

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**DISSERTAÇÃO**

**VARIAÇÃO DOS ASSOVIOS DO BOTO-CINZA AO LONGO DE DEZ ANOS  
NA BAÍA DE ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO, BRASIL**

**ANA LUIZA MELLO SOARES PIRES**

**2023**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

VARIAÇÃO DOS ASSOVIOS DO BOTO-CINZA AO LONGO DE DEZ ANOS NA  
BAÍA DE ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO, BRAZIL

ANA LUIZA MELLO SOARES PIRES

*Sob orientação do Professor*

**Dr. Rodrigo Hipólito Tardin Oliveira**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Biologia Animal**, no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Área de Concentração em Biodiversidade Animal.

Seropédica, RJ

Março, 2023

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P667v Pires, Ana Luiza Mello Soares, 1992-  
Variação dos assovios do boto-cinza ao longo de dez  
anos na Baía de Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil /  
Ana Luiza Mello Soares Pires. - Seropédica, 2023.  
49 f.

Orientador: Rodrigo Hipólito Tardin Oliveira.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Biologia Animal, 2023.

1. bioacustica. 2. ilha grande. 3. boto cinza. 4.  
variação repertorio . I. Oliveira, Rodrigo Hipólito  
Tardin, 1985-, orient. II Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro. Biologia Animal III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL



TERMO Nº 1020 / 2023 - PPGBA (12.28.01.00.00.00.42)

Nº do Protocolo: 23083.058673/2023-86

Seropédica-RJ, 01 de setembro de 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL  
ANA LUIZA MELLO SOARES PIRES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre(a) em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em **BIOLOGIA ANIMAL**, área de Concentração em **BIODIVERSIDADE ANIMAL**.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 15/03/2023**

*(Assinado digitalmente em 06/09/2023 13:57 )*

ILDEMAR FERREIRA  
COORDENADOR CURS/POS-GRADUACAO  
PPGBA (12.28.01.00.00.00.42)  
Matrícula: 387289

*(Assinado digitalmente em 02/09/2023 06:47 )*

LILIANE FERREIRA LODI  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 908.009.157-04

*(Assinado digitalmente em 08/09/2023 19:29 )*

RODRIGO HIPÓLITO TARDIN OLIVEIRA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 108.545.857-10

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **1020**, ano: **2023**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **01/09/2023** e o código de verificação: **10f1601c76**

## AGRADECIMENTOS

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

Impossível pensar em agradecer e não pensar nos meus pais e meu irmão, Ana Paula, Marcelo e Fabrício, que me deram a oportunidade de seguir meu sonho e poder escolher a carreira que sempre amei. Sempre me incentivaram a buscar oportunidades e a não desistir. Nunca vou conseguir agradecer o suficiente por tudo que fizeram por mim.

Bruno, meu melhor amigo e maior amor há 13 anos sem me deixa desanimar, sempre me motivando e pronto para me segurar quando eu acho que não tenho mais força. Agradeço por toda a sua compreensão, por acreditar em mim, me acompanhar nesta caminhada, comprar minhas ideias e sempre me incentivar a conquistar cada vez mais.

Às minhas amigas que mesmo tão diferentes, sempre me completaram, nunca me deixaram abater e têm os maiores corações que já conheci. Sem vocês, minha vida seria menos colorida. Com vocês fica fácil encarar a realidade de uma forma mais leve e otimista. Obrigada por fazerem parte dessa caminhada louca que é a vida.

Ao meu orientador Dr. Rodrigo Tardin, que é o melhor professor e orientador que já tive. Obrigada pela paciência, pelas conversas, por ser esse grande mentor que também virou amigo e por acreditar que eu era capaz. Ao Dr. Israel Maciel que me ensina todos os dias diversas ferramentas para tentar desvendar os grandes mistérios da bioacústica e por me abrir muitas portas. E, claro, ao Guilherme Maricato que é meio orientador e muito amigo e escuta meus surtos com muita calma e está sempre disposto a ajudar como pode.

Ao pessoal do LBEC (Agora ECoMar) tenho muito a agradecer porque nunca tinha me sentido tão pertencente à um lugar antes. Com vocês sempre foi risada garantida, chuva de figurinhas no *whatsapp* e muita troca de experiências. Vocês são incríveis.

Aos cetáceos que me fazem chorar de alegria e realização. Eu me sinto extremamente sortuda de presenciar a extrema beleza desses animais e ter o mar como minha segunda casa.

Finalmente, agradecer a todos que de alguma forma participaram da minha trajetória e ajudaram a completar esta etapa importante e cheia de obstáculos da minha

vida. E, por último, mas não menos importante, a todos que tiveram a coragem de seguir a biologia, uma carreira desafiadora, mas absurdamente gratificante. Seguir os sonhos não é uma tarefa fácil, mas com certeza vale muito a pena.

## RESUMO

Os repertórios acústicos podem variar em escala temporal, podendo apresentar mudanças influenciadas por criação de novas alianças sociais e/ou por mudanças na paisagem acústica. Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças nos parâmetros acústicos dos assovios produzidos pelo *Sotalia guianensis* na baía Ilha Grande, no Rio de Janeiro, com dados coletados com 10 anos de diferença. Este estudo usa como base um banco de gravações acústicas na baía de Ilha Grande dos anos 2007-2008 e novas gravações feitas em 2017-2018. Para entender a variação temporal, foram comparados os valores médios de frequência, duração dos assovios e taxa de emissão nos comportamentos deslocamento e forrageamento. Neste trabalho foi identificado que as emissões desta população apresentam mudanças ao longo do tempo. Estas mudanças incluem um aumento nas frequências máximas, pouco aumento na duração e diminuição da frequência mínima e da taxa de emissão. Estas alterações parecem ocorrer em resposta à fluidez da taxa de residência na área e à presença de filhotes, evidenciando a importância ecológica da região e como berçário.

Palavras-chave: bioacústica; baía de ilha grande; boto-cinza; variação do repertório.

## ABSTRACT

Acoustic repertoires can vary in time scale and may present changes influenced by the creation of new social alliances and/or changes in the acoustic landscape. Thus, the objective of this work was to evaluate the changes in the acoustic parameters of the whistles obtained by the Guiana dolphin in Ilha Grande Bay over 10 years. This study uses as a basis a bank of acoustic recordings in Ilha Grande Bay from the years 2007-2008 and new recordings made in 2017-2018. To understand the temporal variation, the mean frequency, duration of whistles and emission rate in movement and foraging behavior were compared. In this study, it was identified that the emissions of this population show changes over time. These changes include an increase in maximum frequencies, little increase in minimum frequency and emission rate. These changes seem to occur in response to the fluidity of the rate of residence in the area and presence of calves evidencing the ecological importance of the area as a nursery.

Key words: bioacoustics, ilha grande bay; Guiana dolphin, repertoire variation.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Filhote e adulto de boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> ). Foto: Laboratório ECoMar (UFRJ).....	4
Figura 2. Distribuição geográfica do boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> ). Imagem: IUCN 2019.....	5
Figura 3. Mapa da área de estudo que compõe a da baía de Ilha no litoral sul do estado do Rio de Janeiro (Fonte: Espécie et al. 2010).....	9
Figura 4. Parâmetro acústico frequência máxima nos tempos amostrais passado e presente durante deslocamento para o boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i> , na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. ....	14
Figura 5. Parâmetro acústico frequência mínima nos tempos amostrais passado e presente durante deslocamento para o boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i> , na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. ....	14
Figura 6. Parâmetro acústico duração nos tempos amostrais passado e presente durante deslocamento para o boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i> , na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. ....	15
Figura 7. Parâmetro acústico taxa de emissão nos tempos amostrais passado e presente durante deslocamento para o boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i> , na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. ....	16
Figura 8. Parâmetro acústico frequência máxima nos tempos amostrais passado e presente durante o comportamento de forrageamento para o boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i> , na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.....	17
Figura 9. Parâmetro acústico frequência mínima nos tempos amostrais passado e presente durante o comportamento de forrageamento para o boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i> , na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.....	18

Figura 10. Parâmetro acústico duração nos tempos amostrais passado e presente durante o estado comportamental forrageamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil..... 18

Figura 11. Parâmetro acústico taxa de emissão nos tempos amostrais passado e presente durante o comportamento de forrageamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil..... 19

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Resultado para cada parâmetro acústico nas categorias dos estados comportamentais deslocamento e forrageamento do teste do efeito do tamanho da amostra Vargha and Delaney A para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. .... 12
- Tabela 2. Resultados do teste multivariado não paramétrico PERMANOVA comparando as variações médias dos parâmetros acústicos entre os períodos de amostragem em relação a cada estado comportamental para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil..... 13
- Tabela 3. Resultados do teste univariado não paramétrico Wilcoxon para os parâmetros acústicos nos dois períodos amostrais em cada categoria de estado comportamental para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. .... 13

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. Objetivo Geral.....	8
2.2. Objetivo Específico.....	8
3. METODOLOGIA .....	8
3.1. Área de estudo .....	8
3.2. Coleta dos dados .....	10
3.3. Protocolo de Análise .....	11
4. RESULTADOS .....	12
5. DISCUSSÃO.....	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

O som é um aspecto importante do habitat marinho (AU 2008; HALPERN et al. 2008). Pela água ser mais densa que o ar, os oceanos compõem um ambiente que permite que o som viaje cinco vezes mais rápido (VILARDO & BARBOSA 2018). O som é uma maneira extremamente eficiente de propagar energia através do oceano, e os organismos marinhos evoluíram para explorar essa propriedade (VILARDO & BARBOSA 2018) ampliando assim a capacidade do animal em se comunicar acusticamente neste ambiente (BERTA et al. 2015). Nos oceanos, o ambiente acústico torna-se um recurso crítico para comunicação, orientação e percepção espacial, como é o caso dos cetáceos (SIMMONDS et al. 2004; VILARDO & BARBOSA 2018).

Os cetáceos, grupo composto por baleias, botos e golfinhos, são mamíferos exclusivamente aquáticos com representantes em todos os oceanos e algumas bacias fluviais (LODI & BOROBIA 2013). Sua taxonomia permanece pouco resolvida, então vamos adotar a classificação na qual eles fazem parte da ordem Artiodactyla, infra ordem Cetacea (SOCIETY OF MARINE MAMMALOGY 2022). Atualmente já foram descritas 93 espécies de cetáceos (uma extinta), sendo 45 espécies com registro em águas brasileiras (SOCIETY OF MARINE MAMMALOGY 2022).

Durante a história evolutiva dos cetáceos ocorreram adaptações na sua comunicação, uma vez que o ambiente marinho impõe limitações à visão (AU 2000). A água associada à alta pressão faz com que a luz solar penetre apenas nas camadas mais superficiais do oceano, limitando a visão a ser eficiente apenas em pequenas distâncias (NACHTIGALL & MOORE 2012).

A comunicação acústica nos cetáceos é de extrema importância e todas as espécies usam o som como forma de comunicação (PODOS et al. 2002; MORISAKA 2012). Seu repertório acústico pode ser influenciado por vários fatores: ambiental, comportamental, social, genético e antropogênico (MONTEIRO-FILHO & MONTEIRO 2001; AU & HASTINGS 2008; KING & JANIK 2015; KLUSEK & LISIMENKA 2016; DECONTO & MONTEIRO-FILHO 2019).

A análise de parâmetros de emissão sonora pode ser útil em estudos demográficos de uma espécie, bem como para investigar a dinâmica social de uma única população (MORISAKA et al. 2005; MORON et al. 2019). Esta abordagem permite também fazer

inferências sobre os mecanismos de adaptação vocal, uma vez que os parâmetros de sinal acústico podem mudar de acordo com diferentes condições ambientais (WARREN et al. 2006).

