

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Pedro Lucas Lopes de Almeida

**Discriminação acústica entre *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) e duas espécies
simpátricas de delfínídeos no Oceano Atlântico Sul Ocidental**

JUIZ DE FORA- MG

2025

Pedro Lucas Lopes de Almeida

**Discriminação acústica entre *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) e duas espécies
simpátricas de delfínídeos no Oceano Atlântico Sul Ocidental**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito
obrigatório para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas

Orientador: Doutor Artur Andriolo

Coorientador: Mestre Raphael Barbosa Machado

JUIZ DE FORA- MG

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Lopes, Pedro Lucas.

Discriminação acústica entre *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) e duas espécies simpátricas de delfínídeos no Oceano Atlântico Sul Ocidental / Pedro Lucas Lopes. -- 2025.

31 f. : il.

Orientador: Artur Andriolo

Coorientador: Raphael Barbosa Machado

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas, 2025.

1. Bioacústica. 2. Boto-cinza. 3. Ecolocalização. 4. Odontoceto. I. Andriolo, Artur, orient. II. Machado, Raphael Barbosa, coorient. III. Título.

Pedro Lucas Lopes de Almeida

**Discriminação acústica entre *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) e duas espécies
simpátricas de delfínídeos no Oceano Atlântico Sul Ocidental**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito
obrigatório para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas

Aprovada em 21 de agosto de 2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



ARTUR ANDRIOLO

Data: 29/09/2025 10:18:41-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutor Artur Andriolo - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Documento assinado digitalmente



FRANCIELE REZENDE DE CASTRO

Data: 28/09/2025 10:13:44-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutora Franciele Rezende de Castro
Instituto Aqualie

Documento assinado digitalmente



PEDRO MANUEL VILLA

Data: 01/10/2025 10:58:42-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutor Pedro Manuel Villa
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aqueles que estão ao meu lado desde o meu primeiro momento na Terra: minha mãe, Fernanda, minhas tias, Aline e Lidiane, e meu avô, talvez o maior responsável por eu ser quem sou, José Salvador. Você, só morre quem não é lembrado. O senhor estará em minhas memórias até o meu último suspiro.

Quero agradecer imensamente ao restante da minha família materna. Tias, tios e primos. São muitos para citar nome por nome, mas muito obrigado por me apoiarem.

Além deles, aos meus amigos. Enthony, Darwin, Yan, Gabriel, Cler, Jorgin, a galera da Marx Pão... enfim, também são muitos. A faculdade sem vocês não teria o mesmo brilho.

Agradeço ao professor Artur, ao Rapha, às pessoas envolvidas no Projeto Megafauna, e ao Aqualie, que disponibilizaram e coletaram os dados, disponibilizaram seu tempo e paciência para comigo na realização deste trabalho e por me considerarem nesse projeto com os botos-cinza.

Agradeço à banca por ter aceito o convite de ler e trazer considerações relevantes para a construção deste trabalho.

Por fim, uma das pessoas mais importantes da minha vida: minha companheira, Luiza. Obrigado por estar ao meu lado em todos os momentos e por todo carinho que você tem comigo.

Por que a revolução capitalista da produção, com seu rápido desenvolvimento de máquinas e tecnologia, distorce a interação metabólica mais do que nunca, de modo que hoje ameaça a existência da civilização humana e todo o ecossistema com desertificação, aquecimento global, extinção de espécies, destruição da camada de ozônio e desastres nucleares? (Saito, 2021, p. 86)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo discriminar acusticamente três espécies de delfínídeos – *Sotalia guianensis*, *Steno bredanensis* e *Tursiops truncatus* – a partir dos parâmetros acústicos dos cliques de ecolocalização. O Monitoramento Acústico Passivo tem se mostrado uma ferramenta viável para a estimativa de abundância de cetáceos, porém se faz necessária a identificação de propriedades acústicas espécie-específicas. Aqui, os sinais de ecolocalização foram coletados por meio do PAMGuard e, posteriormente, utilizando o pacote PAMpal no R, os seguintes parâmetros foram extraídos: frequências pico, mínima, máxima e central a 3dB e 10dB, além da largura de banda a 3 dB e a 10 dB. No total, 1128 cliques foram analisados: 653 de *S. guianensis*, 260 de *S. bredanensis* e 215 de *T. truncatus*. A análise de componentes principais (PCA) indicou a sobreposição de parâmetros acústicos entre as espécies, sobretudo entre *S. guianensis* e *S. bredanensis*, enquanto *T. truncatus* apresentou menor sobreposição. O teste estatístico Kruskal-Wallis revelou que a largura de banda a 10 dB foi insignificante para a discriminação acústica das espécies. Em seguida, o teste post-hoc de Dunn-Bonferroni demonstrou que a largura de banda a 3 dB, as frequências mínima a 3dB e 10dB e a frequência máxima a 3 dB foram os parâmetros mais eficazes para diferenciar as três espécies. A frequência pico, embora relevante, não se mostrou discriminatória entre *S. guianensis* e *S. bredanensis*. Os resultados indicam que há potencial para o desenvolvimento de modelos de classificação acústica específicos para *S. guianensis*.

Palavras-chave: Bioacústica. Boto-cinza. Ecolocalização. Odontoceto.

ABSTRACT

The present study aimed to acoustically discriminate three dolphin species – *Sotalia guianensis*, *Steno bredanensis*, and *Tursiops truncatus* – based on the acoustic parameters of echolocation clicks. Passive Acoustic Monitoring has proven to be a viable tool for estimating cetacean abundance; however, the identification of species-specific acoustic properties remains necessary. Here, echolocation signals were collected using PAMGuard and subsequently processed with the PAMpal package in R, from which the following parameters were extracted: peak, minimum, maximum, and centroid frequencies at 3 dB and 10 dB, in addition to bandwidth at 3 dB and 10 dB. In total, 1,128 clicks were analyzed: 653 from *S. guianensis*, 260 from *S. bredanensis*, and 215 from *T. truncatus*. Principal Component Analysis (PCA) indicated an overlap of acoustic parameters among species, particularly between *S. guianensis* and *S. bredanensis*, whereas *T. truncatus* exhibited less overlap. The Kruskal–Wallis statistical test revealed that bandwidth at 10 dB was not significant for acoustic discrimination among species. Subsequently, Dunn-Bonferroni post-hoc test showed that bandwidth at 3 dB, minimum frequencies at 3 dB and 10 dB, and maximum frequency at 3 dB were the most effective parameters for distinguishing the three species. Peak frequency, although relevant, was not discriminatory between *S. guianensis* and *S. bredanensis*. The results indicate potential for the development of species-specific acoustic classification models for *S. guianensis*.

Keywords: Bioacoustic. Guiana dolphin. Echolocation. Odontocete.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Mapa da área de amostragem. Cada estrela corresponde a uma localidade e uma detecção de cada espécie por ano analisado.....	17
Figura 2	– Exemplo de um clique extraído de <i>T. truncatus</i> . No gráfico superior, visualizamos cadeias de cliques detectados pelo click detector, nas quais cada círculo representa um sinal de ecolocalização. O gráfico inferior esquerdo apresenta a forma de onda de um clique nos canais ch1 e ch2. O gráfico inferior central mostra a visualização do espectro, indicando a distribuição de energia do clique ao longo das frequências. No gráfico inferior direito, vemos a apresentação da distribuição de energia ao longo da frequência e do tempo.....	18
Figura 3	– Resultado da PCA envolvendo as três espécies: Sb (<i>Steno bredanensis</i>), Sg (<i>Sotalia guianensis</i>) e Tt (<i>Tursiops truncatus</i>). Os eixos são representados pelo componente principal 1 (PC1) e componente principal 2 (PC2), seguido do percentual de explicação da variância entre parênteses.....	20
Figura 4	– Resultado da PCA envolvendo duas espécies: Sb (<i>Steno bredanensis</i>) e Sg (<i>Sotalia guianensis</i>). Os eixos são representados pelo componente principal 1 (PC1) e componente principal 2 (PC2), seguido do percentual de explicação da variância entre parênteses.....	22
Figura 5	– Resultados da comparação múltipla de Dunn entre as espécies Sb (<i>Steno bredanensis</i>), Sg (<i>Sotalia guianensis</i>); Tt (<i>Tursiops truncatus</i>). Os valores de p são: $p > 0,05$ (ns); $p < 0,05$ (*); $p < 0,01$ (**); $p < 0,001$ (***); $p < 0,0001$ (****).....	24
Figura 6	– Resultados do teste U de Mann-Whitney entre as espécies Sb (<i>Steno bredanensis</i>), Sg (<i>Sotalia guianensis</i>). Os valores de p são: $p > 0,05$ (ns); $p < 0,05$ (*); $p < 0,01$ (**); $p < 0,001$ (***)......	25

