



CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

BACHARELADO EM BIOLOGIA

**DIVERSIDADE ACÚSTICA DO BOTO-CINZA *Sotalia guianensis*, (VAN BÉNÉDÉN, 1864) NA BAIA DE TODOS OS SANTOS – BAHIA.**

GIOVANNA SIMÕES DOS SANTOS BASTOS

CRUZ DAS ALMAS – BA.

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
BACHARELADO EM BIOLOGIA

GIOVANNA SIMÕES DOS SANTOS BASTOS

**DIVERSIDADE ACÚSTICA DO BOTO-CINZA *Sotalia guianensis*, (VAN BÉNÉDÉN, 1864) NA BAIA DE TODOS OS SANTOS – BAHIA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como parte das exigências do Curso de Graduação de Bacharelado em Biologia, para obtenção do título de Bacharel em Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Roberto Rossi Santos

Co-Orientador (a): Ruanna Chaves dos Santos

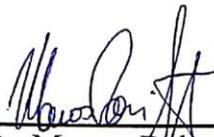
Cruz das Almas, Ba.

2019

Giovanna Simões dos Santos Bastos

“Diversidade acústica do boto cinza, *Sotalia guianensis* (Van Benedén, 1864) na Baía de Todos os Santos”

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Marcos Roberto Rossi dos Santos  
(orientador)

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)



---

Profa. Dra. Leila de Lourdes Longo  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)



---

Profa. MSc. Maria do Socorro Santos Reis  
Viver, Informar e Valorizar o Ambiente (ONG V.I.V.A.)

CRUZ DAS ALMAS

DEZEMBRO-2019



*Aos meus bisavós Antônio e Nilda, dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente Àquele que me deu a vida, me deu forças e me acompanhou durante todo esse processo. Obrigada, Deus, por cumprir em mim Tuas promessas. “Porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas”. À todos os seres de luz e do bem que me protegeram, me motivaram e me inspiraram, sei que não estive sozinha em momento algum.

Às três mulheres mais importantes e que sem elas nada disso seria possível, minha mãe, minha avó Lurdinha e minha tia Aliny, obrigada por abrirem mão diversas vezes das suas vontades para realizarem as minhas, obrigada por serem meu porto-seguro e inspiração. Obrigada por todo amor, preocupação, dedicação e zelo.

À toda minha família, em especial meu irmão e meu pai. Obrigada por todo suporte e motivação durante esses anos.

Ao meu orientador, Marcos Rossi, por ter aceitado dividir comigo seus conhecimentos e ter me encaminhado ao encantador mundo dos cetáceos, serei eternamente grata.

Ao LEAC, obrigada por todo o conhecimento dividido, companhias em saída de campo, pelas resenhas e surtos compartilhados. Vocês estarão no meu coração.

A minha querida co-orientadora e amiga, Ruanna, obrigada por tanto! Pelas inúmeras vezes que me ajudou nos estágios e disciplina, pelas correções no projeto e tcc, pela sua amizade, por sempre me entender e ouvir, pelos conselhos, pelas vezes que a torta do Mão q Faz era o remédio, por todas as caminhadas pela UFRB e conversas, por estar sempre presente e por acreditar tanto em mim e no meu potencial. Você é minha inspiração. Te amo, gêmea!

Às duas pessoas que esperaram e torceram por isso tanto quanto eu, Tainara e Ana Karla, obrigada por estarem tão perto durante todos esses anos, pela amizade e por sempre escutarem meus choros. À Ana, por todas as vezes que botava Memel pra falar comigo e melhorava meu dia de uma forma indescritível. Amo vocês, obrigada por estarem comigo.

À Luiza e tia Deija, por serem uma família pra mim em Salvador, sempre me acolhendo muito bem. Por compartilharem conhecimentos e me salvarem todas as vezes que eu queria cozinhar uma coisa e não sabia.

À todos os amigos que estiveram comigo nesse processo, Évelin, Mayra, Mimo, Victor, Hugo, Dri e todos os outros que não pus o nome aqui, obrigada pelas resenhas, regs, festas e por todas as outras coisas.

Às meninas da Mansão, Helen, Martha e Ila Francesa, pelos cuscuz com nescau, os almoços e “Bisteca’s House”. Obrigada pela motivação compartilhada e pela amizade em tão pouco tempo.

À Matheus, que esteve presente durante todo esse processo, e muitas vezes através de um olhar transmitia tudo que eu precisava para o momento. Por todo amor, e angustias compartilhadas, por ter suportado meu estresse quando as coisas apertavam e que sempre melhorava quando estava do meu lado fazendo um carinho. Pela motivação nos menores detalhes, pelas incontáveis vezes que fez minha vontade de comer besteiras, só pra eu me sentir melhor, por todas as alegrias que me proporcionou durante essa fase. Obrigada por tudo e por tanto, preto.