De maneira geral, os repertórios acústicos podem variar em escala temporal (SAYIGH et al. 1990; SAYIGH et al. 2007) e espacial (MAY-COLLADO & WARTZOK 2008). As mudanças podem ser influenciadas por novas alianças sociais (FRIPP et al., 2005; QUICK & JANIK 2012), mudanças no ambiente acústico incluindo ações antropogênicas (MORISAKA et al. 2005) ou variações geográficas entre populações (MAY-COLLADO & WARTZOK, 2008, 2010; HAWKINS et al. 2010).

Delfínídeos produzem uma variedade de emissões acústicas usadas em diferentes contextos comportamentais, como alimentação e socialização (CALDWEL et al. 1990; RICHARDSON et al. 1995; TYACK 2000; PODOS et al. 2002). Os sinais acústicos dos delfínídeos são divididos em duas categorias: assovios (sons tonais) e sons pulsados (incluindo cliques de ecolocalização) (RICHARDSON et al. 1995). Os sons pulsados emitidos pelos delfínídeos podem ser separados em dois tipos: (a) ecolocalização usada em tarefas sensoriais (AU 1993) e (b) pulsos associados a comunicação social (HERZING 1988, 1996). Enquanto muito tem sido estudado sobre cliques de ecolocalização, ainda se sabe pouco sobre as características e as funções dos pulsos (LAMMERS et al 2004). Assovios são sons contínuos e de banda estreita que frequentemente exibem modulação de frequência e harmônicos (RICHARDSON et al. 1995; TYACK 2000). Este tipo de emissão sonora é usado principalmente em contextos sociais como coordenação de grupo, atividades comportamentais e identificação individual (e.g., CALDWEL et al. 1990; HERZING 2000; PIVARI & ROSSO 2005; JANIK 2009; DÍAZ LÓPEZ 2011). O tamanho do grupo pode influenciar o número de emissões acústicas, uma vez que maior quantidade de indivíduos, maior a taxa de emissão (MAY-COLLADO et al. 2007; DECONTO & MONTEIRO-FILHO 2019).

Diversos estudos têm usado análises qualitativas (relacionadas a variações na modulação do contorno da frequência) e quantitativas (medindo frequência e duração) dos assovios para caracterizar espécies e populações de delfínídeos (e.g. STEINER 1981; RENDELL et al. 1999; BAZÚA-DURÁN & AU 2002; OSWALD et al. 2004).

As diferenças nos repertórios acústicos entre as espécies de cetáceos sofrem grande influência do ambiente no qual eles estão inseridos (CHEN 2001). As diferenças acústicas

observadas entre as populações que não estão ligadas são denominadas variações geográficas, uma vez que essas diferenças provavelmente ocorrem devido ao isolamento geográfico (CHEN 2001). Entre as populações vizinhas essas variações são chamadas de dialeto (NOTTEBOHM 1969 *appud* CONNER 1982).

A frequência e a duração dos assovios podem variar devido a fatores sociais, morfológicos, geográficos e antropogênicos (e.g. STEINER 1981; RENDELL et al. 1999). O tamanho corporal e o número de indivíduos podem influenciar a frequência mínima dos sons tonais, já a estrutura social pode influenciar na modulação dos assovios (MAY-COLLADO et al. 2007). A variação da modulação da frequência e da duração dos assovios ocorre devido às variações intraespecíficas (e.g. MORISAKA et al. 2005).

Delfínídeos que compõem populações costeiras são mais estudados que aqueles com distribuição oceânica e os repertórios acústicos, assim como suas variações são mais conhecidas em relação as variações no repertório acústico (e.g. na Flórida, Estados Unidos SAYIGH et al 1990; SAYIGH et al 2007).

O boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864), (Figura 1) vem sendo muito estudado nos últimos anos (e.g. WEDEKIN et al. 2007; MAY-COLLADO & WARTZOK 2009; SASAKI 2010; HAVUKAINEN et al. 2011; ESPÉCIE et al 2010; MEIRELLES 2014; TARDIN et al. 2013, 2014; ANDRADE et al. 2015; PAITACH et al 2017; VIEIRA 2017; SANTOS 2019) e, no Brasil, a grande parte dos estudos têm focado no repertório acústico da espécie (FIGUEIREDO & SIMÃO 2009; ANDRADE et al. 2015; BITTENCOURT et al. 2017; DECONTO & MONTEIRO-FILHO 2019, MACIEL 2020).



Figura 1. Filhote e adulto de boto-cinza (*Sotalia guianensis*). Foto: Laboratório ECoMar (UFRJ).

O *Sotalia guianensis*, também conhecido como boto-cinza, é um golfinho da família Delphinidae que pode atingir até 2,2 m (LODI & BOROBIA 2013). Ele era considerado uma subespécie marinha de *Sotalia fluviatilis*, sendo chamado de *S. fluviatilis guianensis*. Em 1989 (BOROBIA 1989) já alertava para diferenças marcantes no tamanho entre a subespécie marinha e a fluvial, sugerindo que deveriam ser tratadas separadamente para propósitos de manejo. A autora atribuía tais variações às pressões ambientais diferentes entre os habitats marinho e fluvial. Baseado em análises genéticas (CUNHA et al. 2005; CABALLERO et al. 2007, 2010) e análises morfométricas tridimensionais do formato do crânio, Monteiro-Filho et al (2002) sugeriram a separação em duas espécies: *S. guianensis* e *S. fluviatilis*, devido a diferenças significativas entre os ecotipos, apesar do isolamento reprodutivo ser relativamente recente.

O boto-cinza, endêmico da costa Atlântica da América Central e do Sul, ocorre desde Honduras (América Central) (CARR & BONDE, 2000) até a porção norte da costa de Santa Catarina (Figura 2) (SIMÕES-LOPES, 1988). O limite sul de sua distribuição pode estar associado com a zona de confluência da Corrente do Brasil com a fria Corrente das Malvinas (BOROBIA et al., 1991).



## Distribution Map

*Sotalia guianensis*



**Legend**  
■ EXTANT (RESIDENT)

Compiled by:  
IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2011

Figura 2. Distribuição geográfica do boto-cinza (*Sotalia guianensis*). Imagem: IUCN 2022.

Os principais aspectos morfológicos que favorecem a rápida identificação do boto-cinza são a coloração acinzentada no dorso, variando de rosácea a esbranquiçada na região ventral, além do formato triangular da pequena nadadeira dorsal (BEST 1996). A espécie não apresenta dimorfismo sexual aparente (ROSAS et al. 2003).

Os botos-cinza apresentam hábitos gregários, com sociedade do tipo fissão-fusão (CANTOR et al. 2012a). O tamanho dos grupos pode variar de acordo com sua distribuição (EMIN-LIMA et al. 2010; FLORES et al. 2018), entretanto as maiores

agregações da espécie são encontradas nas baías de Sepetiba e Ilha Grande, na costa do Rio de Janeiro, onde já foram encontrados grupos de 150 a 450 animais (LODI & HETZEL 1998; LODI & BOROBIA 2013).

A União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN Red List em inglês) classifica o boto-cinza como uma espécie quase ameaçada (IUCN 2022), já a Lista Nacional Lista da Fauna Ameaçada de 2022 – Portaria MMA Número 148 (junho de 2022), o categoriza como “Vulnerável” (BRASIL 2018). Quando olhamos para o status da espécie no Rio de Janeiro, a mesmo encontra-se na lista das 10 espécies mais ameaçadas do estado (INEA 2010).

Devido a seus hábitos costeiros, o boto-cinza enfrenta uma série de ameaças antrópicas, tais como a poluição de águas estuarinas e a mortalidade acidental em redes de pesca. Os registros de captura acidental em redes de pesca ocorrem especialmente na região norte do Brasil (SICILIANO et al. 2008). Os ambientes costeiros do Rio de Janeiro são constantemente impactados pelas atividades antrópicas realizadas no seu entorno, em função dos elevados índices de densidade populacionais humanos observados para as cidades limítrofes ao mar e de regiões adjacentes, como a Baixada Fluminense (SANTOS et al. 2009). Estudos recentes têm revelado que *S. guianensis* atualmente está amplamente exposto a fatores que comprometem sua sobrevivência em médio/longo prazo, como os elevados níveis de poluição química na baía de Guanabara e baía de Sepetiba (LAILSON-BRITO et al. 2010; LAILSON-BRITO et al. 2012; MOURA et al 2014; AZEVEDO et al 2017) e de poluição sonora subaquática na baía de Guanabara, baía de Sepetiba e baía de Ilha Grande (ANDRADE et al. 2017; BITTENCOURT et al. 2017; BARBOSA et al. 2019), e em curto prazo, como interações negativas com artefatos de pesca e colisões com embarcações na baía de Guanabara (AZEVEDO et al. 2010) e na baía de Sepetiba (NERY et al. 2008a).

A população de botos-cinza da baía de Ilha Grande representa a maior agregação de indivíduos já vista em toda a distribuição da espécie, aproximadamente 450 animais (LODI & HETZEL 1998), uma das maiores abundâncias já reportada (757 indivíduos segundo ESPÉCIE 2015) e maior parte dos indivíduos (79,5 %) apresentando residência à área (ESPÉCIE 2015). Dos grupos observados na baía, 86,1% possuíam filhotes (TARDIN et al. 2011).

Existem diversas maneiras de medir a variação do repertório, a que utilizamos neste trabalho foi uma comparação dos parâmetros de frequência e duração dos assovios. Desta maneira, é possível comparar os assovios ao longo do tempo, sendo amplamente usado em todo o mundo (eg. JANIK 1999; SANTOS et al. 2005; MAY-COLLADO & WARTZOK 2009; MELO-SANTOS et al. 2019; MACIEL 2020).

Os parâmetros acústicos dos assovios do boto-cinza têm sido muito estudados nos últimos anos (e.g. MAY-COLLADO & WARTZOK, 2009; DECONTO & MONTEIRO-FILHO 2013; ANDRADE et al. 2015; BARRIOS-GARRIDO et al. 2016; BITTENCOURT et al. 2017; DECONTO & MONTEIRO-FILHO 2019; MACIEL 2020). Embora tenha havido avanços na compreensão da acústica estrutura dos assobios de *Sotalia guianensis*, alguns estudos apenas porção limitada (até 24 kHz) da faixa de frequência real da capacidade vocal da espécie, potencialmente influenciando os resultados encontrados (MORON et al. 2019)

O repertório da espécie é composto por cliques de ecolocalização, sons pulsados e assovios. Os parâmetros dos assovios são os mais estudados, sendo caracterizados como emissões tonais curtos e moduladas emitidas com frequência de 1,3 a 48,4 kHz (MAY-COLLADO & WARTZOK 2009; ANDRADE et al. 2015).

O boto-cinza possui um padrão de assovios que pode variar de acordo com as atividades comportamentais e as interações sociais (BITTENCOURT et al 2017). A maioria dos estudos relacionados ao repertório acústico do boto-cinza foca nos assovios (ERBER & SIMÃO 2004; PIVARI & ROSSO 2005; AZEVEDO & VAN SLUYS 2005; ROSSI-SANTOS & Podos 2006; ANDRADE et al 2015; BITTENCOURT et al 2017; MACIEL 2020). Alguns estudos no Brasil mostraram que os assovios do boto-cinza variam de forma intraespecífica, com maior variação em populações que não são adjacentes (AZEVEDO & VAN SLUYS 2005; ROSSI-SANTOS & Podos 2006; ANDRADE et al. 2015; MELO-SANTOS 2018).