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Tabela 1: Estatísticas descritivas para cliques de Sg (*Sotalia guianensis*); Tt (*Tursiops truncatus*); Sb (*Steno bredanensis*). Parâmetros do clique: PF, frequência pico; Fmin, frequência mínima; Fmax, frequência máxima; FC, frequência central; B10, largura de banda a 10 dB; B3, largura de banda a 3 dB. Os valores são apresentados como média $\pm$ desvio padrão, e os percentis 10 e 90 abaixo respectivamente. As frequências estão em kHz.....19
- Tabela 2 – Resultados da análise Kruskal-wallis. Parâmetros do clique: FP, frequência pico; Fmin, frequência mínima; Fmax, frequência máxima; FC, frequência central; B10, largura de banda a 10 db; B3, largura de banda a 3 dB. Para $p < 0,05$ (*). Grau de liberdade = 2.....23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1	ÁREA DE ESTUDO E COLETA DE DADOS.....	15
2.2	ANÁLISE DOS DADOS ACÚSTICOS.....	17
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O Antropoceno, iniciado na metade do século XX, foi proposto, ainda de maneira informal, como uma nova época geológica dentro do Cenozóico Quaternário. A justificativa para a implementação desse atual tempo geológico se fundamenta a partir do reconhecimento da interferência significativa dos seres humanos na natureza (Crutzen, 2002; Zalasiewicz et al., 2017), impulsionada, principalmente, pelo surgimento e desenvolvimento do capitalismo (Román; Molinero-Gerbeau, 2023; Soriano, 2018). Isso porque, historicamente, verifica-se que os interesses da classe capitalista visam o crescimento da economia sustentado pela constante exploração de uma natureza finita (De Sabata, 1995).

Essa contradição se materializa por meio de uma série de indicadores ambientais, que denunciam a gravidade dos impactos antropogênicos, como o aumento abrupto das concentrações de gases causadores do efeito estufa a partir da Primeira Revolução Industrial (Etheridge et al., 1996; World Meteorological Organization, 2024); o aumento de alterações nas temperaturas médias regionais (Molina et al., 2025); o surgimento de novas rochas, como as rochas de plástico formadas na Ilha da Trindade (Santos et al., 2022); e a crescente taxa de extinção de espécies (De Vos et al., 2015).

Dessa maneira, sabe-se que as perturbações causadas pelas intensas atividades humanas afetam a biodiversidade em escalas regionais e globais, com efeitos particularmente intensos nos ecossistemas marinhos (Krishna et al., 2025). Nesse contexto, estudos evidenciam que os impactos antropogênicos sobre os cetáceos têm se intensificado e ocorrem em todos os lugares, aumentando a preocupação sobre o estado de conservação das populações de baleias e golfinhos (Halpern et al., 2015). Cetáceos de rios e de hábitos costeiros enfrentam grandes riscos devido à sua proximidade a assentamentos humanos e à distribuição restrita a pequenas áreas de vida (Avila; Kaschner; Dormann, 2018).

Dentre esses animais, destaca-se o boto-cinza (*Sotalia guianensis*). A espécie se trata de um pequeno cetáceo odontoceto com distribuição geográfica limitada às zonas costeiras da região tropical e subtropical do oeste das Américas, abrangendo estuários e baías, desde a Nicarágua, na América Central, até o estado de Santa Catarina, no sul do Brasil (Flores; Silva; Fettuccia, 2018). Os golfinhos dessa espécie são animais sociais, cujo comportamento social é caracterizado por uma estrutura de fissão-fusão com composição dinâmica, frequentemente formando grupos

pequenos e coesos (Lunardi; Ferreira, 2014). Por meio da fotoidentificação, foi demonstrado que esses animais podem permanecer na mesma área por períodos contínuos de até 10 anos e apresentam padrões de distribuição e uso de habitat relativamente reduzidos (Flores; Bazzalo, 2004; Oshima; Santos, 2016). Além disso, processos evolutivos decorrentes da heterogeneidade dos habitats ao longo de sua distribuição, exibem grande plasticidade comportamental, como o uso das margens de manguezais para capturar presas (Louzada, 2014; Pierry et al., 2024).

Assim, as características ecológicas e de uso do habitat pelos botos-cinza os tornam mais suscetíveis aos distúrbios ambientais e ao risco de extinção (De Jesus Lobo et al., 2021; Tardin et al., 2020). Dentre as maiores ameaças estão a interação com a indústria pesqueira, ocasionando a pesca acidental (bycatch), e a perda de habitat (Crespo et al., 2010; Secchi; Santos; Reeves, 2018). Nesse contexto, diversas pesquisas apontam que as populações localizadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, que são as áreas com maior intensidade de impactos humanos, apresentam condições preocupantes, como redução na variabilidade genética, diminuição do tamanho populacional e maior incidência de doenças, além de mudanças nos padrões comportamentais e na comunicação dos indivíduos (Azevedo et al., 2017; Caballero et al., 2018; Maciel et al., 2023; Soares et al., 2022).

Diante disso, o boto-cinza é classificado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) como “Vulnerável” (VU) segundo o critério A4bcde (Domit et al., 2023) e a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) considera a espécie como “Quase ameaçada” (NT) sob os critérios A2d+3d+4d (Secchi; Santos; Reeves, 2018). Embora os dados atuais nos permitam enquadrar *S. guianensis* dentro de uma categoria com relação ao seu risco de extinção, ainda existem lacunas quanto à estrutura populacional, tendências demográficas e parâmetros ecológicos ao longo de sua área de ocorrência. Diante desse contexto, o subcomitê de pequenos cetáceos da Comissão Internacional da Baleia (IWC) estabeleceu como urgente, dentre outras medidas, a avaliação das tendências temporais de abundância populacional (Domit et al., 2021).

No que diz respeito à conservação de predadores de topo, a estimativa de abundância é um parâmetro demográfico muito importante a ser considerado (Sutherland, 2000). Tradicionalmente, as estimativas populacionais de cetáceos baseiam-se em fotoidentificação e levantamentos visuais, como a amostragem por distâncias, porém essa abordagem apresenta

limitações, especialmente em cenários onde os indivíduos não estão visíveis para serem contabilizados.

Alternativamente, o Monitoramento Acústico Passivo (MAP), o qual é um método que se utiliza tanto de gravadores acústicos autônomos quanto de sistemas de arrasto para registrar as vocalizações de baleias e golfinhos, tem sido amplamente utilizado para o estudo da biologia, do comportamento e da ecologia de cetáceos (Andriolo et al., 2018). Esse método apresenta vantagens em comparação ao monitoramento visual, uma vez que não depende de boas condições ambientais, de iluminação e, conseqüentemente, visuais para operar, além de coletar dados de animais na superfície e em mergulho (Andriolo et al., 2018; Marques et al., 2013a).

Os cetáceos, ao longo de sua história evolutiva, sofreram diversas pressões seletivas que culminaram no desenvolvimento de mecanismos eficientes de produção e percepção acústica no meio aquático, os quais são derivados de um sistema complexo de vocalizações (sons pulsados e sons tonais). Como consequência dessas adaptações, cada espécie emite vocalizações com propriedades distinguíveis (Amorim et al., 2019, 2022; Linhart et al., 2022; Machado et al., 2024). No caso dos odontocetos, devido às características espécie-específicas da anatomia e morfologia dos órgãos envolvidos na vocalização, que configuram as propriedades da ecolocalização (Cranford; Amundin; Norris, 1996; Kuroda; Miki; Matsuishi, 2020), os sinais pulsados, especificamente os cliques, são mais determinantes para classificação acústica (Amorim et al., 2019, 2022). Dessa forma, o MAP pode ser utilizado para estimar tamanho populacional e para investigar tendências populacionais a longo prazo, desde que ocorra a detecção de sinais bioacústicos classificáveis (Evans; Hammond, 2004; Marques et al., 2013a, 2013b)