À Regininha, que veio pra me trazer alegrias e estresses em igual proporção, mas que esteve literalmente ao meu lado nessa reta final.

À Bemfica Náutica pelo apoio à pesquisa e disponibilidade do veleiro para realização desse trabalho.

Ao CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa.

Ao oceano, golfinhos e baleias, por existirem e serem tão incríveis, e inúmeras vezes me darem forças pra não desistir. Por serem a razão!

## RESUMO

A comunicação é um processo realizado por diversas espécies de animais, sendo fundamental para o desenvolvimento de atividades vitais para os organismos, como coesão de grupos, reprodução, alimentação. Os estudos sobre a bioacústica do boto-cinza, reportam para a existência de dois sinais sonoros, sendo eles divididos em sons tonais, conhecidos como assobios e em sons pulsados, como os cliques de ecolocalização e os pulsados explosivos, que são os gritos e gargarejos. Após a caracterização do repertório sonoro, muitos estudos foram desenvolvidos com enfoque nas emissões de assobios, levando à uma carência em estudos das demais classes sonoras. Esta pesquisa foi realizada na Baía de Todos os Santos, no estado da Bahia, a bordo de um veleiro. Os sons foram gravados com o uso de um hidrofone e um gravador com resposta de frequência de 48 kHz. As gravações foram realizadas em três momentos, na presença de boto, na presença de embarcações e na ausência de botos e embarcações, posteriormente, os dados foram analisados no programa Raven Pro 1.5. O presente estudo identificou que o repertório acústico da espécie na Baía de Todos os Santos é similar à descrição dos sons de outras populações de boto no litoral brasileiro, sendo composto por assobios, cliques de ecolocalização e gritos. Os cliques e os assobios foram as emissões com maior abundância na área de estudo. Oportunamente ainda foi possível observar que o tráfego de embarcações não interrompem as vocalizações da espécie.

**Palavras-chave:** repertório acústico, boto-cinza, Baía de Todos os Santos

## **ABSTRACT**

Communication is a process carried out by various species of animals, being fundamental for the development of vital activities for organisms, such as group cohesion, reproduction, feeding. The studies on the bioacoustics of the gray dolphin report that there are two beeps, which are divided into tonal sounds, known as whistles and pulsed sounds, such as echolocation clicks and explosive pulses, which are screams and gargling. After characterization of the sound repertoire, many studies were developed focusing on whistling emissions, leading to a lack in studies of other sound classes. This research was carried out in Todos os Santos Bay, in the state of Bahia, aboard a sailboat. The sounds were recorded using a hydrophone and a 48 kHz frequency response recorder. Recordings were performed at three times, in the presence of dolphins, in the presence of boats and in the absence of dolphins and boats, afterwards, the data were analyzed using the Raven Pro 1.5 software. The present study identified that the acoustic repertoire of the species in the Todos Os Santos Bay is similar to the description of the sounds of other dolphin populations in the Brazilian coast, being composed by whistles, echolocation clicks and screams. Clicks and whistles were the most abundant emissions in the study area. In due course it was also possible to observe that the traffic of vessels does not interrupt the vocalizations of the species.

Keywords: acoustic repertoire, Guiana dolphin, Baía de Todos os Santos

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Foto do boto-cinza, exibindo a nadadeira dorsal. Foto: Daniel Lewis..04
- Figura 2.** Mapa da Baía de Todos os Santos (BTS) (BARROS et al, 2012).....09
- Figura 3.** Veleiro Lucky Lady, embarcação utilizada durante a pesquisa na Baía de Todos os Santos. Foto: M. Rossi-Santos .....10
- Figura 4.** Frequência relativa dos diferentes sinais produzidos pelo boto-cinza na Baía de Todos os Santos .....12
- Figura 5.** Porcentagem das principais formas de contorno visual.....13
- Figura 6.** Espectrogramas dos nove contornos visuais: ascendente (a), descendente (b), constante (c), ascendente/descendente (d), constante/ascendente (e), descendente/constante (f), constante/descendente (g), descendente/ascendente (h) e ascendente/constante (i) .....14
- Figura 7.** Espectrogramas de assobios compostos por harmônicos, em sequência, 1 harmônico, 2 harmônicos e 3 harmônicos .....15
- Figura 8.** Representação gráfica do número de harmônicos encontrados para a região. Valores em porcentagem .....15
- Figura 9.** Gráfico comparativo das posições iniciais e finais dos assobios do boto-cinza (*Sotalia guianensis* na Baía de Todos os Santos .....16
- Figura 10.** Espectrograma contendo sequências de gritos do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Todos os Santos .....17
- Figura 11.** Sequência de cliques de ecolocalização do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Todos os Santos.....19
- Figura 12.** Assobio sobreposto por ruído de embarcação na Baía de Todos os Santos .....20