Na baía de Ilha Grande, os indivíduos da população de boto-cinza apresentam alta diversidade no seu repertório acústico (MACIEL 2020). Para a baía de Guanabara, uma baía com alta atividade antropogênica, foi observado que os botos-cinza tiveram alteração na sua taxa de emissão e na duração dos assovios devido ao ruído antropogênico (BITTENCOURT et al 2017). Para a baía de Sepetiba, uma região que vem enfrentando um aumento das atividades antropogênicas, foi observado que o boto-cinza apresentou

redução da sua taxa de emissão e duração dos assovios (MACIEL 2020), mas não tiveram seu padrão de uso de habitat afetado pelo ruído (MACIEL 2020). A baía de Ilha Grande não teve um aparente aumento das atividades antropogênicas ao longo dos últimos 10 anos. Apesar de diversos estudos sobre o repertório acústico do boto-cinza serem realizados, estes estudos são focados nas baías mais antropizadas e nas diferenças que podem ou não existir entre baías. Estudos para entender melhor o repertório acústico dos indivíduos ao longo de uma série temporal ainda é escasso e para a baía de Ilha Grande ainda inexistentes. Tal informação será importante para entender o papel ecológico da área para esta população e como uma área controle, uma vez que o litoral sul do Rio de Janeiro é uma área que sofre grande exploração humana.

Nossa hipótese é que na baía de Ilha Grande os parâmetros acústicos dos assovios não apresentam alteração significativa ao longo dos 10 anos analisados.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar as mudanças nos parâmetros acústicos dos assovios produzidos pelo boto-cinza na baía Ilha Grande ao longo de 10 anos.

### **2.2. Objetivo Específico**

- Entender a estabilidade acústica do repertório do boto-cinza ao longo de 10 anos.
- Estudar como o repertório do boto-cinza variou ao longo de 10 anos na baía de Ilha Grande.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. Área de estudo**

A baía da Ilha Grande localiza-se no litoral sul do estado do Rio de Janeiro e compõe, juntamente com a baía de Sepetiba, um grande sistema estuarino com ampla comunicação com o Oceano Atlântico (Figura 3) (SIGNORINI, 1980). A baía de Ilha Grande é dividida em três unidades devido aos aspectos geográficos, hidrológicos e fisiográficos. Essas unidades são: a área leste, a área central e a área oeste (MAHIQUES 1987).

Esta baía é um dos ambientes aquáticos mais ricos em micronutrientes do Brasil, graças ao seu índice pluviométrico e às características geográficas e oceanográficas (NOGARA, 2000). Por isso, é um local que serve de criadouro a dezenas de espécies marinhas, o que tornou essa baía em uma importante zona pesqueira do Estado do Rio de Janeiro, como moluscos, crustáceos e peixes (MUEHE & VALENTINI, 1998).

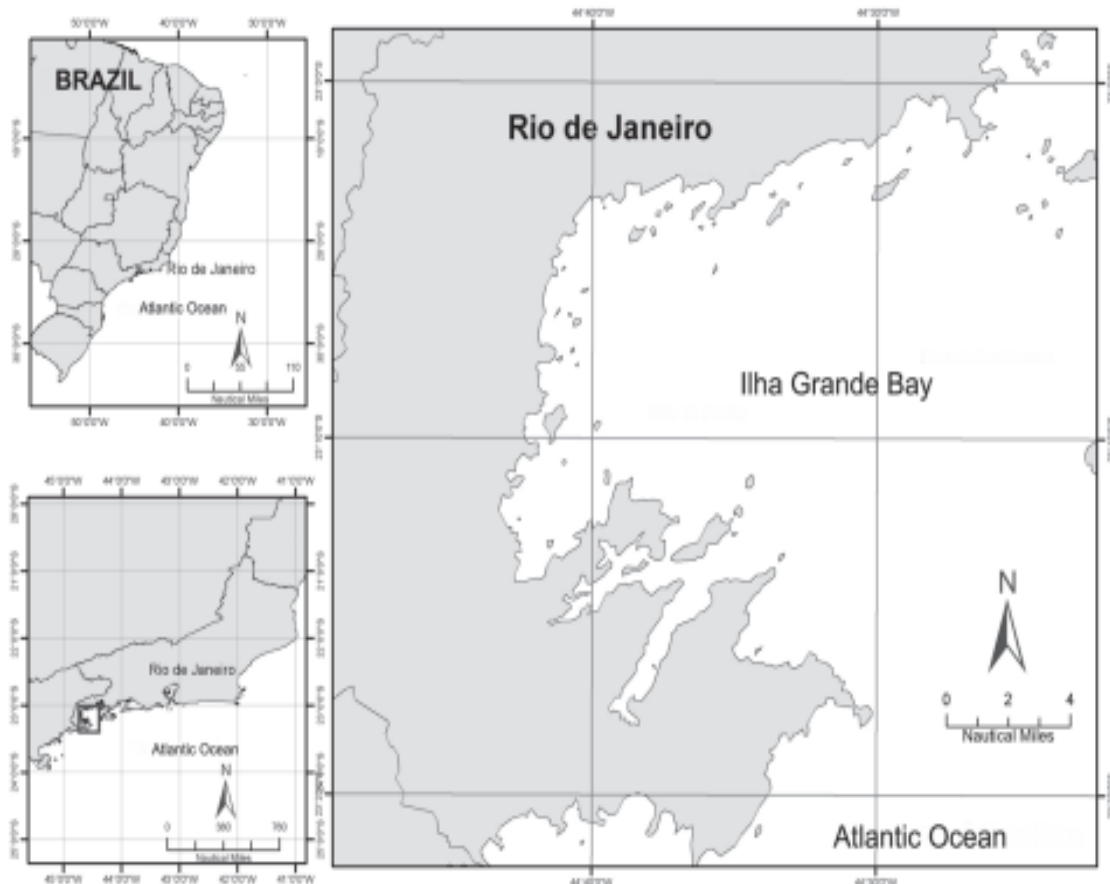


Figura 3. Mapa da área de estudo que compõe a da baía de Ilha no litoral sul do estado do Rio de Janeiro (Fonte: Espécie et al. 2010).

De modo geral, a baía da Ilha Grande está inserida numa área relativamente preservada, sendo considerada uma região importante onde ocorrem remanescentes da floresta atlântica. Esta área é composta por ecossistemas marinhos, sendo rodeada por costões rochosos, ilhas, praias arenosas e manguezais (BELO, 2002). Neste contexto, a baía da Ilha Grande constitui-se em uma área de grande interesse ambiental e comercial, na qual se encontram algumas unidades de conservação e alguns empreendimentos de grande relevância socioeconômica (um terminal petrolífero (TEBIG) e duas usinas nucleares). Atualmente, o Ministério do Meio Ambiente considera a região em questão

como área prioritária para conservação de espécies marinhas devido ao elevado nível de biodiversidade registrado para a área (MMA, 2007).

O presente estudo aconteceu na parte oeste da baía, que é caracterizada por águas rasas (cerca de 10m de profundidade). Estudos anteriores mostraram que os indivíduos de boto-cinza são encontrados principalmente nesta parte da baía (LODI & HETZEL 1998; LODI 2003 a,b). O ambiente marinho da porção oeste da baía é considerado uma área de transição entre o continente e o mar (NOGARA, 2000). Um fluxo de matéria orgânica do continente ocorre devido à entrada de água de rios continentais e de manguezais ao redor da baía. De acordo com Signorini (1980), durante o verão a porção oeste da baía recebe nutrientes de águas profundas (águas do Atlântico central Sudoeste) que entram na baía pelo canal oeste, causando um fenômeno de ressurgência. A área apresenta uma grande diversidade de micro-habitat, como ilhas, manguezais e praias de areia (LODI 2003a).

### **3.2. Coleta dos dados**

Para a comparação do repertório acústico ao longo do tempo, foram usados dois períodos amostrais distintos: dados coletados em 2007-2008 (categorizados como “passado” nesse trabalho) e gravações feitas entre 2017-2018 (categorizadas como “presente”) na baía de Ilha Grande.

As amostras de 2007 e 2008 na baía de Ilha Grande fazem parte do banco de dados do Laboratório de Ecologia e Conservação Marinha (ECoMar), mas foram recuperados a partir do trabalho de mestrado de Barbosa (2009). As coletas em ambos os períodos amostrais foram realizadas usando um hidrofone Cetacean Research (modelo C54) acoplado a um gravador M-Audio (modelo Microtack II) com taxa de amostragem de 96 kHz (24bit).

As coletas do passado foram realizadas no inverno de 2007 e no verão de 2008 somando um total de nove saídas de campo. Durante o período de 2017 e 2018 foram feitas cinco saídas de campo no total sendo duas no inverno de 2017 e três no verão de 2018. Durante as gravações a embarcação permaneceu com o motor desligado e o hidrofone foi instalado a 3m de profundidade. Em fichas de campo padronizadas e com auxílio de um segundo observador foram registrados durante a gravação: data, hora, nome do arquivo, tamanho do grupo e estado comportamental.

### 3.3. Protocolo de Análise

O trabalho de Barbosa (2009) separou os assovios em comportamentos (deslocamento, pesca de fundo e pesca de superfície) e depois os separou por tipos (ascendente, descendente e patamar). Neste trabalho separamos os dados do presente (2017 e 2018) também foram separados por comportamento, mas apenas tínhamos as categorias deslocamento e forrageamento.

Para comparar temporalmente o repertório da população da baía de Ilha Grande, foram consideradas variações de parâmetros de frequência e duração dos assovios do boto-cinza: frequência máxima, frequência mínima, duração e taxa de emissão.

As gravações foram inicialmente visualizadas em um espectrograma usando o software Raven Pro 1.6 (Cornell Lab of Ornithology). As análises foram limitadas a assobios com a frequência inicial e final claramente visíveis e uma ausência de assobios sobrepostos. Quando os assovios com boa relação sinal/ruído e com pontos de início e fim nítidos são encontrados, os seguintes parâmetros eram analisados: frequência máxima (kHz), frequência mínima (kHz), variação de frequência (kHz), duração (s) e taxa de emissão.

Para usar os dados do passado (2007 e 2008) que estavam resumidos a três tabelas (uma para cada comportamento), recriamos esses dados a partir da mínima, máxima, média e desvio padrão usando o *software* R (R Development Core Team, 2020). Para padronizar os dados do passado e do presente, eles foram agrupados apenas nessas duas categorias de estado comportamental: deslocamento e forrageamento. Segundo Karczmarski et al (2000) o estado comportamental de deslocamento pode ser definido como movimentos direcionais e persistentes e o forrageamento como quando os indivíduos não mostraram movimentos direcionais e mergulharam com frequência de forma assíncrona.

Os números amostrais do passado e do futuro eram muito diferentes, portanto, para testar o efeito estatístico do tamanho da amostra, foi realizada uma validação cruzada de Vargha and Delaney A (VARGHA & DELANEY, 2000) para ver o efeito do tamanho das amostras. Após o resultado, diminuimos os números amostrais para que ambos fossem equivalentes relacionando passado e presente com relação a cada categoria de estado comportamental (deslocamento e forrageamento).

Para testar se as variações médias foram significativas entre a série temporal testada, foi usado o teste não paramétrico PERMANOVA (5.000 permutações, ANDERSON 2001) das médias de todos os parâmetros acústicos e comparados com as médias encontradas no trabalho da Barbosa (2009) com relação a cada categoria de comportamento.

Após o resultado, realizamos o teste univariado não paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney, de natureza *pos-hoc*, para ver se algum dos parâmetros acústicos era estatisticamente significativo com relação aos períodos dentro de cada categoria de comportamento. Todas as análises estatísticas foram feitas pelo pacote *vegan* no *software* R (R Development Core Team, 2020).