Dentro desse contexto, desenhos amostrais vêm sendo desenvolvidos para a utilização do MAP na estimativa de abundância populacional de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) (Andriolo et al., 2023; Mura et al., 2023), os quais foram considerados pela IWC como um meio válido e promissor para estimar o parâmetro demográfico desses golfinhos, com a possibilidade de ser utilizado para outras espécie diante de adequações metodológicas para cada táxon (International Whaling Commission, 2024). Assim, por meio do MAP é possível registrar elementos acústicos específicos de algumas espécies de cetáceos, o que possibilita a identificação da espécie de maneira independente do registro visual (Amorim et al., 2022; Kimura et al., 2022; Machado et al., 2024), como é o caso das toninhas que emitem um padrão de clique de ecolocalização de

banda estreita em alta frequência, com frequência pico a 139 kHz aproximadamente (Melcón et al., 2012). Já as características acústicas de *S. guianensis* não permitem identificar e classificar facilmente essa espécie, como ocorre com *P. blainvillei*. Isso acontece porque há sobreposição de parâmetros acústicos entre os botos-cinza e outras espécies de delfínídeos simpátricas, como *Steno bredanensis* e *Tursiops truncatus*. Dessa maneira, realizar a distinção acústica entre essas espécies é fundamental para futuros estudos de estimativa populacional de botos-cinza utilizando dados bioacústicos.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo realizar a discriminação acústica dos cliques de *S. guianensis*, *S. bredanensis* e *T. truncatus* e investigar quais parâmetros de ecolocalização melhor diferenciam as três espécies.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO E COLETA DE DADOS

Os dados utilizados no presente trabalho são provenientes de expedições realizadas nos anos 2019, 2021 e 2022 pelo Projeto Megafauna/Bioacústica/LABEC UFJF. A área de estudo (Figura 1) compreendeu regiões costeiras e oceânicas do litoral do estado do Espírito Santo adjacentes ao Rio Doce, as quais estão localizadas na bacia oceanográfica do Espírito Santo. Essa bacia sedimentar, localizada na margem leste da plataforma continental brasileira, estende-se por cerca de 115.200 km², dos quais, aproximadamente, 101.880 km² correspondem à sua porção submersa em ambiente marinho. Está limitada ao sul pelo Alto de Vitória, que a separa da Bacia de Campos, e ao norte pelo Alto de Alcobaça, que a divide da Bacia de Mucuri.

O método utilizado para os registros acústicos foi o Monitoramento Acústico Passivo (MAP), que foi conduzido continuamente por meio de um arranjo linear de 50 metros rebocado por uma embarcação (Andriolo et al., 2018) com hidrofones omnidirecionais de 4 elementos (distâncias entre os hidrofones de 0,4 m, 3 m e 5 m), acoplados a uma placa de aquisição autônoma SAIL DAQ, com taxa de amostragem de 500 kHz. Em conjunto, realizou-se a busca por cetáceos por meio da observação visual a olho nu ou com a utilização de binóculos durante períodos quando as condições ambientais eram adequadas, tais como: boa luminosidade, boa

visibilidade, altura de onda de até 2 m e escala Beaufort até 5. A cada campanha, a embarcação seguia transectos em zigue-zague previamente definidos.

Sabe-se que os dados coletados incluíam avistamentos com apenas uma espécie identificada, ou seja, grupos mistos não foram observados. Além disso, no presente trabalho, foram selecionados apenas os arquivos de áudio cuja espécie identificada foi confirmada visualmente em campo. Dentre esses, foram utilizados apenas os registros confirmados para *Steno bredanensis*, *Sotalia guianensis* e *Tursiops truncatus*.

Em laboratório, identificamos automaticamente potenciais cadeias de cliques por meio do programa PAMGuard. Em seguida, utilizando o PAMGuard Viewer Mode, analisamos cada sinal de ecolocalização detectado e selecionamos manualmente apenas aqueles cujos sinais acústicos foram bem definidos, de boa qualidade e com relação sinal-ruído adequada (Figura 2), bem como apenas os melhores sinais da cadeia de cliques a fim de evitar pseudorreplicações. Posteriormente, por meio do pacote PAMpal (Sakai et al., 2025) no software R 4.2.1 (R Core Team, 2023), extraímos os seguintes parâmetros acústicos: frequência mínima, frequência máxima, largura banda, frequência central a 10 decibéis (dB) e a 3dB, bem como frequência pico. Os dados extraídos foram organizados em uma planilha em excel.

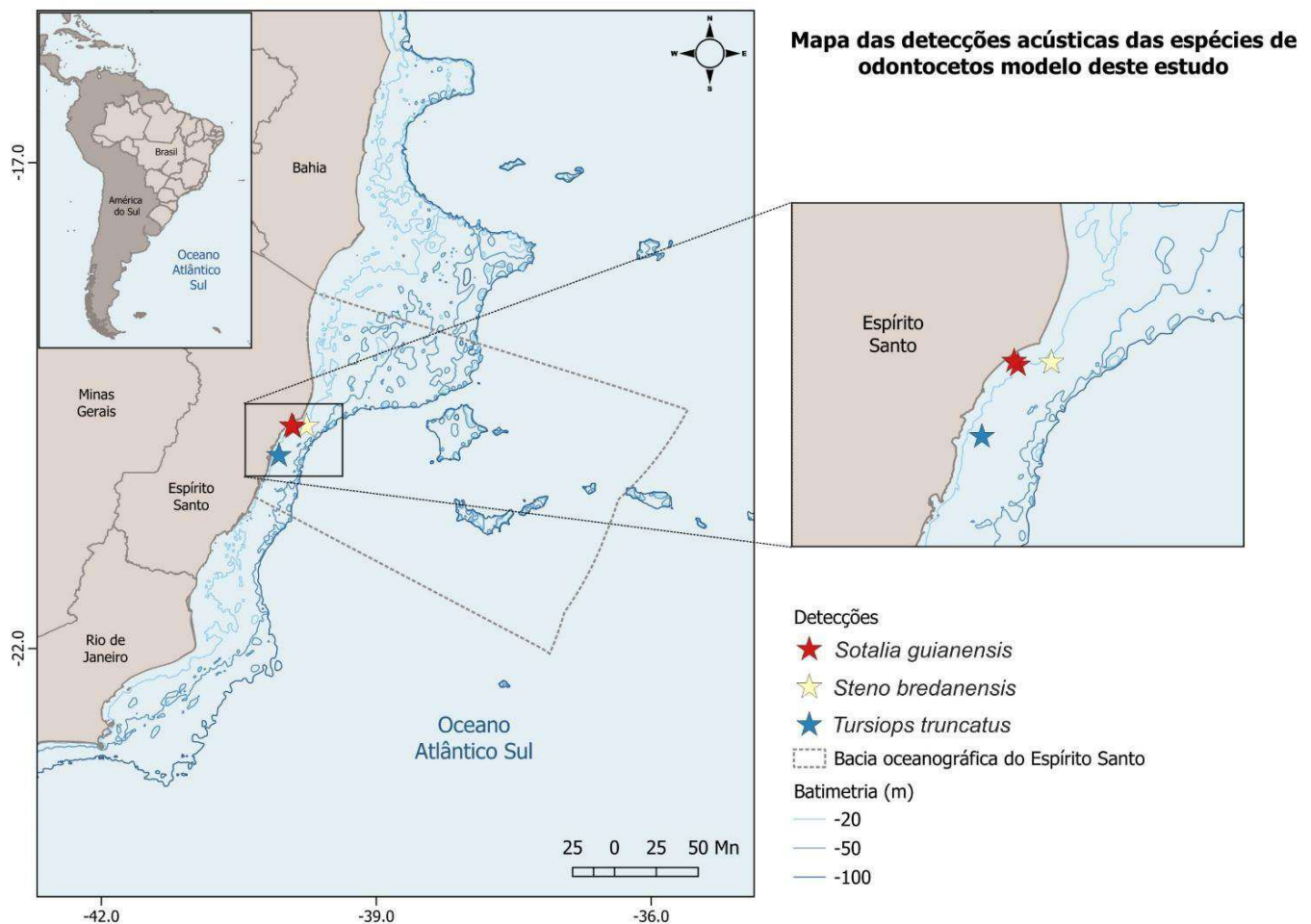


Figura 1 – Mapa da área de amostragem. Cada estrela corresponde a uma localidade e uma detecção de cada espécie por ano analisado.

2.2 ANÁLISE DOS DADOS ACÚSTICOS

Por meio do software R, os dados foram submetidos à análise exploratória, na qual vimos a sua distribuição através de boxplot, testamos a normalidade dos dados e foi feita uma Análise de Componentes Principais (PCA) com o objetivo de reduzir a dimensionalidade e observar agrupamentos de espécies com base nos seus respectivos parâmetros acústicos. Posteriormente, 50% dos *outliers*, correspondentes aos 25% mais baixos e aos 25% mais altos dos valores observados, foram removidos com o objetivo de reduzir a influência dos valores extremos e, consequentemente, minimizar o enviesamento das análises subsequentes.

Para a análise descritiva, os valores de média, desvio padrão e percentis a 10% e a 90% foram calculados. Como os dados não atenderam os pressupostos dos testes estatísticos

paramétricos, optamos pelo teste estatístico não-paramétrico Kruskal-Wallis, seguido da comparação múltipla de Dunn com correção de Bonferroni, com o objetivo de investigar quais parâmetros dos sinais pulsados melhor diferenciam as três espécies. Aqui, consideramos o intervalo de confiança de 95%.