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise descritiva do total de assobios (n=517) de *S. guianensis* na BTS: média, desvio padrão, mínimo e máximo. Os parâmetros de frequência encontram-se em kHz e de tempo em segundos.....16
- Tabela 2.** Análise descritiva dos gritos (n=60): média, mínimo e máximo de *S. guianensis* na BTS. Os parâmetros de frequência encontram-se em kHz e de tempo em segundos .....18
- Tabela 3.** Análise descritiva dos gritos de alta frequência (n=4) de *S. guianensis* na BTS: média, mínimo e máximo. Os parâmetros de frequência encontram-se em kHz e de tempo em segundos .....18
- Tabela 4.** Análise descritiva dos cliques de ecolocalização (n=146) de *S. guianensis* na BTS: média, mínimo e máximo. Os parâmetros de tempo se encontram em segundos.....19

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	01
1- Os Cetáceos .....	01
2- Bioacústica para os Cetáceos .....	02
3- O Boto-cinza .....	03
4- Bioacústica do Boto-cinza .....	05
OBJETIVOS .....	07
MATERIAIS E MÉTODOS .....	08
1- Área de Estudo .....	08
2 – Coleta de Dados .....	09
3 – Análise de Dados .....	10
RESULTADOS .....	12
1 – Assobios .....	12
2 – Gritos .....	17
3 – Cliques de Ecolocalização .....	18
4 – Ambiente Acústico .....	19
DISCUSSÃO .....	20
CONCLUSÃO .....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25

## INTRODUÇÃO

### 1- Os Cetáceos

Os Cetáceos são mamíferos com hábitos exclusivamente aquáticos, que ocupam extensa amplitude geográfica e grande diversidade de habitats, sendo encontrados tanto em oceanos, como também em alguns canais fluviais (POUGH *et al*, 2008), como é o caso do *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817), o boto-vermelho, encontrado na bacia Amazônica. São escolhidos como modelo para estudos de comportamento (SPÍNOLA, 2008), população e papel ecológico no ambiente (LODI & BOROBIA, 2013), visto que são animais que sofreram com a caça exploratória e com isso, a drástica redução das populações (MORAIS *et al*, 2017).

Estudos sobre registros fósseis e evidências moleculares afirmam similaridades entre cetáceos e artiodactilos, atribuindo assim uma nova classificação para os representantes da ordem Cetacea, englobando todos seus representantes em uma única ordem chamada Cetartiodactyla (AGNARSSON & MAY-COLLADO, 2008; GONZALÉZ, 2013).

Atualmente a ordem Cetacea é representada por baleias, botos e golfinhos, onde inclui-se cerca de 85 espécies, as quais são divididas em duas sub-ordens: Mysticeti e Odontoceti (LODI & BOROBIA, 2013). Os Mysticetos são considerados os indivíduos que possuem cerdas bucais (conhecidas como barbatanas) ou chamados também de grandes baleias e englobam cerca de 14 espécies entre elas a baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*, Borowski, 1781) e a baleia azul (*Balaenoptera musculus*, Linnaeus, 1758). Enquanto os representantes da sub-ordem Odontoceti possuem dentes homodontes, com cerca de 74 espécies. Seus representantes mais conhecidos são as cachalotes (*Physeter macrocephalus*, Lineu, 1758), a orca (*Orcinus orca*, Linnaeus, 1758) e o golfinho nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821).

Cetáceos em geral são considerados animais de fundamental importância para o ambiente aquático, afinal, desempenham funções de controle de populações de níveis tróficos inferiores à esta, como por exemplo, as grandes baleias, que geralmente se alimentam de organismos planctônicos (LODI & BOROBIA, 2013). Devido a sua importância ecológica, são considerados

sentinelas, atuando na qualidade dos ambientes aquáticos (SPRINGER *et al*, 2003), prezando pela saúde do ambiente e consequentemente, conservação da biodiversidade presente no mesmo.

Apesar de terem sofrido com a caça exploratória, onde populações foram reduzidas, os cetáceos tem reestabelecido suas populações à níveis seguros de conservação, como o caso da baleia jubarte. Projetos de conservação e educação ambiental possuem grande relevância na reestruturação das populações de mamíferos aquáticos (LODI & BOROBIA, 2013), pois desempenham o papel de conscientizar a população quanto à importância da conservação dos mesmos.