#### 4. RESULTADOS

Ao todo foram analisados 464 minutos de gravação (wav), sendo 135 (29,1%) minutos de arquivos de 2007 e 2008 e 329 (70,9 %) minutos de arquivos de 2017 e 2018.

Na comparação entre os parâmetros quantitativos dos assovios ao longo dos anos, foram analisados 6.821 assovios em 2007 e 2008 e 2.099 assovios entre 2017 e 2018.

O teste Vargha and Delaney A para uma avaliação qualitativa da magnitude do tamanho do efeito indicou a direção do efeito da amostra (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado para cada parâmetro acústico nas categorias dos estados comportamentais deslocamento e forrageamento do teste do efeito do tamanho da amostra Vargha and Delaney A para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

	Deslocamento	Forrageamento
Duração	1	1
Frequência Máxima	1	1
Frequência Mínima	1	1
Taxa de Emissão	1	1

Devido ao efeito do tamanho da amostra, fizemos uma adequação do número amostral buscando reduzir um pouco o efeito observado. Após a adequação, o total de assovios para deslocamento foi 908 (454 para cada período amostral) e o total para forrageamento foi 3.288 (1.644 para cada período amostral).



O teste PERMANOVA indicou variação significativa entre os parâmetros acústicos e os tempos amostrais em cada comportamento. (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados do teste multivariado não paramétrico PERMANOVA comparando as variações médias dos parâmetros acústicos entre os períodos de amostragem em relação a cada estado comportamental para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

		F	df	p
Deslocamento	passado vs presente	965.62	1	<0,001
FORAGEAMENTO	passado vs presente	1432.8	1	<0,001

Nos dois estados comportamentais foi observado que havia diferença estatisticamente significativa quando analisamos as variações médias dos parâmetros acústicos entre os períodos de amostragem. O teste univariado não paramétrico de Wilcoxon-Mann Whitney mostrou que todos os parâmetros acústicos utilizados neste trabalho foram estatisticamente significativos quando comparados entre os períodos amostrais (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados do teste univariado não paramétrico Wilcoxon para os parâmetros acústicos nos dois períodos amostrais em cada categoria de estado comportamental para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

		W	p
Deslocamento	Duração	68711	< 0,001
	Frequência Máxima	18003	< 0,001
	Frequência Mínima	181539	< 0,001
	Taxa de Emissão	206116	< 0,001
FORrageamento	Duração	616121	< 0,001
	Frequência Máxima	912322	< 0,001
	Frequência Mínima	2561223	< 0,001
	Taxa de Emissão	1403976	0.05

Durante o Deslocamento, a frequência máxima média foi maior no presente quando comparada ao passado (Figura 4).

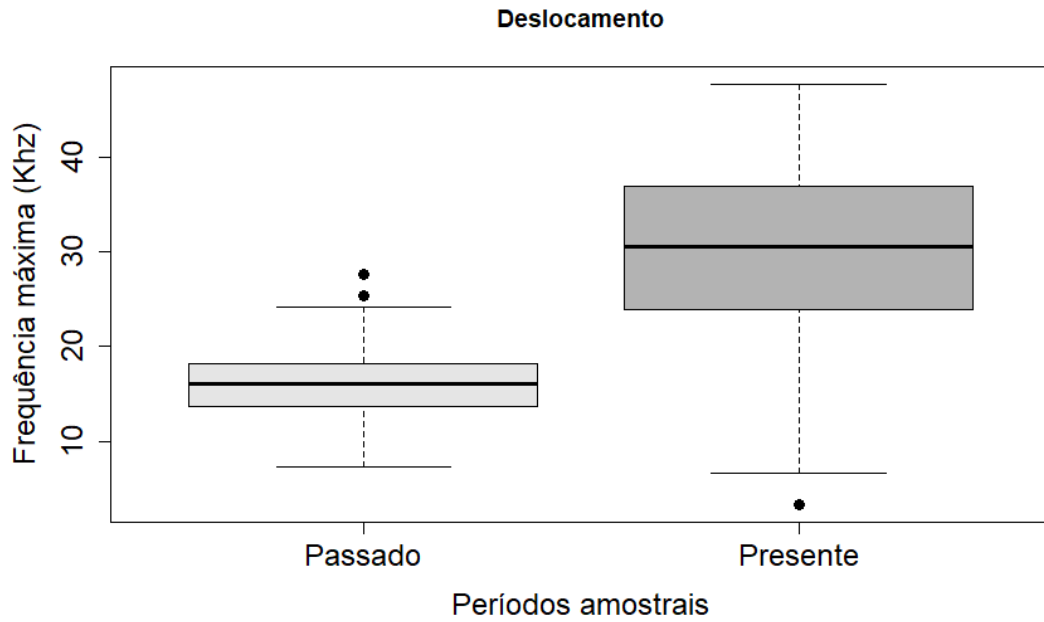


Figura 4. Parâmetro acústico frequência máxima nos tempos amostrais passado e presente durante deslocamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

Durante o comportamento de deslocamento a média da frequência mínima no período amostral presente foi menor quando comparado ao passado (Figura 5).

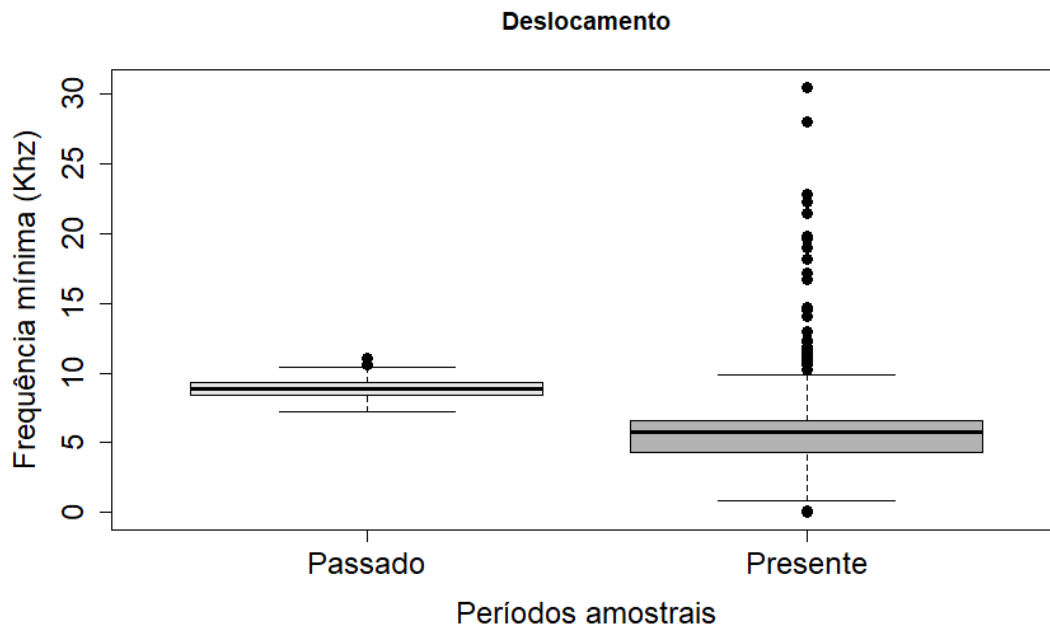


Figura 5. Parâmetro acústico frequência mínima nos tempos amostrais passado e presente durante deslocamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

No deslocamento não observamos nenhuma alteração na duração entre os períodos amostrais (Figura 6).

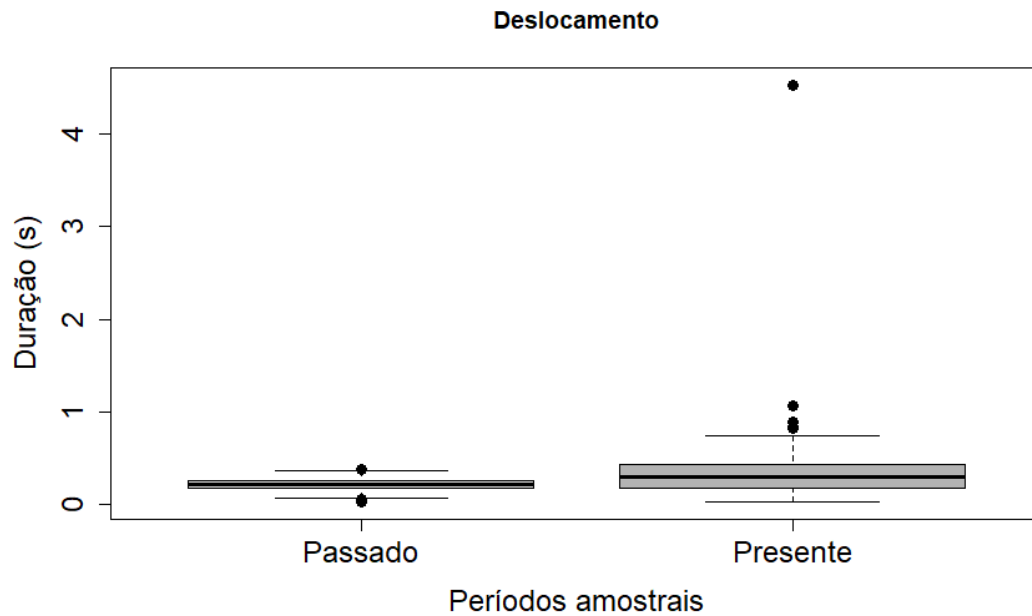


Figura 6. Parâmetro acústico duração nos tempos amostrais passado e presente durante deslocamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

Durante o deslocamento houve diminuição na taxa de emissão no presente quando comparado ao passado (Figura 7).

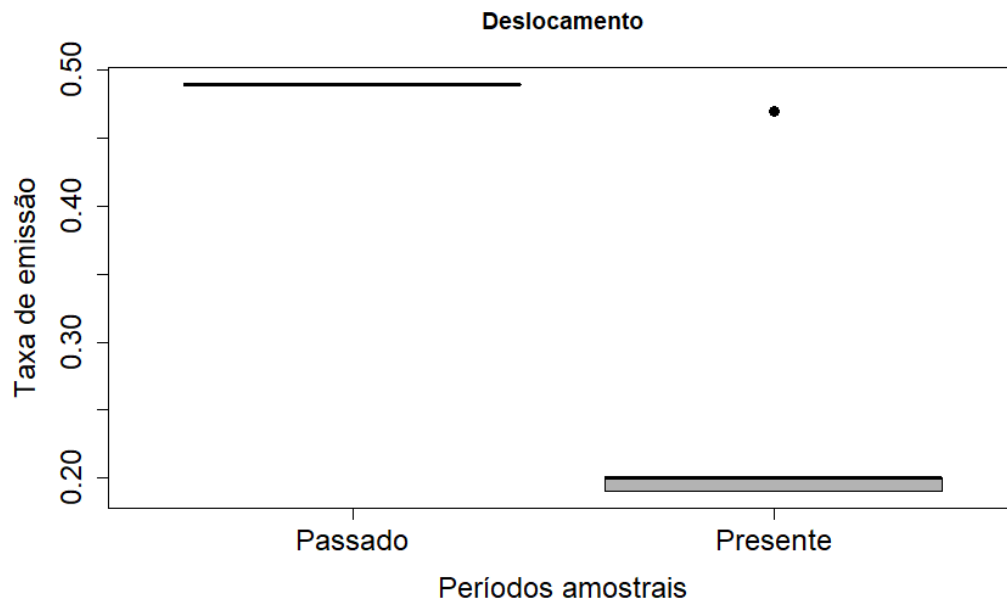


Figura 7. Parâmetro acústico taxa de emissão nos tempos amostrais passado e presente durante deslocamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

Durante o comportamento de forrageamento observamos que a frequência máxima aumentou no presente quando comparado ao passado (Figura 8).