Em seguida, caso a discriminação de uma das espécies (*S. bredanensis* ou *T. truncatus*) seja claramente estabelecida e a sobreposição acústica entre *S. guianensis* e a outra espécie persista, os dados dessas duas últimas serão submetidos a uma PCA. Devido ao fato de os dados não serem paramétricos, optamos por comparar os parâmetros acústicos entre as espécies por meio do teste U de Mann-Whitney.

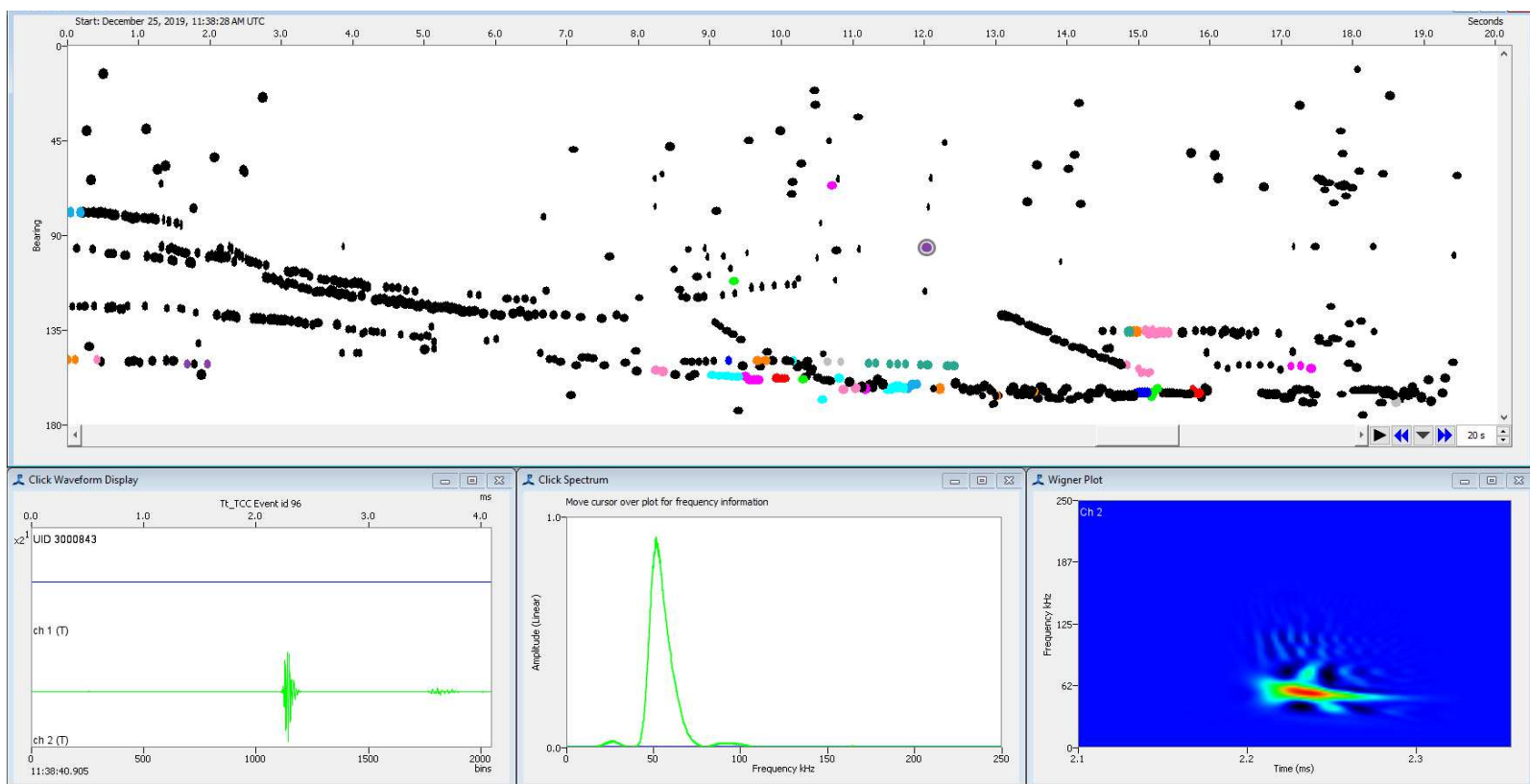


Figura 2 – Exemplo de um clique extraído de *T. truncatus*. No gráfico superior, visualizamos cadeias de cliques detectados pelo click detector, nas quais cada círculo representa um sinal de ecolocalização. O gráfico inferior esquerdo apresenta a forma de onda de um clique nos canais ch1 e ch2. O gráfico inferior central mostra a visualização do espectro, indicando a distribuição de energia do clique ao longo das frequências. No gráfico inferior direito, vemos a apresentação da distribuição de energia ao longo da frequência e do tempo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dessa maneira, neste trabalho, foram extraídos 1128 cliques no total, sendo 260 de *S. bredanensis*, 653 de *S. guianensis* e 215 *T. truncatus*. A tabela 1 apresenta a análise descritiva para caracterizar os cliques das espécies relatadas aqui.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas para cliques de Sg (*Sotalia guianensis*); Tt (*Tursiops truncatus*); Sb (*Steno bredanensis*). Parâmetros do clique: FP, frequência pico; Fmin, frequência mínima; Fmax, frequência máxima; FC, frequência central; B10, largura de banda a 10 dB; B3, largura de banda a 3 dB. Os valores são apresentados como média $\pm$ desvio padrão, e os percentis 10 e 90 abaixo respectivamente. As frequências estão em kHz.

Espécies	FP	Fmin a 10dB	Fmax a 10dB	B10	FC a 10dB	Fmin a 3dB	Fmax a 3dB	B3	FC a 3dB
Sb	69,53 $\pm$ 0,89 (66,4 – 72)	62,24 $\pm$ 1,36 (55,64 – 66,34)	78,58 $\pm$ 3,01 (71,62 – 86,6)	16,91 $\pm$ 3,43 (8,39 – 25,84)	70,66 $\pm$ 1,74 (64,98 – 75,01)	67,33 $\pm$ 0,73 (64,17 – 70,4)	71,55 $\pm$ 1,1 (67,5 – 75,28)	3,52 $\pm$ 1,17 (1,08 – 7,65)	69,57 $\pm$ 0,92 (66,4 – 72,06)
Sg	69,32 $\pm$ 0,89 (53,28 – 72,8)	57,41 $\pm$ 2,85 (28,96 – 64,39)	79,44 $\pm$ 2,5 (68,16 – 97,25)	23,18 $\pm$ 5,05 (11,75 – 51,99)	68,54 $\pm$ 1,77 (54,68 – 77,26)	65,67 $\pm$ 1,14 (51,53 – 69,62)	72,97 $\pm$ 1,39 (57,62 – 78,74)	7,56 $\pm$ 1,61 (2,25 – 13,33)	69,43 $\pm$ 1,03 (54,99 – 73,3)
Tt	51,42 $\pm$ 0,79 (49,2 – 54,4)	44,31 $\pm$ 0,85 (41,62 – 47,34)	63,8 $\pm$ 3,22 (55,16 – 87,31)	20,16 $\pm$ 3,56 (10,08 – 45,33)	54,1 $\pm$ 1,42 (49,96 – 64,94)	48,61 $\pm$ 0,96 (46,17 – 52,46)	54,7 $\pm$ 1,29 (50,77 – 59,24)	5,72 $\pm$ 1,84 (1,75 – 10,98)	51,74 $\pm$ 0,72 (49,26 – 54,96)

O resultado da PCA demonstra que há sobreposição de parâmetros acústicos entre as espécies (Figura 3). Contudo, observa-se que o grupo formado por *T. truncatus* se encontra menos sobreposto a *S. guianensis* e *S. bredanensis*. Tal padrão pode estar associado ao papel determinante da anatomia craniana e da morfologia dos órgãos produtores de som na modulação acústica dos cetáceos (Cranford; Amundin; Norris, 1996; Kuroda; Miki; Matsuishi, 2020). Em um estudo baseado em morfometria geométrica para comparar a morfologia craniana de espécies do gênero *Tursiops* e de outros quatro gêneros da família Delphinidae, incluindo *Steno*, foi observada uma clara distinção morfológica de *Tursiops* em relação aos demais táxons analisados (Jedensjö; Kemper; Krützen, 2017).