## **2- Bioacústica para os Cetáceos**

A comunicação é um processo realizado por diversas espécies de animais, sendo fundamental para a vida e propagação das mesmas. Na natureza pode ser observada a comunicação intraespecífica ou interespecífica (MARTINS, 2010). Uma das formas de comunicação entre grupos de vertebrados terrestres e aquáticos é através da emissão sonora, onde o emissor, através de sinais, transmite uma informação, a qual pode ou não alterar o comportamento do receptor (MARTINS, 2014) que pode responder também com outra emissão sonora. Sendo assim, a bioacústica constitui uma importante ferramenta para compreender os aspectos da ecologia comportamental em populações animais em geral.

Sabe-se que a propagação dos sons é dependente do meio em que são emitidos, dado a isso o meio aquático propicia uma boa propagação dos sons, sendo assim os cetáceos desenvolveram na sua evolução especializações para melhor captar os sinais, como um excelente desenvolvimento da audição; musculaturas, tecido lipídico (melão), além de especialização de ossos no crânio (REIS, 2013).

Algumas dessas especializações permite que a bioacústica identifique os grupos de cetáceos, a princípio a nível de ordem, identificando se o emissor é um Mysticeto ou Odontoceto, podendo levar a identificação da espécie. A

principal característica que difere as emissões sonoras desses dois grupos é a frequência do som; as grandes baleias produzem sons de baixa frequência, o que possibilita o som percorrer longas distâncias (RICHARDSON *et al*, 1995; REIS, 2013), enquanto odontocetos, possuem uma maior frequência nos seus sinais.

Dentre os odontocetos, a família Delphinidae é a que possui um maior repertório acústico, assim como a complexidade das suas emissões sonoras. Pode-se classificar os sons quanto à sua estrutura, dividindo-os em duas categorias: sons tonais (ou contínuos) como os assobios; e sons pulsados como os cliques de ecolocalização. Dentro dos sons pulsados, pode-se inserir mais uma categoria composta pelos sons pulsados explosivos como os gritos (PENINGARCIA, 2009; REIS, 2013; MARTINS, 2014).

A comunicação acústica entre os cetáceos é de grande importância, (DECONTO & MONTEIRO-FILHO, 2017) dado que esses organismos passam quase toda sua vida no meio aquático, possuindo assim, maior dependência do som para desempenhar suas atividades como: interceptação de presas, seleção de parceiros para reprodução, coesão de grupo, relacionamento social, entre outras. Para o desenvolvimento dessas atividades, possuem categorias funcionais específicas dos sinais, como o amplo repertório acústico utilizado para realização das mesmas (LODI & BOROBIA, 2013).

### **3- Boto-cinza**

O gênero *Sotalia* é representado por duas espécies, sendo elas o *Sotalia guianensis*, conhecido como boto-cinza, e o *Sotalia fluviatilis*, popularmente chamado de tucuxi. Por muito tempo, acreditou-se existir apenas uma espécie, com hábitos fluviais, distribuído pela bacia amazônica (SILVA & BEST, 1996) e outrora com hábitos marinhos, (MONTEIRO-FILHO *et. al.* 2002). Porém estudos moleculares e morfometria craniana trouxeram clareza e comprovaram se tratar de espécies distintas.

*Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) também conhecido como boto-cinza (Figura 1) é um dos menores representantes da família Delphinidae, podendo chegar a 210 centímetros (LODI & BOROBIA, 2013). A espécie não

possui dimorfismo sexual. Apresenta coloração cinza por todo corpo, exceto na região ventral, que em filhotes, possui coloração rosada e em adultos, adquire coloração branca (LODI & BOROBIA, 2013), sendo esta coloração uma característica importante para a identificação dos filhotes. Possui nadadeira dorsal pequena, localizada na região central do dorso, com forma triangular (GODOY, 2011). A expectativa de vida do boto-cinza é de cerca de 30 anos, e sua maturidade sexual é atingida por volta dos 6 anos para fêmeas e 7 anos para os machos (ROSAS & MONTEIRO-FILHO, 2002).



Figura 1. Foto do boto-cinza, exibindo a nadadeira dorsal. Foto: Daniel Lewis

Tem distribuição na costa Atlântica tropical e subtropical que vai da América Central, em Honduras à América do Sul, em Santa Catarina no sul do Brasil (FLORES & DA SILVA, 2009, LODI & BOROBIA, 2013; SECCHI *et al*, 2018). É um golfinho de hábito costeiro, frequentando baías, enseadas e estuários (SILVA & BEST, 1996), apesar disso, já foi observado cerca de 70 km do continente na região de Abrolhos, Bahia, porém informações mais precisas sobre o uso do habitat ainda são insuficientes para a espécie (ROSSI-SANTOS *et. al.*, 2006; LODI & BOROBIA, 2013).

Geralmente podem ser avistados em pequenos grupos, compostos por 2 a 6 indivíduos, contudo já foram observadas formações de grandes grupos, na Baía de Todos os Santos, contendo cerca de 90 indivíduos (BITTENCOURT, 1997), nas Baías de Paraty e Baía de Sepetiba foram observados grupos de até 450 indivíduos (LODI & BOROBIA, 2013).