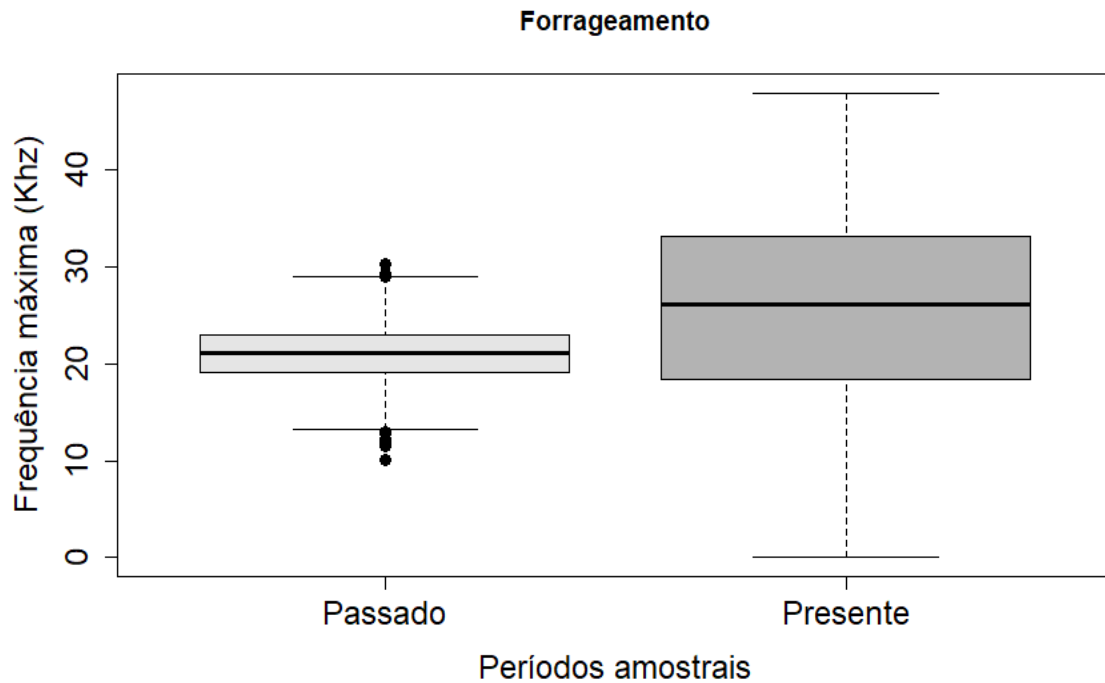


Figura 8. Parâmetro acústico frequência máxima nos tempos amostrais passado e presente durante o comportamento de forrageamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

No forrageamento a frequência mínima diminuiu no presente quando comparado ao passado (Figura 9).

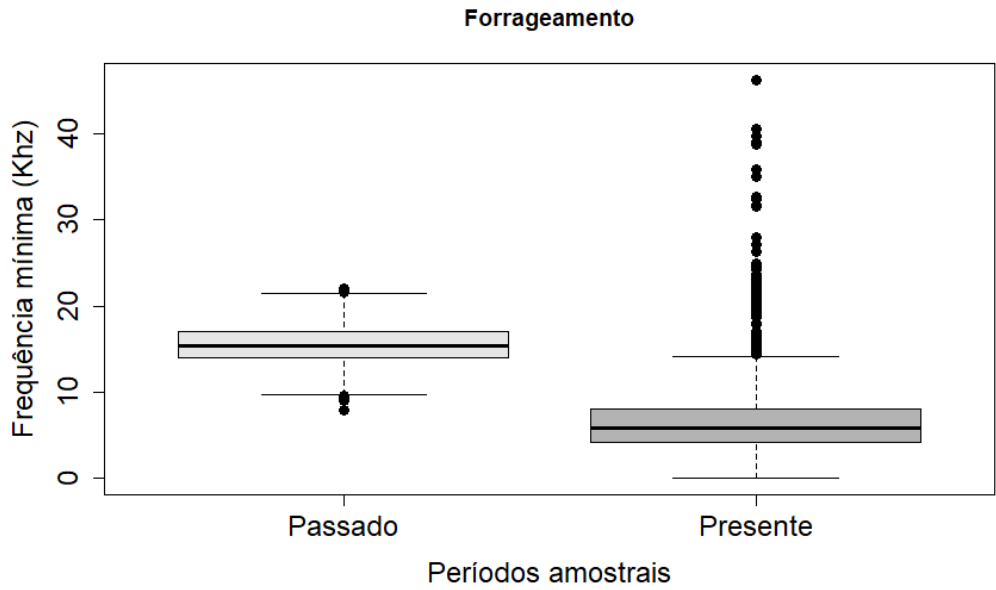


Figura 9. Parâmetro acústico frequência mínima nos tempos amostrais passado e presente durante o comportamento de forrageamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

No forrageamento a duração aumentou no presente quando comparado ao passado (Figura 10).

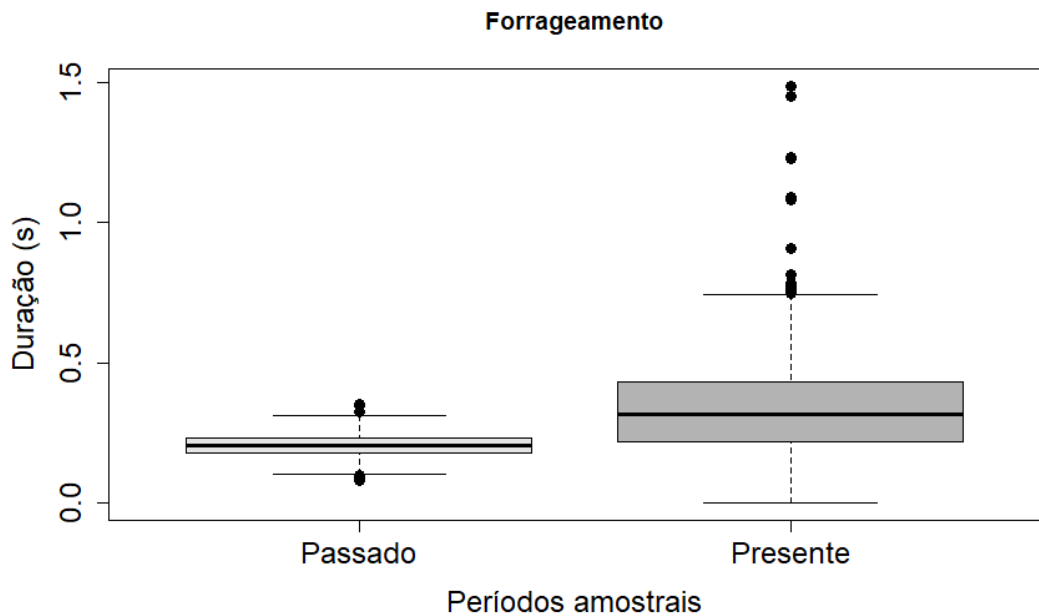


Figura 10. Parâmetro acústico duração nos tempos amostrais passado e presente durante o estado comportamental forrageamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

Durante o forrageamento a média da taxa de emissão foi menor no presente quando comparada ao passado (Figura 11).

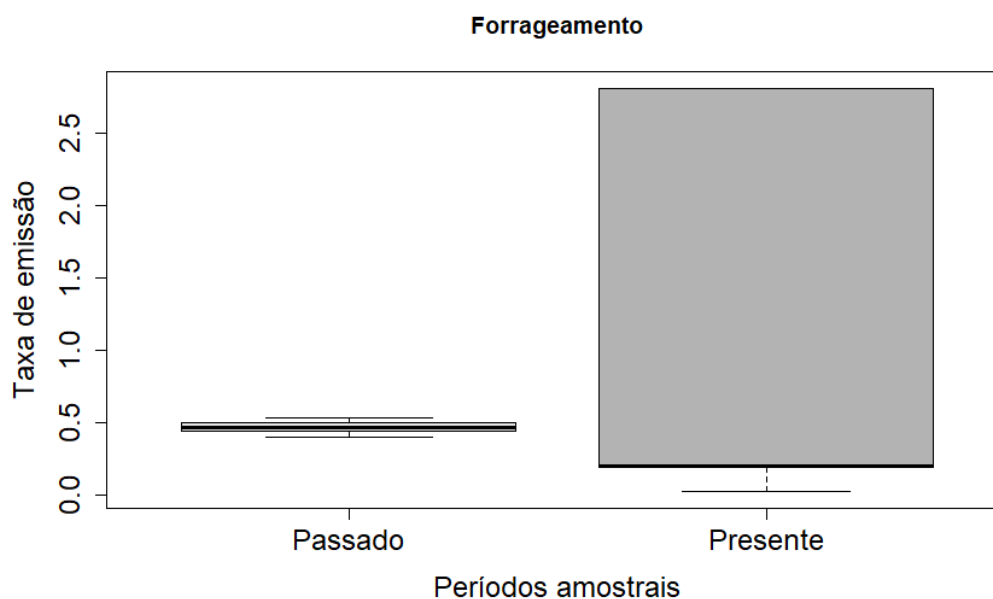


Figura 11. Parâmetro acústico taxa de emissão nos tempos amostrais passado e presente durante o comportamento de forrageamento para o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, na baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil.

## 5. DISCUSSÃO

As variações observadas neste trabalho como o aumento da frequência máxima, a diminuição da frequência mínima, pouca variação na duração dos assovios e a diminuição da taxa de emissão dos indivíduos da população de botos-cinza da baía de Ilha Grande podem evidenciar a importância deste trabalho, que é um dos poucos a avaliar mudanças no repertório de longo-prazo desta população.

Durante o deslocamento no presente, a frequência máxima aumentou, a frequência mínima diminuiu a duração não mostrou alteração e a taxa de emissão diminuiu quando comparado ao passado. Durante o forrageamento, no presente, a frequência máxima e a duração aumentaram, enquanto a frequência mínima e a taxa de emissão diminuíram quando comparadas ao passado.

Alterações nos parâmetros acústicos nos comportamentos deslocamento e forrageamento, a princípio, poderiam ser explicadas pelo ruído antropogênico, variação cultural e individual, variações demográficas na população ou pelo número de filhotes.

Azevedo e Van Sluys (2005) demonstraram que as diferenças em alguns parâmetros de frequência de assobio entre populações geograficamente mais distantes são maiores do que entre populações adjacentes. As populações do norte apresentaram maior frequência média em comparação com populações do sul. Os autores sugeriram que estudos adicionais incluindo amostras de populações de botos-cinza ao longo da costa central do Brasil ajudariam para determinar se há um aumento contínuo nos parâmetros de frequência do assobio que se correlacionam com a distribuição latitudinal da espécie.

Trabalho de Rossi-Santos e Podos (2006) mostrou que a duração do assobio varia aproximadamente linearmente em toda a extensão da espécie, com uma tendência para assobios de locais do norte sendo mais longos em comparação com assobios de latitudes mais ao sul. No sul e sudeste regiões do Brasil, Sotalia tendem a residir em sistemas estuarinos e baías protegidas, enquanto no nordeste, onde grandes estuários e baías são comparativamente menores, eles tendem a habitar áreas costeiras que são mais dominada à beira-mar (ROSSI-SANTOS & PODOS 2006). Esses autores também sugeriram que a descontinuidade em tais feições costeiras entre as regiões norte e sul do Brasil podem estar associadas à evolução cultural aleatória. Mais recentemente, os resultados de Lima e Le Pendu (2014) corroboraram a associação entre proximidade latitudinal e maior similaridade nos valores de frequência dos assobios propostos por Rossi Santos e Podos (2006). Por outro lado, Deconto e Monteiro-Filho (2013), Andrade et al. (2015) e Leão et al. (2015) apresentam evidências para ocorrência de plasticidade vocal nos botos-cinza, sugerindo que a variação latitudinal nos assobios é mais indicativa de adaptação local ao meio ambiente.