Além disso, padrões nos parâmetros acústicos refletem o importante papel do aprendizado social e da plasticidade comportamental dos cetáceos, que são fatores cruciais na diversificação ecológica desses mamíferos (Filatova, 2024). Diante disso, as vantagens adaptativas associadas às tradições culturais na modulação do comportamento permitem que populações simpátricas explorem distintos recursos disponíveis no ambiente (do Val et al., 2025).

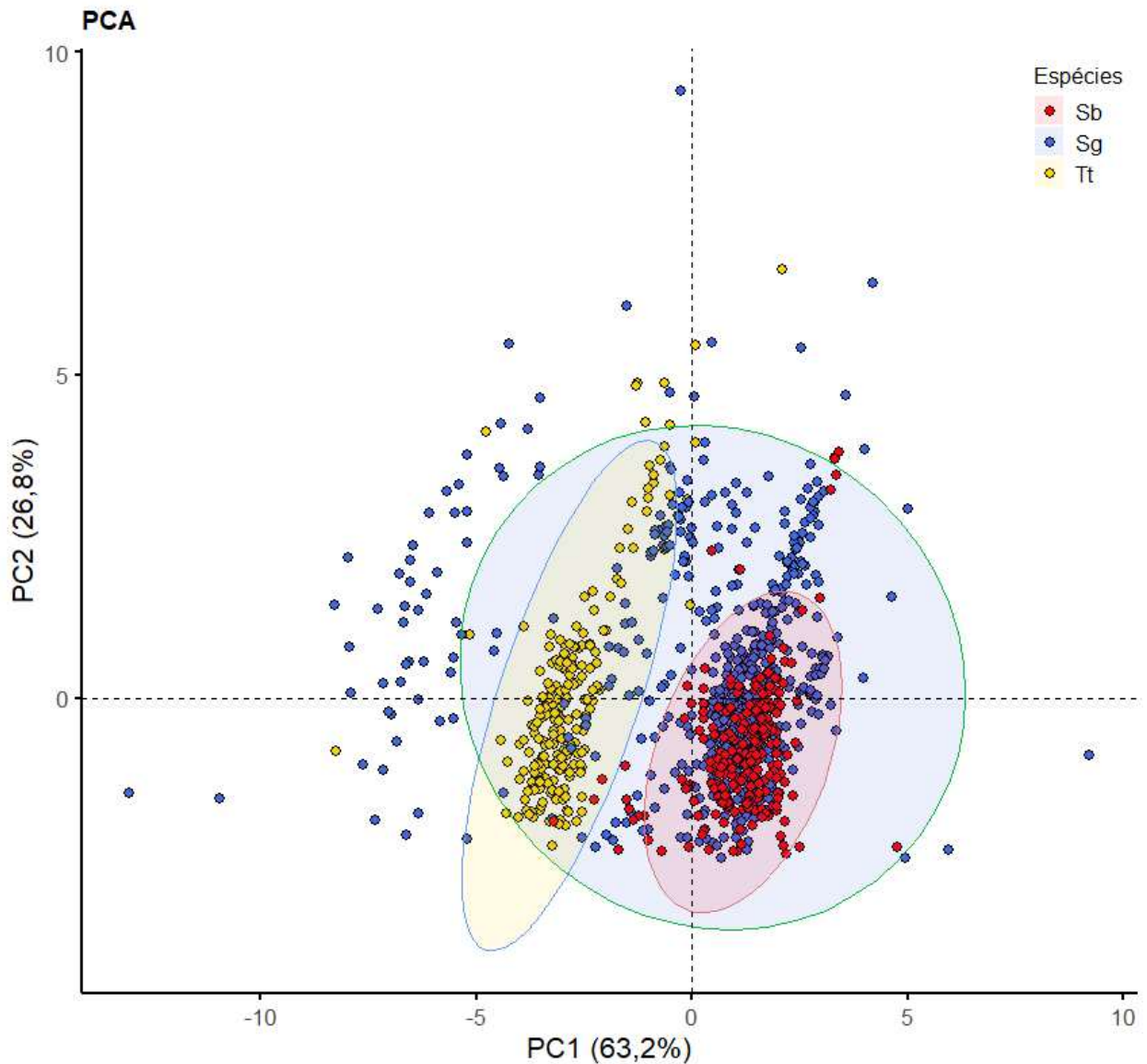


Figura 3 – Resultado da PCA envolvendo as três espécies: Sb (*Steno bredanensis*), Sg (*Sotalia guianensis*) e Tt (*Tursiops truncatus*). Os eixos são representados pelo componente principal 1 (PC1) e componente principal 2 (PC2), seguido do percentual de explicação da variância entre parênteses.

Flores e Fountoura (2006) ao compararem a ecologia de *T. truncatus* e *S. guianensis* na Baía Norte, Santa Catarina, identificaram diferenças ecológicas relacionadas ao tamanho dos grupos, à ocorrência sazonal e à segregação espacial entre as espécies. Esse último aspecto não pôde ser atribuído a fatores abióticos, como profundidade ou temperatura, sugerindo que a interação entre botos-cinza e golfinhos-nariz-de-garrafa desempenha papel determinante na separação espacial e no uso do habitat (De Jesus Lobo et al., 2021; Pierry et al., 2023).

Além disso, o comportamento de forrageamento pode refletir diferenças ou semelhanças acústicas entre espécies simpátricas a depender dos nichos ecológicos ocupados (Kyhn et al., 2010; Visser et al., 2022). Nesse sentido, Drago et al. (2021) demonstraram que, apesar das diferenças morfológicas, *S. guianensis* e *S. bredanensis* apresentam sobreposição de nicho isotópico, o qual reflete a composição química das presas selecionadas, indicando que estratégias comportamentais influenciam na dieta e vice-versa.

No mesmo sentido, o resultado da PCA envolvendo apenas *S. bredanensis* e *S. guianensis* não foi conclusivo para uma separação clara entre as 2 espécies (Figura 6). Dessa maneira, as maiores semelhanças de parâmetros acústicos encontradas neste trabalho ocorreram entre os táxons filogeneticamente mais próximos – o gênero *Steno* é grupo irmão do gênero *Sotalia* (Cunha et al., 2012). Além disso, a proximidade de características ecológicas entre *S. bredanensis* e *S. guianensis* reforça a convergência dos parâmetros de sinais de ecolocalização: Magpali et al. (2024) demonstraram, por meio de análises moleculares envolvendo 37 espécies de odontocetos, que as diferentes pressões seletivas impostas nos habitats fluviais, costeiros e oceânicos culminaram no desenvolvimento de adaptações específicas para a ecolocalização.