Apesar da grande quantidade de trabalhos realizados sobre a ecologia do boto-cinza, estes se concentram em algumas regiões do país como no sudeste, em outras áreas de ocorrência do boto, pouco se sabe sobre os aspectos ecológicos, como uso de habitat, por exemplo. Em cerca de 20 anos após o primeiro estudo, alguns trabalhos sobre a ecologia foram desenvolvidos na costa baiana (Reis & Queiroz (1992); Reis *et al.* (1993); Spínola (2006); Spínola *et al* (2008); Rossi-Santos *et al* (2006); Penin-Garcia (2009); Batista *et al* (2014); Lima & La Pendu (2014); Rossi-Santos (2016)).

Classificado pela IUCN (International Union for Conservation of Nature) em 2018, como espécie quase ameaçada, pela CITES (UNEP Apêndice I, 2017) como ameaçada de extinção e pelo ICMBio (2018) como vulnerável no Brasil e estado da Bahia (CASSANO *et al*, 2017), *S. guianensis* tem como principais ameaças a exploração do ambiente marinho, com a pesca, reduzindo assim grande parte dos recursos utilizados pela espécie, tendo ainda como ameaça a pesca acidental. E a poluição industrial que pode afetar diretamente a saúde dos indivíduos (SECCHI *et al*, 2018).

#### **4- Bioacústica Do Boto Cinza**

Os estudos sobre a bioacústica do *Sotalia* sp. tiveram origem nos anos 1980, com foco nos cliques de ecolocalização e capacidade auditiva (WIERSMA, 1982; ALCURI & BUSNEL, 1989; KAMMINGA *et al*, 1993). Monteiro-Filho & Monteiro (2001), foram os pioneiros nos estudos sobre o repertório sonoro do boto-cinza, realizado na região de Cananéia – São Paulo e após 20 anos de esforço amostral, foi possível identificar dois sinais sonoros para a espécie: os sons tonais, que são os assobios e os sons pulsados que são os cliques de ecolocalização (também chamado de estalidos), gritos e gargarejos.

Os assobios, classificados como sons tonais, possuem pouca variação de forma e frequência e modulação variada, podem ou não apresentar harmônicos; os gritos, considerados pulsados explosivos, possuem grande variação de forma e frequências do som fundamental, com presença de harmônicos; gargarejos, que são sons compostos por uma única nota, com pouca modulação, podendo apresentar poucos harmônicos, são similares aos gritos, porém apresentam

frequências mais baixas; cliques de ecolocalização são os sons classificados por sequência de pulsos, que variam em número de pulsos emitidos por intervalo de tempo e na frequência (MONTEIRO-FILHO & MONTEIRO, 2001).

A partir desse trabalho de Monteiro-Filho e Monteiro (2001), diversos estudos foram desenvolvidos sobre a ecologia acústica do boto (Azevedo & Simão (2002); Azevedo & Van Sluys (2005); Paro (2005); Pivari & Rosso (2005); Rossi-Santos & Podos (2006); Spínola (2006); Monteiro-Filho & Monteiro (2008); Figueiredo & Simão (2009); Penin-Garcia (2009); Godoy (2011); Deconto & Monteiro-Filho (2013); Deconto, (2013); Lima & Le Pendu (2014); Andrade *et al.*, (2015); Bitencourt *et al.* (2016); Deconto & Monteiro-Filho (2016); Leão-Martins *et al.* (2016); Rossi-Santos (2016); Andrade *et al.* (2017); Deconto & Monteiro-Filho (2017); Moron *et al.* (2018)) porém concentrando os esforços nas análises de assobios, levando a uma carência de estudos nos demais sinais emitidos.

Os estudos desenvolvidos revelam importantes informações sobre as características dos sons emitidos por *S. guianensis*, principalmente no que diz respeito aos assobios, visto que estes são os sons mais estudados. Sabe-se que o mesmo pode variar de 1 à 66kHz, além disso, outra característica para a espécie é a emissão de assobios de curta duração, geralmente menor que 0,5 segundos. A modulação dos assobios também é considerada particular à espécie, visto que estes são predominantemente ascendentes, porém ainda é possível encontrar formas variadas de contorno do assobio (ANDRADE *et al.*, 2015).

No início da década de 2000, estudos reportam uma possível regionalização dos assobios de boto-cinza. Azevedo & Van Sluys (2005) e Rossi-Santos & Podos, (2006) propuseram a existência da variação latitudinal nos assobios, visto que, em seus trabalhos, analisaram similaridade nas características dos assobios de populações regionalmente mais próximas, comparado à populações mais distintas. Atualmente, essa hipótese ainda é estudada com o objetivo de entender os fatores que levam a essa diferenciação entre as diferentes populações (LEÃO-MARTINS *et al.* (2016); DECONTO & MONTEIRO-FILHO (2016); MORON *et al.* (2018)).