De acordo com a hipótese da adaptação acústica, é esperado que os animais ajustem o uso, bem como a estrutura acústica de seus sinais vocais para otimizar a propagação (EY & FISCHER 2009). Desta forma, é esperado que as emissões do boto-cinza mudem tanto em escala espacial quanto temporal para que eles se adaptem as diferentes condições de paisagem acústica. De acordo com o Efeito Lombard (LOMBARD 1911), seria esperado que em cenários mais ruidosos fosse observado um maior esforço vocal para aumentar a audibilidade (LOMBARD 1911; ZOLLINGER & BRUMM 2011). Esta alteração não inclui apenas a intensidade das emissões, mas também mudanças de frequência, aumento da taxa de emissão e aumento da duração das emissões (LOMBARD 1911; ZOLLINGER & BRUMM 2011).



Estudos já reportaram adaptação acústica em decorrência de ruído antropogênico em espécies de cetáceos como o golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus*, em Tóquio, no Japão (MORISAKA et al. 2005) e o boto-cinza na região sudoeste do Rio de Janeiro, no Brasil (BITTENCOURT et al. 2017). Geralmente as variações observadas nos assovios do boto-cinza em decorrência do ruído antropogênico estão relacionadas com aumento da frequência máxima e mínima, mudando a banda do assovio, além da redução da duração. Essas variações já foram reportadas para a baía de Guanabara e baía de Sepetiba (BITTENCOURT et al. 2017; MACIEL 2020), duas baías com crescente e intensa atividade antropogênica com o aumento do tráfego de embarcações e suas áreas portuárias.

O estudo de Maciel (2020) realizado na baía de Sepetiba obteve resultados diferentes do presente trabalho. Maciel (2020) encontrou que as médias dos parâmetros acústicos (frequência máxima, frequência mínima e duração) dos assovios praticamente não variaram entre os anos. Contudo a comparação entre as taxas de emissão indicou uma redução de mais de 90% dos assovios emitidos pela população (MACIEL 2020).

Foi observado o aumento do *range* (o aumento da frequência máxima e a diminuição da frequência mínima), não alterando a banda do assovio e um pequeno aumento na duração. A taxa de emissão não aumentou na baía de Ilha Grande nem na baía de Sepetiba (MACIEL 2020), sendo que o esperado para cenários ruidosos seria o aumento dessa taxa (LOMBARD 1911; BITTENCOURT et al. 2017). Além dos parâmetros não estarem semelhantes ao observados nas baías ruidosas, a baía de Ilha Grande não sofreu importante alteração quanto a exploração antropogênica e continua com um ambiente bastante semelhante ao observado nas coletas realizadas em 2007 e 2008. Apesar do aumento do turismo na baía, a porção oeste, onde foram realizadas as coletas, não é o maior foco turístico do município de Paraty. Também não existem evidências do aumento da atividade pesqueira nessa porção da baía (FIPERJ 2019). Dessa forma, a hipótese de adaptação acústica como resultado do aumento do ruído antropogênico parece não explicar os resultados obtidos no presente estudo.

Outra possível explicação para a variação dos parâmetros são mudanças culturais da população. O estudo de Maciel (2020) mostrou que ao longo de 20 anos o repertório do boto-cinza contém vocalizações estáveis para a baía de Sepetiba, indicando um importante papel dos assovios na comunicação da espécie. Como a baía de Ilha Grande é

uma área adjacente, o esperado é que a população de boto-cinza siga o mesmo padrão, uma vez que o estudo realizado por Barbosa (2009) encontrou grande estabilidade nos parâmetros de frequência e alta variação na duração dos assovios na baía de Ilha Grande, quando comparou com os assovios coletados na baía de Sepetiba. As alterações observadas no presente trabalho não poderiam ser explicadas pela mudança no repertório da espécie, uma vez que analisamos um período de apenas 10 anos, um período curto para animais que apresentam grande longevidade.

Alguns estudos demonstram a importância do comportamento na variação dos sons dos cetáceos. Por exemplo, o golfinho-pintado-do-atlântico (*Stenella frontalis*) no litoral sudoeste do Rio de Janeiro, produz assovios de longa duração e alta frequência em maior taxa quando estão em deslocamento e forrageamento (AZEVEDO et al. 2010). Outros assovios com frequência mínima menor também aparentam ser frequentes durante atividades sexuais nos golfinhos-nariz-de-garrafa no Golfo do México (SIMARD et al. 2011).

Na região da baía da Ilha Grande os grupos de boto-cinza são vistos frequentemente com filhotes. A grande presença de filhotes nos grupos de boto-cinza e sua presença durante o comportamento de forrageamento nos permite inferir sobre a importância da área como berçário e local de aprendizagem (TARDIN et al. 2011). A presença de filhotes pode influenciar o aumento da frequência máxima, assim como o pequeno aumento na duração dos assovios, como foi observado em golfinhos-nariz-de-garrafa na região sul do Brasil (BUENO 2015). Estudos observaram que as fêmeas de golfinhos-nariz-de-garrafa emitem sons de frequência maior para chamar seus filhotes (BUENO 2015; KUCZAJ et al. 2015). Além disso, os próprios filhotes imitam os assovios das mães como brincadeiras para desenvolver habilidades como o forrageamento e esses assovios costumam ter uma frequência máxima mais alta, como observado em outros estudos (e.g. *S. frontalis* nas Ilhas Bahamas, nas Bahamas em BENDER et al., 2009; *T. truncatus* em Tangalooma, na Austrália em HOLMES & NEIL, 2012; com *T. truncatus* em Porto Alegre, no Brasil em BUENO, 2015).

Estudos recentes evidenciaram que o boto-cinza emite parte de seu repertório de assovios com uma frequência muito alta (>40kHz) (ANDRADE et al. 2015; ANDRADE et al. 2017), sugerindo que esses sinais devem ter uma função específica na comunicação.

Uma explicação potencial para as variações encontradas são alterações demográficas na população. O trabalho de Barbosa (2009) encontrou uma taxa de emissão de assovios de 0,69 assovios/min/animal, com uma média de 72,2 indivíduos por grupo. O presente trabalho encontrou 0,03 assovios/min/animal com uma média de 46,9 indivíduos por grupo. Estes resultados também foram observados em estudos com golfinhos-nariz-de-garrafa (e.g. COOK et al. 2004) e golfinho-corcunda-indopacífico, *Sousa chinensis* (VAN PARIJS et al. 2001) que mostraram que em grupos maiores o número de emissões sonoras tende a aumentar.

O estudo de Barbosa (2009) encontrou uma média de 100 indivíduos por grupo realizando o comportamento de deslocamento e uma média de 213 indivíduos realizando forrageamento. O atual trabalho encontrou uma média de 26 indivíduos realizando deslocamento e uma média de 47 indivíduos realizando forrageamento. A taxa de emissão também foi calculada levando em conta o tamanho dos grupos. Mudanças na taxa de emissão de assovios em razão de alterações comportamentais e tamanho de grupo já foram reportadas para golfinhos-nariz-de-garrafa (QUICK & JANIK, 2008). Desta forma, a diferença entre as definições de grupo entre o presente trabalho e o de Barbosa (2009) e suas interpretações devem ser realizadas com cuidados, podendo refletir alteração na taxa de emissão. Além disso, é possível que a diferença entre os tamanhos dos grupos nos comportamentos de deslocamento e alimentação reflita a redução da taxa de emissão.

O trabalho de Espécie (2015) encontrou que 79,5% dos indivíduos da população de boto-cinza que frequenta a área da baía de Ilha Grande são residentes. Entretanto, as probabilidades de emigrações temporárias para fora da baía são frequentes, principalmente entre estações do ano, podendo chegar até 70% (ESPECIE 2015). Ao mesmo tempo, a taxa de substituição de indivíduos é alta, chegando a 83% dos indivíduos observados não estarem presentes entre as estações seca e chuvosa (ESPÉCIE 2015). Isso indica que apesar da alta residência da população, existe uma estrutura fluida e em algumas ocasiões, alguns indivíduos tendem a passar maior parte do tempo fora da baía, podendo ser em alto mar ou em áreas adjacentes (PARRA et al. 2006).

Quando comparado com a baía de Sepetiba, 64% de indivíduos apresentam pouca ou nenhuma residência (NERY et al. 2008a). As baías de Sepetiba e Ilha Grande são adjacentes e já foi reportado que cerca de 10% dos indivíduos foram observados se movimentando entre as duas baías (GALVÃO 2013). As mudanças demográficas, como o grande fluxo de entrada e saída de indivíduos da baía, parecem explicar as variações

dos parâmetros acústicos do repertório do boto-cinza observadas no presente trabalho. Assim, as variações poderiam ser atribuídas às diferenças individuais na modulação dos assovios, o que também foi sugerido no trabalho de Barbosa (2009). A variação da modulação da frequência e da duração dos assovios ocorre devido às variações intraespecíficas (e.g. MORISAKA et al. 2005).

É importante considerar alguns resultados desse estudo com atenção uma vez que foi indicado uma tendência devido ao tamanho da amostra. Outro problema é a forma de análise do pesquisador responsável. O período amostral de 2007 e 2008 foi analisado por um pesquisador diferente do presente trabalho. Apesar de os dois usarem os mesmos equipamentos e o mesmo programa de análise, a configuração deste programa e a precisão da análise podem afetar na medição dos parâmetros acústicos dos assovios. Entretanto, os ajustes realizados, a forma similar de coleta de dados e equipamentos, representa um importante primeiro passo para entender as variações temporais no repertório acústico dos botos-cinza na baía da Ilha Grande.

Podemos concluir que as variações nos parâmetros acústicos observadas neste trabalho podem ser um resultado da variação demográfica da população de boto-cinza na baía de Ilha Grande. Além disso, vimos como a presença dos filhotes pode alterar o padrão da emissão de sons na população e a importância da área como berçário e local de aprendizagem para a espécie. As variações do repertório acústico identificadas para a baía da Ilha Grande parecem não ser explicada por contextos comportamentais em que foram gravados, ruído antropogênico ou variações culturais. O monitoramento contínuo da área vai permitir conhecer melhor o repertório acústico da população e medir o quanto a fluidez da residência dos indivíduos interfere e altera o padrão de emissões sonoras da população.

Neste trabalho usamos ferramentas acústicas para estudar padrões ecológicos e comportamentais. Este estudo foi o primeiro a observar variação demográfica no repertório acústico da população de botos-cinza na baía de Ilha Grande. Os resultados obtidos neste trabalho devem ser considerados por órgãos ambientais em todas as esferas. Com base nos resultados apresentados e discutidos neste documento, fazemos as seguintes recomendações: permanência do monitoramento de longo prazo na baía de Ilha Grande; realização de coletas acústicas com equipamentos que possuam maior taxa de

amostragem; modelar o ruído na área de maior concentração da espécie na baía, dando subsídio para os órgãos ambientais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v.26, p.32-46.

ANDRADE, L.G., LIMA, I.M.S., MACEDO, H.S., CARVALHO, R.R., LAILSON-BRITO, J., FLACH, L., & AZEVEDO, A.F. Variation in Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles: using a broadband recording system to analyze acoustic parameters in three areas of southeastern Brazil. **acta ethologica**, v.18, n.1, p.47-57, 2015.