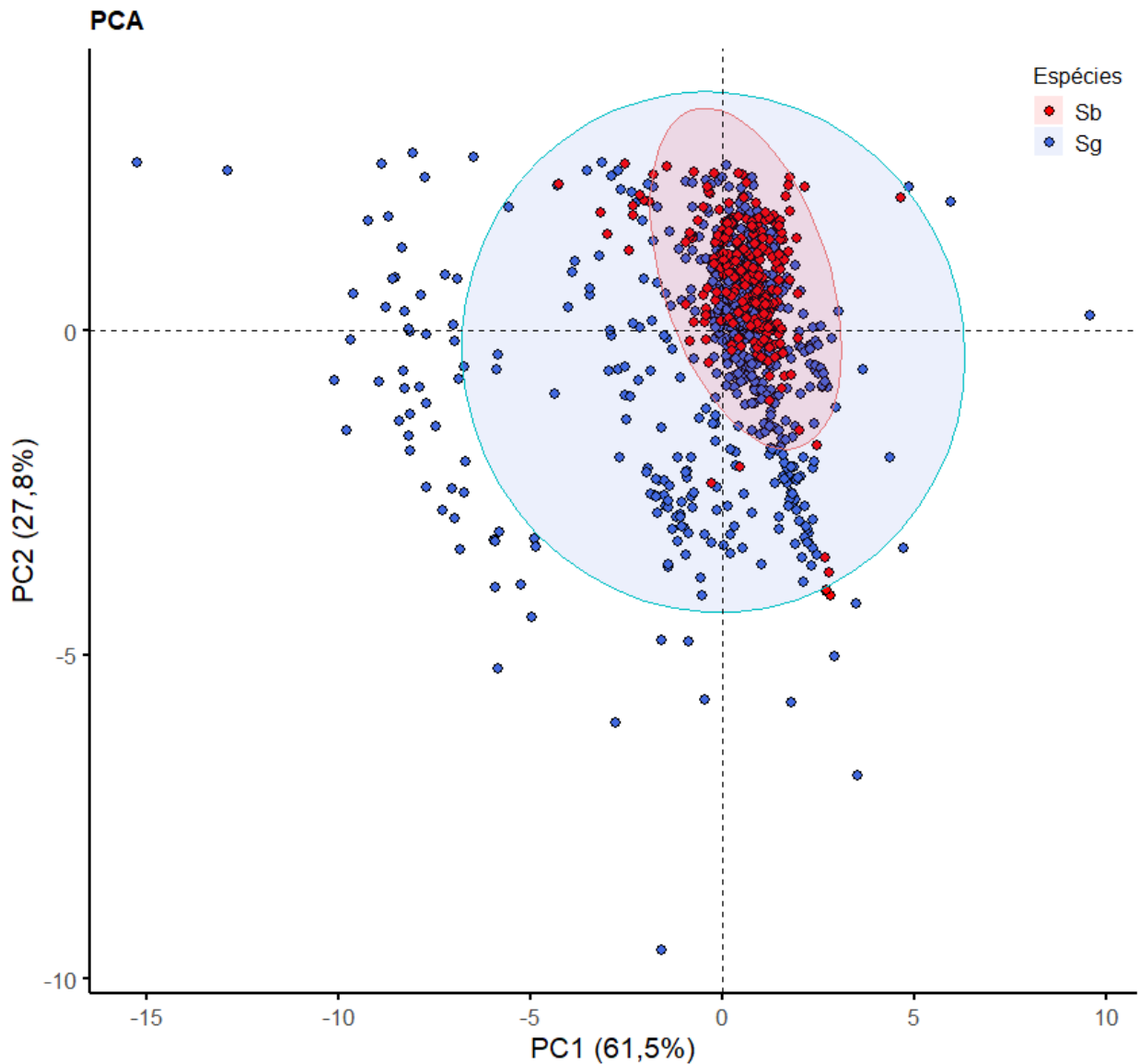


Figura 4 – Resultado da PCA envolvendo duas espécies: Sb (*Steno bredanensis*) e Sg (*Sotalia guianensis*). Os eixos são representados pelo componente principal 1 (PC1) e componente principal 2 (PC2), seguido do percentual de explicação da variância entre parênteses.

Com relação ao teste de Kruskal-Wallis, todos os parâmetros estudados, exceto a largura de banda a 10dB (B10), tiveram pelo menos duas espécies com diferenças significativas ($p < 0,05$) (Tabela 2; Figura 5). Observa-se, também, exceto em B10 e frequência máxima a 10 dB, a total discriminação acústica entre *T. truncatus* e *S. bredanensis* + *S. guianensis* (Figura 4).

Tabela 2 – Resultados da análise Kruskal-wallis. Parâmetros do clique: FP, frequência pico; Fmin, frequência mínima; Fmax, frequência máxima; FC, frequência central; B10, largura de banda a 10 dB; B3, largura de banda a 3 dB. Para $p < 0,05$ (*). Grau de liberdade = 2.

Parâmetros	H	Significância
FP	21.41	*
Fmin a 10dB	144.58	*
Fmax a 10dB	13.49	*
B10	1.41	ns
FC a 10dB	39.69	*
Fmin a 3dB	54.89	*
Fmax a 3dB	51.75	*
B3	43.36	*
FC a 3dB	27.78	*

Ao realizar a comparação apenas entre *S. bredanensis* e *S. guianensis* por meio do teste U de Mann-Whitney, os parâmetros de largura de banda a 3 dB, as frequências mínima e central a 10 dB e as frequências mínima e máxima a 3 dB melhor discriminaram as duas espécies (Figura 5).

Os resultados apresentados aqui estão de acordo com Amorim et al. (2022), no qual a largura de banda a 3 dB foi um parâmetro decisivo para discriminar as espécies, enquanto B10 é um parâmetro irrelevante para esse fim. Com relação à frequência pico, não foi um parâmetro discriminatório para *S. bredanensis* e *S. guianensis*.

A largura de banda a 3 dB e a frequência pico se encontram em uma faixa do espectro onde o nível de energia é mais alto, apresentando menos distorções espectrais de acordo com a orientação do animal (Au; Lammers, 2007). Esses parâmetros estão condicionados às restrições anatômicas dos golfinhos, o que os tornam decisivos para identificar as espécies (Kuroda; Miki; Matsuishi, 2020). Por outro lado, a largura de banda a 10 dB é mais suscetível às variações da orientação e, por se tratar de uma faixa de frequência mais ampla, é mais suscetível às distorções espectrais (Au; Lammers, 2007).

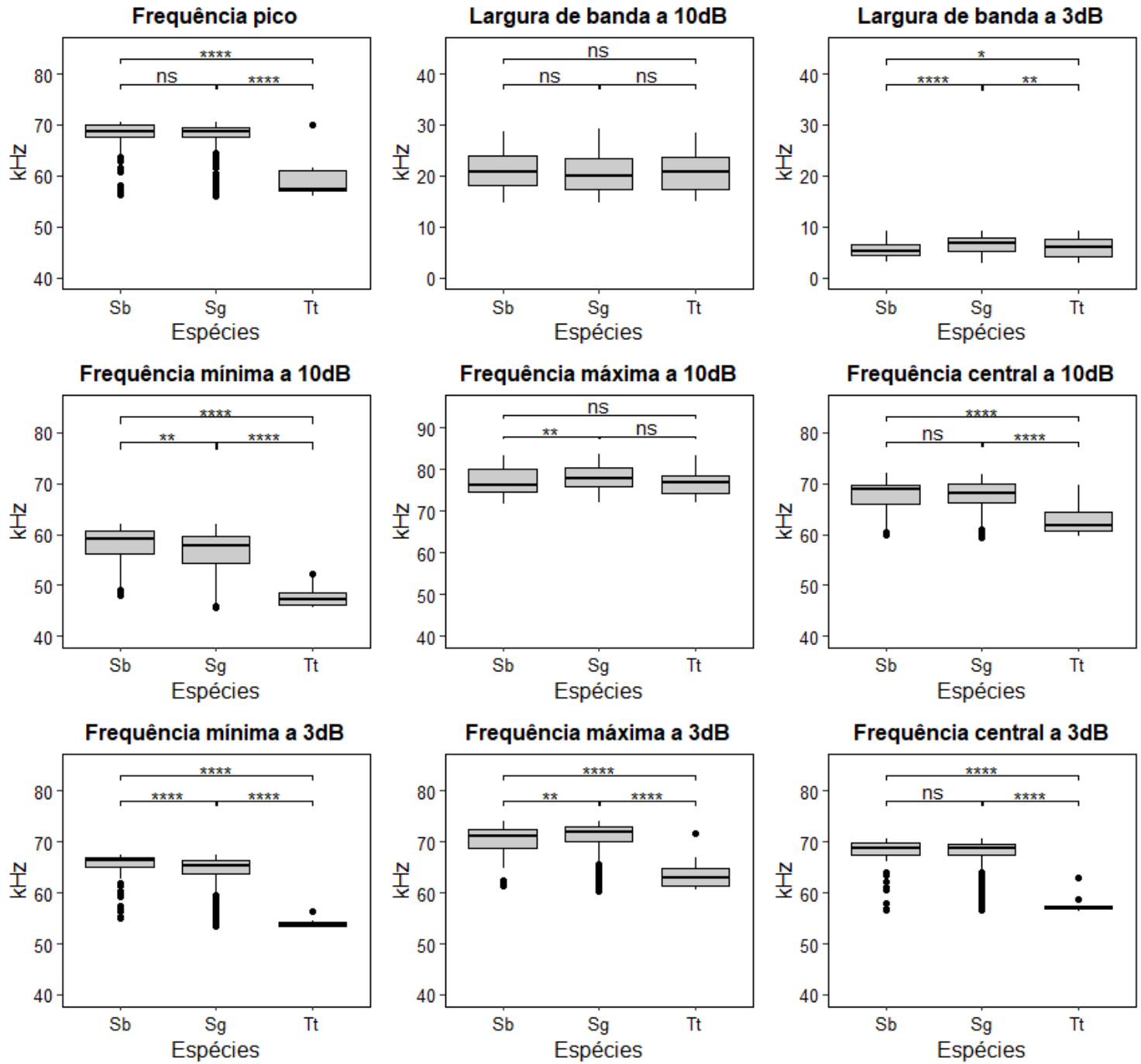


Figura 5 – Resultados da comparação múltipla de Dunn entre as espécies Sb (*Steno bredanensis*), Sg (*Sotalia guianensis*); Tt (*Tursiops truncatus*). Os valores de p são: $p > 0,05$ (ns); $p < 0,05$ (*); $p < 0,01$ (**); $p < 0,001$ (***); $p < 0,0001$ (****).