Outro foco dos estudos com a bioacústica do boto-cinza, envolvem ainda sua relação com a emissão de ruídos de origem antropogênica. Gonçalves (2003) em seu estudo, concluiu que o boto-cinza pode apresentar alterações comportamentais e acústicas, em função do tráfego de embarcações. Como alterações acústicas ocorrem principalmente o mascaramento dos sinais emitidos pelos botos (ALBUQUERQUE & SOUTO, 2013), ou o aumento da frequência da emissão sonora. Os danos causados pelo tráfego de embarcações pode ainda afetar seu sistema auditivo, coesão de grupo (VALLE & MELLO, 2006), alteração do comportamento acústico (FILLA & MONTEIRO-FILHO, 2008), aumento do intervalo respiratório (MAREGA-IMAMURA *et al.*, 2018), reprodução e alimentação; indicando assim a necessidade de estabelecer um plano de manejo para áreas de ocorrência da espécie.

Este trabalho foi desenvolvido como forma de contribuir para o conhecimento do repertório acústico da espécie nas regiões de sua ocorrência, observando se existem variações nos diferentes sinais emitidos entre as populações.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral:**

Analisar e caracterizar o repertório acústico de *Sotalia guianensis* na população residente da Baía de Todos os Santos (BTS), no estado da Bahia.

### **Objetivos específicos:**

- 1- Analisar os diferentes sinais sonoros do boto-cinza na BTS;
- 2- Correlacionar o padrão de sons encontrados com padrões de outras populações.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Área de Estudo

A Baía de Todos os Santos (BTS) (Figura 2), (12°50' S; 38°38' W) caracterizada como uma grande baía e apresenta uma área de 1.233 km<sup>2</sup>, sendo a segunda maior baía do Brasil (HATJE & ANDRADE, 2009).

Está localizada na costa leste brasileira, englobando duas outras baías de menor porte, como as Baías do Iguape e Baía de Aratu; 56 ilhas, sendo Itaparica a maior delas, e compreende também a área urbana de cidades como Salvador, Madre de Deus, São Francisco do Conde, Saubara, Jaguaripe, Salinas da Margarida, entre outras. Cidades como Cachoeira, São Félix e Santo Amaro possuem ligação com a BTS devido aos canais fluviais que desaguam na baía, permitindo assim que exista também rotas navegáveis entre as mesmas (CAROSO *et al*, 2011).

A Baía de Todos os Santos ganha valorização por possuir um excelente canal de entrada naturalmente navegável, apresentando dez terminais portuários de grande porte, o que beneficia a economia da região, trazendo também grande desenvolvimento para a mesma, a qual carrega um peso histórico para o Brasil, dado às suas riquezas naturais, sendo também fonte de atração turística (HATJE & ANDRADE, 2009; CAROSO *et al*, 2011).

A atividade extrativista, através da pesca, mariscagem e também pela extração de produtos dos manguezais na BTS, é importante fonte de alimentação e economia, sendo uma alternativa de emprego ou complementação de renda (HATJE & ANDRADE, 2009). Representa atividades de subsistência, com o objetivo de prover alimentação às famílias, que obtêm rendimento da venda do excedente e/ou de pescados mais nobres (HATJE & ANDRADE, 2009).

A baía ainda traz uma significativa riqueza natural, onde as descargas fluviais dos rios Jaguaripe, Subaé e Paraguaçu (sendo o último em menor proporção devido a barragem da Pedra do Cavalo), forma ambientes de estuários e manguezais onde abriga ecossistemas de grande biodiversidade. O

aporte marinho vindo do Oceano Atlântico proporciona também à baía, grandes extensões de recifes de corais (HATJE & ANDRADE, 2009; CAROSO *et al*, 2011).