ANDRADE, L.G. de et al. Burst pulses of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in southeastern Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 141, n. 4, p. 2947-2956, 2017.

ARAÚJO, J. P.; ARAÚJO, M. E.; SOUTO, A.; PARENTE, C. L.; GEISE L. The influence of seasonality, tide and time of activities on the behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae) in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.4, p.1122–1130, 2007.

AU, W.W.L. *The Sonar of Dolphins*. **Springer Verlag**. 1993.

AU, W.W.L. Hearing in whales and dolphins: An overview. In: AU, W. L. A.; POPPER, A. N.; FAY, R. R. (Eds.). *Hearing by Whales and Dolphins*. New York: Springer, 2000, p. 1-42.

AU, W.W.L.; HASTINGS, M.C. **Principles of marine bioacoustics**. New York: Springer, p.121-174. 2008.

AZEVEDO, A.F., VAN SLUYS, M. Whistles of tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil: comparisons among populations. **J. Acoust. Soc. Am**, v.117, p.1456–1464. 2005.

AZEVEDO, A.F. et al. Whistles emitted by Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) in southeastern Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 127, n. 4, p. 2646-2651, 2010.

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, southeastern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 79, p. 1-10, 2017.

BARBOSA, M.M. Comparação entre os repertórios sonoros das populações de boto-cinza, *Sotalia guianensis*, presentes na baía de Paraty e na baía de Sepetiba, RJ. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. 101 p. 2009.

BARBOSA, M. et al. High-frequency social communication in *Sotalia guianensis*. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 146, n. 2, p. EL124-EL128, 2019.

BARRIOS-GARRIDO, H. et al. Acoustic Parameters of Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) 27 whistles in the Southern Gulf of Venezuela. **Aquatic Mammals**, v. 42, n. 2, p. 127-136, 26. 2016.

BAZÚA-DURÁN, M.C.; AU, W.W.L. Whistles of Hawaiian spinner dolphins. **J Acoust Soc Am**, v.112, p.3064–3072. 2002.

BELO, W. C. O fundo marinho da baía da Ilha Grande, RJ: evidências da ação de correntes e de ondas no canal central com base em formas de fundo observadas em registros de sonar (100kHz). **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 20, p. 17-30, 2002.

BENDER, C.E.; HERZING, D.L.; BJORKLUND, D.F. Evidence of teaching in Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) by mother dolphins foraging in the presence of their calves. **Animal Cognition**, v.12, p.4353. 2009.

BERTA, A.; SUMICH, J.L.; KOVACS, K.M. Marine mammals: evolutionary biology. **Elsevier**, 2015.

BITTENCOURT, L.; LIMA, I.M.; ANDRADE, L.G. et al. Underwater noise in an impacted environment can affect Guiana dolphin communication. **Marine pollution bulletin**, v. 114, n. 2, p. 1130-1134, 2017.

BOROBIA, M. Distribution and morphometrics of South American dolphins of the genus *Sotalia*. Quebec, Canadá, Canadá: Faculty of Graduate Studies and Research of McGill University, 1989.

BOROBIA, M. et al. Distribution of the south american dolphin *Sotalia fluviatilis*. **Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie**, v. 69, n. 4, p. 1025–1039, 1991.

BUENO, S.M. Análise do repertório acústico atual do grupo de golfinhos *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea, Delphinidae) residentes na Barra da Laguna de Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. 2015.

CABALLERO, S.F.; TRUJILLO, J.A.; VIANNA, et al. Taxonomic status of the genus *Sotalia*: Species level ranking for “tucuxi” (*Sotalia fluviatilis*) and “costero” (*Sotalia guianensis*) dolphins. *Marine Mammal Science* 23:358–386. 2007.

CABALLERO, S.F.; TRUJILLO, J.A.; VIANNA, et al. Mitochondrial DNA diversity, differentiation and phylogeography of the South American riverine and coastal dolphins *Sotalia fluviatilis* and *Sotalia guianensis*. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v.8, p. 69–79. 2010.

CALDWELL, M.C., CALDWELL, D.K., TYACK, P.L. (1990). Review of the signature whistle hypothesis for the Atlantic bottlenose dolphin. In: Leatherwood S, Reeves RR (eds) *The bottlenose dolphin*. Academic, San Diego, pp 199–234.

CANTOR, M.; WEDEKIN, L. L.; DAURA-JORGE, F. G.; ROSSI-SANTOS, M. R., SIMÕES-LOPES, P. C. Assessing population parameters and trends of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): An eight-year mark-recapture study. **Marine Mammal Science**, v. 28, n.1, 63-83. 2012.

CARR, T.; BONDE, R.K. Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) occurs in Nicaragua, 800 km north of its previously known range. **Marine Mammal Science**, v.16, n.2, p.447-452, 2000.

CHEN, Y. 2001. Ecological aspects of cetaceans in Ilan waters of Taiwan: abundance, distribution and habitat partitioning and acoustic. 120f. Dissertação de Mestrado. Universidade de Charleston, Carolina do Sul, U.S.A.

COOK, M. L.; SAYIGH, L. S.; BLUM, J. E.; WELLS, R. S. Signature-whistle production in undisturbed free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 271, n. 1543, p. 1043-1049. 2004.

NOTTEBOHM, F. The song of the chingolo, *Zonotrichia capensis*, in Argentina: description and evaluation of a system of dialects. *Condor*, v.71, p.299-315. 1969 **apud** CONNER, D.A. Dialects versus geographic variation in mammalian vocalizations. *Animal Behaviour*, v.30, p.297-298. 1982.

CUNHA, H.A.; da SILVA, V.M.F.; LAILSON-BRITO, J.Jr. et al. Riverine and marine ecotypes of *Sotalia dolphins* are different species. *Marine Biology* 148:449–457. 2005.

DECONTO, L.S.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. High initial and minimum frequencies of *Sotalia guianensis* whistles in the southeast and south of Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 134, n. 5, p. 3899-3904, 2013.

DECONTO, L.S.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Differences in the sounds of Guiana dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) between two areas of south-eastern and southern Brazil. **Bioacoustics**, v. 28, n. 1, p. 26-41, 2019.

DÍAZ LÓPEZ, B. Whistles characteristics in free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Mediterranean Sea: influence of behaviour. **Mamm Biol**, v.76, p.180–189, 2011.

EMIN-LIMA, R., MOURA, L. N., RODRIGUES, A. F., & SILVA, M. L. Note on the group size and behavior of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinide) in Marapanim Bay, Pará, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, n.1-2, 167-170. 2010.

ERBER, C.; SIMÃO, S.M. Analysis of whistles produced by the tucuxi dolphin *Sotalia fluviatilis* from Sepetiba Bay, Brazil. **Ann Acad Bras Sci**, v.76, p.381–385, 2004.

ESPÉCIE, M.A.; TARDIN, R. H. O.; SIMAO, S. M. Degrees of residence of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilha Grande Bay, south-eastern Brazil: a preliminary assessment. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.90, p.1633-1639, 2010.

ESPÉCIE, M. A. **O que seis anos de marcação-recaptura revelam sobre a população de boto-cinza da parte oeste da Baía da Ilha Grande, litoral sul do Rio de Janeiro.** Tese (Doutorado em Biologia Animal). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2015.



EY, E.; FISCHER, J. The “acoustic adaptation hypothesis”—a review of the evidence from birds, anurans, and mammals. **Bioacoustics**, v. 19, n. 1-2, p. 21-48, 2009.

FIGUEIREDO, L.D.; SIMÃO, S.M. Possible occurrence of signature whistles in a population of *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) living in Sepetiba Bay, Brazil. **J Acoust Soc Am**, v.126, p.1563–1569, 2009.

FLORES, P.A.C.; DA SILVA, V.M.F.; FETTUCCIA, D.C. Tucuxi and Guiana Dolphins: *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. In: Encyclopedia of marine mammals. **Academic Press**. p. 1024-1027. 2018.

FRIPP, D.; OWEN, C.; QUINTANA-RIZZO, E. et al. Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) calves appear to model their signature whistles on the signature whistles of community members. **Animal cognition**, v.8, n.1, p.17-26, 2005.

GALVÃO, C. Comparação dos catálogos de foto-identificação das populações de *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla, Delphinidae) da Baía de Sepetiba e Baía de Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. Trabalho de Monografia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. 2013.

HALPERN, B.S.; WALBRIDGE, S.; SELKOE, K.A. et al. A global map of human impact on marine ecosystems. **Science** v.319, p.948. 2008.

HAWKINS, E.R. Geographic variations in the whistles of bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) along the east and west coasts of Australia. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v.128, n.2, p.924-935, 2010.

HAVUKAINEN, L.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A; FILLA, G.F. Population density of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the Cananéia region, Southeastern Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v.59, n.3, p.1275-1284. 2011.

HERMAN, L.M.; TAVOLGA, W.N. The communication systems of cetaceans, in: “Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions,” L. M. Herman, ed. (pp. 149–210), New York: Wiley Interscience. 1980.

HERZING, D.L. **A quantitative description and behavioral associations of a burst-pulsed sound, the squawk, in captive bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus***. Tese de Doutorado. San Francisco State University. 1988.

HERZING, D.L. Vocalizations and associated underwater behavior of free-ranging Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis* and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Aquatic Mammals**, v. 22, p. 61-80, 1996.

HERZING, D.L. Acoustics and social behavior of wild dolphins: implications for a sound society. In: Au WWL, Popper AN, Fay RE (eds) **Hearing by whales and dolphins**. Springer, London, pp 225–272. 2000.

HOLMES, B.J.; NEIL, D.T. Gift giving by wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) to humans at a wild dolphin provisioning program, Tangalooma, Australia. **Anthrozoos: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals**, v.25, p.397-413. 2012.

ICMBio/MMA, Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção: Volume II – mamíferos. 1ª ed. Brasília, 2018.

JANIK, V. M. Pitfalls in the categorization of behaviour: a comparison of dolphin whistle classification methods. **Animal Behaviour**, v. 57, n. 1, p. 133-143, 1999.

JANIK, V.M. Acoustic communication in delphinids. **Adv Stud Behav**, v.40, p.123–157, 2009.

KARCZMARSKI, L.; COCKCROFT, V. G.; MCLACHLAN, A. Habitat use and preferences of Indo-Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis* in Algoa Bay, South Africa. **Marine Mammal Science**, v. 16, n. 1, p. 65-79, 2000.

KING, S. L. & JANIK, V. M. Come dine with me: food-associated social signalling in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). **Animal cognition**, v. 18, n. 4, p. 969-974, 2015.

KLUSEK, Z.; LISIMENKA, A. Seasonal and diel variability of the underwater noise in the Baltic Sea. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 139, n. 4, p. 1537-1547, 2016.

KUCZAJ, S.A. II.; ESKELINEN, H.C.; JONES, B.L.; BORGER-TURNER, J.L. Gotta GO, Mom's calling: Dolphin (*Tursiops truncatus*) mothers use individually distinctive acoustic signals to call their calves. **Animal Behavior and Cognition**, v.2, n.1, p. 88-95. 2015.

LAILSON-BRITO, J. et al. High organochlorine accumulation in blubber of Guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, from Brazilian coast and its use to establish geographical differences among populations. **Environmental Pollution**, v. 158, n. 5, p. 1800-1808, 2010.

LAILSON-BRITO, J. et al. Mercury-selenium relationships in liver of Guiana dolphin: the possible role of Kupffer cells in the detoxification process by tiemannite formation. **PLoS One**, v.7, n.7, p.e42162, 2012.