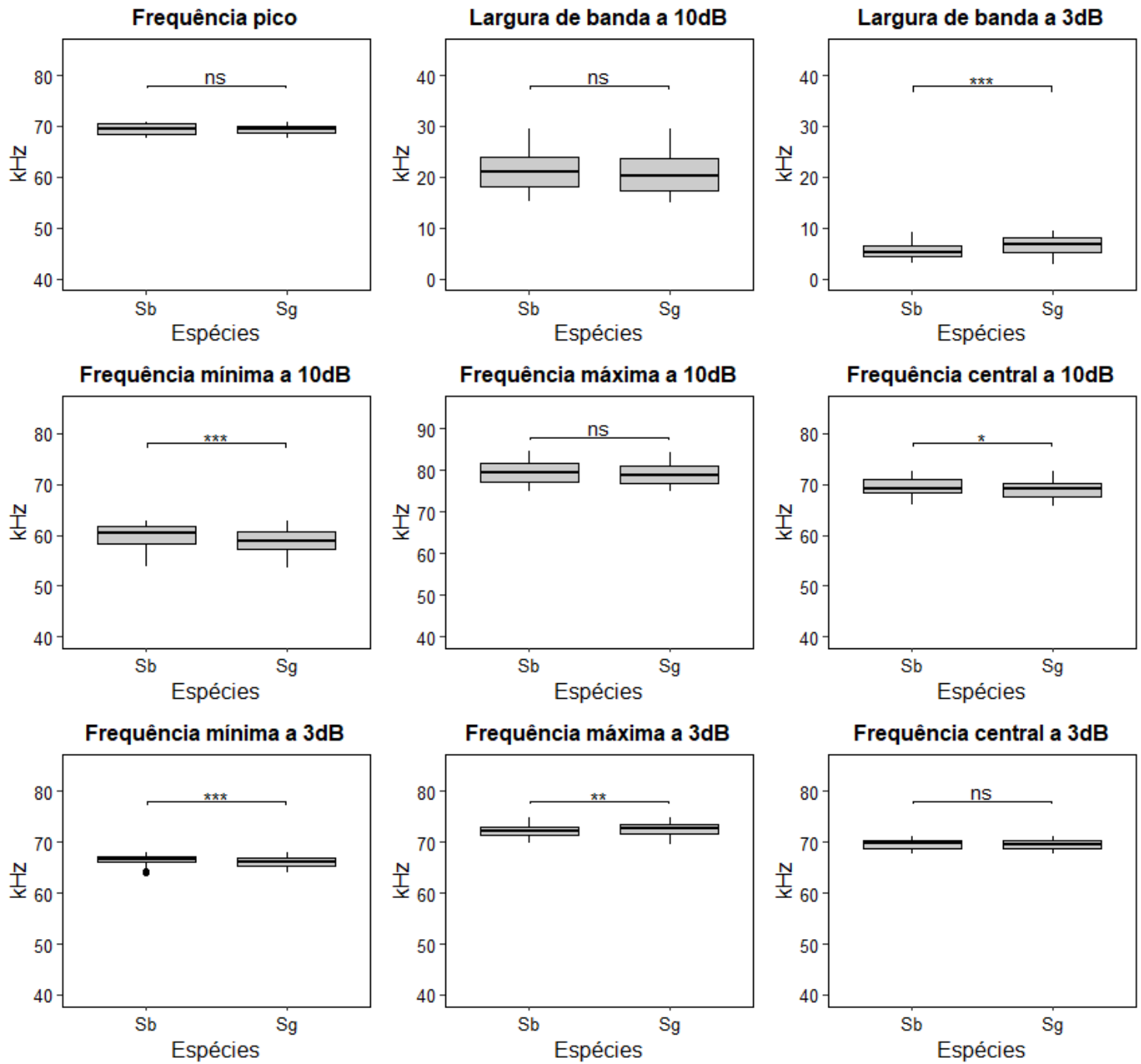


Figura 6 – Resultados do teste U de Mann-Whitney entre as espécies Sb (*Steno bredanensis*), Sg (*Sotalia guianensis*). Os valores de p são: $p > 0,05$ (ns); $p < 0,05$ (*); $p < 0,01$ (**); $p < 0,001$ (***).

4 CONCLUSÃO

Os resultados indicam sobreposição de parâmetros acústicos entre as espécies, sendo menor para *T. truncatus* em relação a *S. guianensis* e *S. bredanensis*. Com exceção da largura de banda e frequência máxima, ambas a 10dB, todos os parâmetros analisados discriminam *T. truncatus* de *S. guianensis* e *S. bredanensis*.

Para a distinção entre *S. guianensis* e *S. bredanensis*, as frequências mínima e central a 10dB; frequências mínima e máxima a 3dB; e a largura de banda a 3dB corresponderam aos parâmetros que, potencialmente, melhor diferenciam as duas espécies.

Portanto, o presente trabalho identificou parâmetros espécie-específicos nas emissões de sinais bioacústicos de *S. guianensis*, *S. bredanensis* e *T. truncatus*, resultados que possibilitam o desenvolvimento de mecanismos de identificação independentes do registro visual das espécies. Para tanto, é necessário que mais estudos sejam desenvolvidos nessa linha, principalmente relacionados à sofisticação da identificação e classificação de *S. guianensis*.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, Thiago Orion Simões *et al.* Integrative bioacoustics discrimination of eight delphinid species in the western South Atlantic Ocean. **PLOS ONE**, v. 14, n. 6, p. e0217977-, 2019.
- AMORIM, Thiago OS *et al.* Acoustic identification and classification of four dolphin species in the Brazilian marine area affected by the largest tailings dam failure disaster. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 152, n. 6, p. 3204–3215, 2022.
- ANDRIOLO, Artur *et al.* Marine Mammal Bioacoustics Using Towed Array Systems in the Western South Atlantic Ocean. In: [S.l.: S.n.]. p. 113–147.
- ANDRIOLO, Artur *et al.* Adapting an acoustic sailboat survey to estimate the distribution and abundance of a fringe population of franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) (FMA Ia). [S.l.]: **International Whaling Commission**, 2023.
- AU, W.; LAMMERS, M. **Cetacean Acoustics**. In: ROSSING, T. (Ed.). Springer Handbook of Acoustics. New York, NY: Springer, 2007.
- AVILA, Isabel C.; KASCHNER, Kristin; DORMANN, Carsten F. Current global risks to marine mammals: Taking stock of the threats. **Biological Conservation**, v. 221, p. 44–58, 2018.

AZEVEDO, A. F. *et al.* The first confirmed decline of a delphinid population from Brazilian waters: 2000–2015 abundance of *Sotalia guianensis* in Guanabara Bay, South-eastern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 79, p. 1–10, 2017.

CABALLERO, Susana *et al.* Population Structure of Riverine and Coastal Dolphins *Sotalia fluviatilis* and *Sotalia guianensis*: Patterns of Nuclear and Mitochondrial Diversity and Implications for Conservation. **Journal of Heredity**, v. 109, n. 7, p. 757–770, set. 2018.

CRANFORD, Ted W.; AMUNDIN, Mats; NORRIS, Kenneth S. Functional morphology and homology in the odontocete nasal complex: Implications for sound generation. **Journal of Morphology**, v. 228, n. 3, p. 223–285, 1996.

CRESPO, Enrique A. *et al.* Report of the Working Group on Major Threats and Conservation. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, n. 1–2, p. 47–56, 2010.

CRUTZEN, Paul J. Geology of mankind. **Nature**, v. 415, n. 6867, p. 23–23, 1 jan. 2002.

CUNHA, H. A. *et al.* Phylogenetic Status and Timescale for the Diversification of Steno and *Sotalia* Dolphins. **PLoS ONE**, v. 6, n. 12, e28297, 2011.

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

DE SABATA, Giacomo. Guest Comment: The False Myth of Unlimited Economic Growth. **Environmental Conservation**, v. 22, n. 3, p. 199–200, 1995.

DE VOS, Jurriaan M. *et al.* Estimating the normal background rate of species extinction. **Conservation Biology**, v. 29, n. 2, p. 452–462, 2015.

DO VAL, Helena Gurjao Pinheiro; MOREIRA, Adria da Costa; AVILA, Kliszilla Paula; DIAS, Isadora Safira Carvalho; RODRIGUES, Maria Clara Cauassa. How anatomical and morphological differences among sympatric Amazonian river dolphins reflect adaptations to species ecology. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 32, n. 1, p. 12, 2025. Springer.

DOMIT, C. *et al.* Report of the *Sotalia guianensis* pre-assessment workshop: main results and status of the current knowledge. **J Cetacean Res Manag (suppl.)**, v. 22, p. 333–378, 2021.