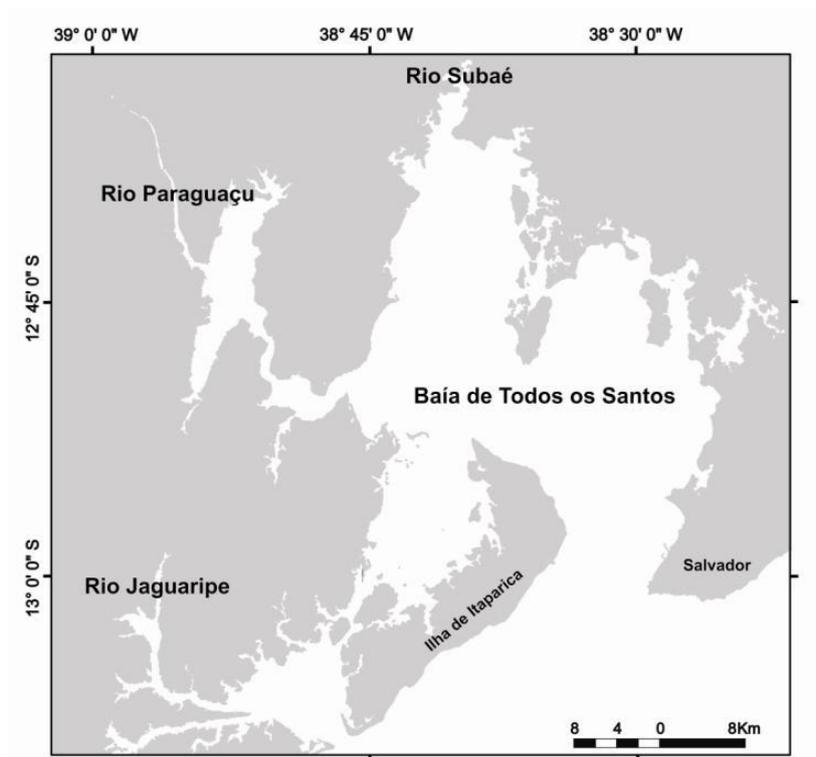


Figura 2. Mapa da Baía de Todos os Santos (BTS) (BARROS *et al*, 2012).

## 2. Coleta de Dados

As coletas de dados foram feitas a bordo de um veleiro de fibra de 10 metros de comprimento, com capacidade para até 4 tripulantes (Figura 3). Foram realizados 19 dias de campo entre os meses de outubro e novembro de 2016, janeiro, maio e julho de 2017 e abril e maio de 2018, com rotas monitoradas através do GPS, as quais favoreciam a navegação à vela, rendendo um esforço amostral de 179 horas.



Figura 3. Veleiro Lucky Lady, embarcação utilizada durante a pesquisa na Baía de Todos os Santos. Foto: M. Rossi-Santos

As gravações de campo foram realizadas apenas no período diurno e em três diferentes condições: a) presença de botos; b) presença de embarcações; c) ausência de botos e embarcações; para isso, foi utilizado um hidrofone HTI 96min conectado a um gravador digital Tascam DR-40 (resposta de frequência até 96 KHz). As gravações na presença do boto tem por finalidade a caracterização sonora da espécie na Baía de Todos os Santos. As gravações de embarcação, foram utilizadas para observar se o ruído antropogênico interfere na comunicação da espécie em questão. E por fim, as gravações feitas na ausência de botos e de embarcações, foram utilizadas para analisar a paisagem acústica do ambiente, ou seja, o quão ruidoso ou não ele é na ausência de golfinhos e de sons antropogênicos. Todas as gravações foram realizadas com o motor do veleiro desligado ou no neutro, para não haver interferências nos resultados.

### 3. Análise de Dados

Cada arquivo de áudio foi analisado através do programa RAVEN PRO 1.5 (Cornell University, NY, USA), para determinar os parâmetros qualitativos e quantitativos dos assobios e gritos, onde classificam-se como quantitativos os parâmetros visuais dos sons e qualitativos os parâmetros físicos (DECONTO,

2013) e apenas quantitativos para os cliques de ecolocalização. Para análise dos sons é necessário que estes tenham início e fim bem delimitados, não estar sobreposto por ruídos seja de origem biológica ou antrópica, estar audível e visível no espectrograma e estar entre a faixa sônica humana. Para os parâmetros analisados, foram extraídos os valores máximos, mínimos, médias e o desvio padrão.

### **3.1 – Análise dos Assobios**

Os parâmetros qualitativos foram classificados de acordo com a forma do contorno visual, podendo ser classificado de nove formas diferentes: ascendente (ASC), descendente (DSC), constante (CNS), ascendente/descendente (ASC/DSC), ascendente/constante (ASC/CNS), descendente/ascendente (DSC/ASC), descendente/constante (DSC/CNS) constante/ascendente (CNS/ASC) e constante/descendente (CNS/DSC), quanto a presença ou ausência e quantidade de harmônicos, posição inicial e final do assobio classificado em: positiva, negativa ou neutra.

Os parâmetros quantitativos como: frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (FMIN), frequência máxima (FMAX) e duração (D) do assobio, foram utilizados para fazer a análise das características físicas do assobio. A escolha dos parâmetros analisados foi realizado seguindo grande parte das referências, com as quais o mesmo foi comparado.