LAMMERS, M. O. et al. A comparative analysis of the pulsed emissions of free-ranging Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*). **Echolocation in bats and dolphins**, p. 414-419, 2004.

LEÃO, D. T.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; SILVA, F. J. L. Acoustic parameters of sounds emitted by *Sotalia guianensis*: dialects or acoustic plasticity. **Journal of Mammalogy**, v. 97, n. 2, p. 611-618, 2016.

LIMA, A.; LE PENDU, Y. Evidence for signature whistles in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilhéus, northeastern Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 136, n. 6, p. 3178-3185, 2014.

LODI, L. Seleção e uso de habitat pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, estado do Rio de Janeiro. **Bioikos**, v.17, p.5–20. 2003a.

LODI, L. Tamanho e composição de grupo dos botos-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Atlântica**, v.25, p.135–146. 2003b.

LODI, L. & HETZEL, B. 1998. Grandes agregações do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. Revista **Bioikos**, Campinas, V.12, n.2, p.26-30.

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

LOMBARD, E. Le signe de l'elevation de la voix. **Ann. Mal. de L'Oreille et du Larynx**, p. 101-119, 1911.

MACIEL, I. S. **Ecologia acústica do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) nas baías de Sepetiba e Ilha Grande**. Tese (Doutorado em Biologia Animal). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2020.

MAHIQUES, M.M. **Considerações sobre os sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 1987.

MAY-COLLADO, L.J.; AGNARSSON, I.; WARTZOK, D. Reexamining the relationship between body size and tonal signals frequency in whales: a comparative approach using a novel phylogeny. **Mar Mamm Sci**, v.23, p.524–552, 2007.

MAY-COLLADO, L.J.; WARTZOK, D. A comparison of bottlenose dolphin whistles in the Atlantic Ocean: factors promoting whistle variation. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 5, p. 1229-1240, 2008.

MAY-COLLADO, L. J., & WARTZOK, D. A characterization of Guyana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles from Costa Rica: The importance of broadband recording systems. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v.125, n.2, p.+-1202-1213, 2009.

MAY-COLLADO, L. J., & WARTZOK, D. Sounds produced by the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) from the Napo and Aguarico rivers of Ecuador. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v.8, n.1-2, p.131-136, 2010.

MELO-SANTOS, G. et al. Acoustic ecology of dolphins of the genus *Sotalia* (Cetartiodactyla, Delphinidae) and of the newly described Araguaian boto *Inia araguaiaensis* (Cetartiodactyla, Iniidae). 2018.

MELO-SANTOS, G.; RODRIGUES, A.L.F.; TARDIN, R.H. et al. The newly described Araguaian river dolphins, *Inia araguaiaensis* (Cetartiodactyla, Iniidae), produce a diverse repertoire of acoustic signals. **PeerJ**, v.7, p.e6670, 2019.

MEIRELLES, A.C.O. Ecologia populacional e comportamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864), na enseada do Mucuripe, Fortaleza, estado do Ceará. Tese de Doutorado na Universidade Federal do Ceará. 2014.

MONTEIRO-FILHO, E.L.A.; MONTEIRO, K.D.K.A. Lowfrequency sounds emitted by *Sotalia fluvialitis guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in an estuarine region in southeastern Brazil. **Can J Zool**, v.79, p.59–66. 2001.

MONTEIRO-FILHO, E. L. DE A.; MONTEIRO, L. R.; DOS REIS, S. F. Skull shape and size divergence in dolphins of the genus *Sotalia*: a tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 1, p. 125–134. 2002.

MORISAKA, T. et al. Effects of ambient noise on the whistles of Indo-Pacific bottlenose dolphin populations. **Journal of Mammalogy**, v.86, n.3, p.541-546. 2005.

MORISAKA, T. Evolution of communication sounds in odontocetes: a review. **International Journal of Comparative Psychology**, v. 25, n. 1, 2012.

MORON, J.R.; LOPES, N.P.; REIS, S.S.; MAMEDE, N.; REIS, S.S.; TOLEDO, G.; CORSO, G.; SOUSA-LIMA, R.S.; ANDRIOLO, A. Whistle variability of Guiana dolphins in South America: Latitudinal variation or acoustic adaptation? **Marine Mammal Science**, v. 35, n. 3, p. 843-874. 2019.

MOURA, J.F. et al. Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) as marine ecosystem sentinels: ecotoxicology and emerging diseases. In: **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology Volume 228**. Springer, Cham, p. 1-29. 2014.

MUEHE, Dieter; VALENTINI, Enise. **O litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental**. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 1998.

NACHTIGALL, P.E.; MOORE, P.W.B. Animal sonar: Processes and performance. **Springer Science & Business Media**, 2012.

NERY, M.F.; ESPÉCIE, M.A.; SIMÃO, S.M. Marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) injuries as a possible indicator of fisheries interaction in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.56, n.4, 313-316, 2008a.

NOGARA, P. J. Caracterização dos ambientes marinhos da Área de Proteção Ambiental de Cairuçu–Município de Paraty–RJ. Relatório Técnico. **Fundação SOS Mata Atlântica**, 2000.

OSWALD, J.N.; RANKIN, S.; BARLOW, J. The effect of recording and analysis bandwidth on acoustic identification of delphinid species. **J Acoust Soc Am**, v.116, p.3178–3185, 2004.

PARRA, G.J.; CORKERON, P.J.; Marsh, H. Population sizes, site fidelity and residence patterns of Australian snubfin and Indo-Pacific humpback dolphins: implications for conservation. **Biological Conservation** v.129, p.167–180. 2006.

PAITACH, R.L.; SIMÕES-LOPES, P.C.; CREMER, M.J. Tidal and seasonal influences in dolphin habitat use in a southern Brazilian estuary. **Scientia Marina**, v.81, n.1, p.49-56. 2017.

PIVARI, D.; ROSSO, S. Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southeastern Brazil. **J Acoust Soc Am**, v.118, p.2725–2731, 2005.

PODOS, J., DA SILVA, V.M.F., ROSSI-SANTOS, M.R. Vocalizations of Amazon River dolphins, *Inia geoffrensis*: Insights into evolutionary origins of Delphinidae whistles. **Ethology**, v.108, p.1–12, 2002.

QUICK, N.J.; JANIK, V.M. Whistle rates of wild bottlenose dolphins: influences of group size and behavior. **J Comp Psychol**, v.122, p.305–311. 2008.

QUICK, Nicola J.; JANIK, Vincent M. Bottlenose dolphins exchange signature whistles when meeting at sea. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1738, p. 2539-2545, 2012.

RENDELL, L.E.; MATHEWS, J.N.; GILL, A. et al. Quantitative analysis of tonal calls from five odontocete species, examining interspecific and intra-specific variation. **J Zool Lon**, v.249, p. 403–410, 1999.

- RICHARDSON, W.J.; GREENE, C.R.J.; MALME, C.I.; THOMSOM, D.H. Marine mammals and noise. Academic, New York, Chap. 7, pp. 159–202. 1995.
- ROSAS, F. C. W.; MARIGO, J.; LAETA, M.; ROSSI-SANTOS, M. R. Natural history of dolphins of the genus *Sotalia*. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, 57-68. 2010.
- ROSSI-SANTOS, M.; PODOS, J. Latitudinal variation in whistle structure of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis*. **Behaviour**, v.143, p.347–364, 2006.
- SANTOS, M.E.D.; LOURO, S.; COUCHINHO, M. N.; BRITO, C. M. Whistles of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Sado Estuary, Portugal: characteristics, production rates, and long-term contour stability. **Aquatic Mammals**, v.31, n.4, p.453, 2005.
- SANTOS, R.C. Ocorrência e comportamento do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864), a partir do ponto fixo em Morro de São Paulo, Cairu, Bahia. Monografia apresentada na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2019.
- SAYIGH, L. S.; TYACK, P. L.; WELLS, R. S.; SCOTT, M. D. Signature whistles of freeranging bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*: stability and mother-offspring comparisons. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 26, n. 4, p. 247-260, 1990.
- SAYIGH, L. S.; ESCH, H. C.; WELLS, R. S. & JANIK, V. M. Facts about signature whistles of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Animal Behaviour**, v. 74, n. 6, p. 1631-1642, 2007.
- SASAKI, G. Uso de habitat pelo boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864), na região próxima à desembocadura sul da Baía de Paranaguá, litoral do estado do Paraná. Dissertação (Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos UFPR). 2010.
- SICILIANO, S.; EMIN-LIMA, N.R.; COSTA, A.F.; RODRIGUES, A.L.; MAGALHÃES, F.A.D.; TOSI, C.H.; GARRI, R.G.; DA SILVA, C.R.; & SILVA JUNIOR, J. D. S. Revisão do conhecimento sobre os mamíferos aquáticos da costa Norte do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 66, n. 2, p. 381–401, 2008.

SIGNORINI, S.R. A study of the circulation in bay of Ilha Grande and bay of Sepetiba part I, an assessment of the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v.29, p. 41–55. 1980.

SIMARD, P. et al. Low frequency narrow-band calls in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): signal properties, function, and conservation implications. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 130, n. 5, p. 3068-3076, 2011.

SIMMONDS, M.P., DOLMAN, S.J., WEILGART, L. Oceans of Noise 2004, Whale and Dolphin Conservation Society. 2004.

SIMÕES-LOPES, P.C. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* (Gervais 1853) (Cetacea, Delphinidae), no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v.1, n.1, p.57-62, 1988.

STEINER, W.W. Species-specific differences in pure tonal whistle vocalizations of five western North Atlantic dolphin species. **Behav Ecol Soc**, v.9, p.241–246, 1981.

TARDIN, R.H.O. et al. Coordinated feeding tactics of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 28, n. 3, p. 291-296, 2011.

TARDIN, R.H.O. et al. Group structure of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, southeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 2, p. 313-322, 2013.

TARDIN, R.H.O. et al. Parental care behavior in the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, southeastern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 30, n. 1, p. 15-23, 2013.

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

TYACK, P.L. Functional aspects of cetacean communication. In: Cetacean societies: field studies of dolphins and whales. Mann J, Connor RC, Tyack PL and Whitehead H (ed) University of Chicago Press, pp. 270–307. 2000.



- VAN PARIJS, S.M.; CORKERON, P.J. Vocalizations and behaviour of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. **Ethology**, v.107, p.701–716, 2001.
- VARGHA, A.; DELANEY, H.D. A critique and improvement of the CL common language effect size statistics of McGraw and Wong. **Journal of Educational and Behavioral Statistics**, v. 25, n. 2, p. 101-132, 2000.
- VIEIRA, Q. Monitoramento acústico passivo de botos-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864), em Ilhéus, Bahia. Dissertação (Mestre em Zoologia UESC), 2017.
- VILARDO, C; BARBOSA, A.F. Can you hear the noise? Environmental licensing of seismic surveys in Brazil faces uncertain future after 18 years protecting biodiversity. **Perspectives in Ecology and Conservation** v.16, p.54–59, 2018.
- WARREN, P. S.; KATTI, M.; ERMANN, M. & BRAZEL, A. Urban bioacoustics: It's not just noise. **Animal Behaviour** 71:491–502. 2006.
- WEDEKIN, L.; DAURA-JORGE, F.; PIACENTINI, V.; SIMÕES-LOPES, P. Seasonal variations in spatial usage by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea; Delphinidae) at its southern limit of distribution. **Brazilian Journal of Biology**, v.67, n.1, p.1–8, 2007.
- ZOLLINGER, S. A; BRUMM, H. The evolution of the Lombard effect: 100 years of psychoacoustic research. **Behaviour**, v. 148, n. 11-13, p. 1173-1198, 2011.