DOMIT, C. *et al.* ***Sotalia guianensis***. , 2023. Disponível em: <<https://salve.icmbio.gov.br>>

DRAGO, Massimiliano *et al.* The isotopic niche of Atlantic, biting marine mammals and its relationship to skull morphology and body size. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 15147, 26 jul. 2021.

ETHERIDGE, D. M. *et al.* Natural and anthropogenic changes in atmospheric CO₂ over the last 1000 years from air in Antarctic ice and firn. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 101, n. D2, p. 4115–4128, 1996.

EVANS, Peter G. H.; HAMMOND, Philip S. Monitoring cetaceans in European waters. **Mammal Review**, v. 34, n. 1–2, p. 131–156, 2004.

FILATOVA, O. A. The Role of Cultural Traditions in Ecological Niche Partitioning in Cetaceans. **Biology Bulletin Reviews**, v. 14, n. 1, p. 133–140, 1 fev. 2024.

FLORES, P. A. C.; BAZZALO, M. Home ranges and movement patterns of the marine tucuxi dolphin, *Sotalia fluviatilis*, in Baía Norte, southern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 3, n. 1, p. 37–52, 30 jun. 2004.

FLORES, P. A. C.; FOUNTOURA, N. F. Ecology of marine tucuxi, *Sotalia guianensis*, and bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Baía Norte, Santa Catarina state, southern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 5, n. 2, p. 105–115, dez. 2006.

FLORES, Paulo A. C.; SILVA, Vera M. F. da; FETTUCCIA, Daniela de C. Tucuxi and Guiana Dolphins: *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. In: WÜRSIG, Bernd; THEWISSEN, J. G. M.; KOVACS, Kit M. (Orgs.). **Encyclopedia of Marine Mammals**. Third ed. [S.l.]: Academic Press, 2018. p. 1024–1027.

HALPERN, Benjamin S. *et al.* Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. **Nature Communications**, v. 6, n. 1, p. 7615, 14 jul. 2015.

INTERNATIONAL WHALING COMMISSION. **Annex D – Report of the Subcommittee on Abundance Estimates, Stock Status and International Cruises**. [S.l.]: International Whaling Commission, 2024.

JEDENSJÖ, Maria; KEMPER, Catherine M.; KRÜTZEN, Michael. Cranial morphology and taxonomic resolution of some dolphin taxa (Delphinidae) in Australian waters, with a focus on the genus *Tursiops*. **Marine Mammal Science**, v. 33, n. 1, p. 187–205, 2017.

KIMURA, Satoko S. *et al.* Acoustic identification of the sympatric species Indo-Pacific finless porpoise and Indo-Pacific humpback dolphin: an example from Langkawi, Malaysia. **Bioacoustics**, v. 31, n. 5, p. 545–561, 2022.

KRISHNA, Shubham *et al.* Interactive effects of multiple stressors in coastal ecosystems. **Frontiers in Marine Science**, v. 11, p. 1481734, 2025.

KURODA, Mika; MIKI, Nobuhiro; MATSUISHI, Takashi Fritz. 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.

KÜSEL, E. T. *et al.* Cetacean population density estimation from single fixed sensors using passive acoustics. ... **of the Acoustical ...**, 2011.

KYHN, L. A. *et al.* 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, jun. 2010.

LINHART, Pavel *et al.* The potential for acoustic individual identification in mammals. **Mammalian Biology**, v. 102, n. 3, p. 667–683, 1 jun. 2022.

LOUZADA, C. N. **Características das estratégias de pesca do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) em diferentes regiões do complexo estuarino-lagunar de Cananéia.** Tese de mestrado—Paraná, Brazil: Universidade Federal do Paraná, 2014.

LUNARDI, Diana G.; FERREIRA, Renata G. Fission-fusion dynamics of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) groups at Pipa Bay, Rio Grande do Norte, Brazil. **Marine Mammal Science**, v. 30, n. 4, p. 1401–1416, 2014.

MACHADO, Raphael Barbosa *et al.* Use of whistles for acoustic classification of delphinids (odontoceti: Delphinidae) in the Western South Atlantic Ocean. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 156, n. 2, p. 1070–1080, 2024.

MACIEL, I. *et al.* Stay here, but keep quiet: the effects of anthropogenic noise on Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in southeastern Brazil. **Marine Biology**, v. 170, p. 165, 2023.

MAGPALI, L. *et al.* Molecular evolution of toothed whale genes reveals adaptations to echolocating in different environments. **BMC Genomics**, [S.l.], v. 25, n. 1049, 2024.

MARQUES, Tiago A. *et al.* Estimating cetacean population density using fixed passive acoustic sensors: an example with Blainville's beaked whales. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 125, n. 4, p. 1982–1994, abr. 2009.

MARQUES, Tiago A. *et al.* Estimating animal population density using passive acoustics. **Biological Reviews**, v. 88, n. 2, p. 287–309, 2013a.

MARQUES, Tiago A. *et al.* Accounting for animal density gradients using independent information in distance sampling surveys. **Statistical Methods & Applications**, v. 22, n. 1, p. 67–80, 2013b.

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

MOLINA, M. *et al.* Updated insights on climate change-driven temperature variability across historical and future periods. **Climatic Change**, v. 178, p. 97, 2025.

MURA, João Pedro *et al.* **Evaluating franciscanas individual cue rate: A step for density and abundance estimation through PAM.** [S.l.]: International Whaling Commission, 2023.

MURA, João Pedro M.; FERREIRA, Giovanna A.; ZERBINI, Alexandre N.; ANDRIOLO, Artur. Spatiotemporal group definition of franciscana dolphins from passive acoustic data. **JASA Express Letters**, [S.l.], v. 5, n. 8, p. 081201, 1 Aug. 2025.

- OSHIMA, Júlia Emi de Faria; SANTOS, Marcos César de Oliveira. Guiana dolphin home range analysis based on 11 years of photo-identification research in a tropical estuary. **Journal of Mammalogy**, v. 97, n. 2, p. 599–610, jan. 2016.
- PIERRY, Julia C. *et al.* Escape response of Guiana dolphins to bottlenose dolphin playback. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 566, p. 151925, 2023.
- PIERRY, Julia C. *et al.* Guiana dolphins use mangrove margins as a natural barrier to chase fish prey. **Ethology**, v. 130, n. 1, p. e13411, 2024.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2023.
- ROMÁN, Álvaro San; MOLINERO-GERBEAU, Yoan. Anthropocene, Capitalocene or Westernocene? On the Ideological Foundations of the Current Climate Crisis. **Capitalism Nature Socialism**, v. 34, n. 4, p. 39–57, 2023.
- SAITO, Kohei. **O ecossocialismo de Karl Marx: capitalismo, natureza e a crítica inacabada à economia política**. Tradução de Pedro Davoglio. 1. ed. São Paulo: Boitempo Editorial, 2021.
- SAKAI, Taiki *et al.* **PAMpal: Load and Process Passive Acoustic Data**. [S.l.: S.n.].
- SANTOS, Fernanda Avelar *et al.* Plastic debris forms: Rock analogues emerging from marine pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 182, p. 114031, 2022.
- SECCHI, E.; SANTOS, M. C. de O.; REEVES, R. **Sotalia guianensis (errata version published in 2019)**., 2018. Disponível em:
<<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T181359A144232542.en>>
- SOARES, E. D. *et al.* Health conditions of Guiana dolphins facing cumulative anthropogenic impacts. **Mammalian Biology**, v. 102, p. 1589–1604, 2022.
- SORIANO, Carles. The Anthropocene and the production and reproduction of capital. **The Anthropocene Review**, v. 5, n. 2, p. 202–213, 2018.
- SUTHERLAND, William. **The Conservation Handbook**. [S.l.: S.n.].
- TARDIN, Rodrigo H. *et al.* Modelling habitat use by the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, in south-eastern Brazil: Effects of environmental and anthropogenic variables, and the adequacy of current management measures. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 30, n. 4, p. 775–786, 2020.
- VISSER, Fleur *et al.* Sowerby's beaked whale biosonar and movement strategy indicate deep-sea foraging niche differentiation in mesoplodont whales. **Journal of Experimental Biology**, v. 225, n. 9, p. jeb243728, maio 2022.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **WMO Greenhouse Gas Bulletin No. 20: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2023**. Geneva: World

Meteorological Organization (WMO), 28 out. 2024. Disponível em: <<https://library.wmo.int/idurl/4/69057>>.

ZALASIEWICZ, Jan *et al.* The Working Group on the Anthropocene: Summary of evidence and interim recommendations. **Anthropocene**, v. 19, p. 55–60, 2017.

ZAPPES, Camilah Antunes *et al.* Potential conflicts between fishermen and *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Brazil. **SITIENBIBUS série Ciências Biológicas**, v. 9, n. 4, p. 208–214, dez. 2009.