. 1816-1823, 2008.

VON FERSEN, L.; KAMMINGA, C.; SEIDL, A. Estudios preliminares sobre el comportamiento de un ejemplar de franciscana (*Pontoporia blainvillei*) en Mundo Marino, Argentina. In: **Report of the Third Workshop for Coordinated Research and Conservation of the Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in the Soutwestern Atlantic. UNEP/CMS, Bonn.** 2000. p. 30-33.

ZERBINI, A. N.; SECCHI, E.; CRESPO, E.; DANIELEWICZ, D.; REEVES, R. *Pontoporia blainvillei* (errata version published in 2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e. T17978A123792204. 2017.

ZIMMER, W. M. X.; JOHNSON, M. P.; MADSEN, P. T.; TYACK, P. L. Echolocation clicks of free-ranging Cuvier's beaked whales (*Ziphius cavirostris*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 117, n. 6, p. 3919-3927, 2005.

ZUUR, Alain F. *et al*. **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. New York: springer, 2009.