### **3.2 – Análise dos cliques de ecolocalização**

Os cliques foram analisados através de cadeias e selecionados aleatoriamente, visto que estes compõem os sinais mais abundantes no conjunto de dados. Parâmetros como: intervalo entre cliques (ICI), número de cliques por cadeia e duração de cadeias de cliques foram analisados através do programa RAVEN PRO 1.5.

### **3.3 – Análise dos gritos**

Os parâmetros quantitativos analisados nos gritos emitidos pelo boto-cinza foram: frequência mínima, duração do som, número de harmônicos e modulação. A modulação foi classificada em: ascendente (ASC), descendente (DSC), neutra (NEU) e múltipla. Parâmetros como frequência máxima e número

de harmônicos não puderam ser analisados, visto que ultrapassavam o limite máximo de resposta de frequência do gravador. Os mesmos parâmetros foram analisados para os gritos de alta frequência que foram encontrados.

## RESULTADOS

Os dados desta pesquisa resultaram em 19 dias de esforço amostral, sendo possível obter um total de 15h e 41min de gravações de sons. A análise quantitativa dos sons resultou em 517 assobios, 64 gritos e cliques de ecolocalização presente em 45,19% dos sons. Os cliques de ecolocalização foram os sons mais abundantes para a região, seguido por assobios, como mostra a figura 4.

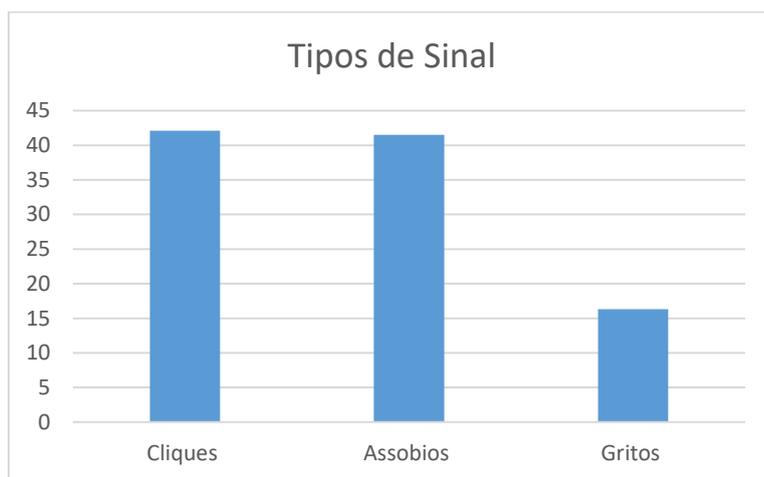


Figura 4. Frequência relativa dos diferentes sinais produzidos pelo boto-cinza na Baía de Todos os Santos.

### 1- Os Assobios

Foram analisados os parâmetros de frequências iniciais, frequências finais, frequências máximas, frequências mínimas e frequências médias, tempo de duração do assobio, a forma do contorno visual, posição inicial e final do assobio, presença e quantidade de harmônicos e ainda a possível presença de assobios assinatura nos assobios selecionados.

No presente estudo os assobios, apresentaram modulação variada, apesar do contorno ascendente ser predominante para a espécie na região (70,21%), pôde ser encontrados assobios com modulação neutra/constante (5,22%) ou descendente (0,78%), essa relação pode ser visualizada na figura 5.

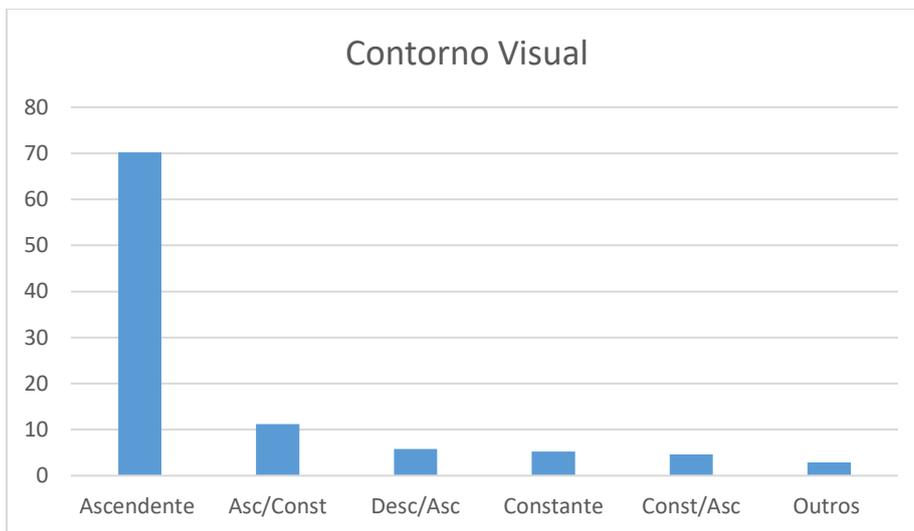
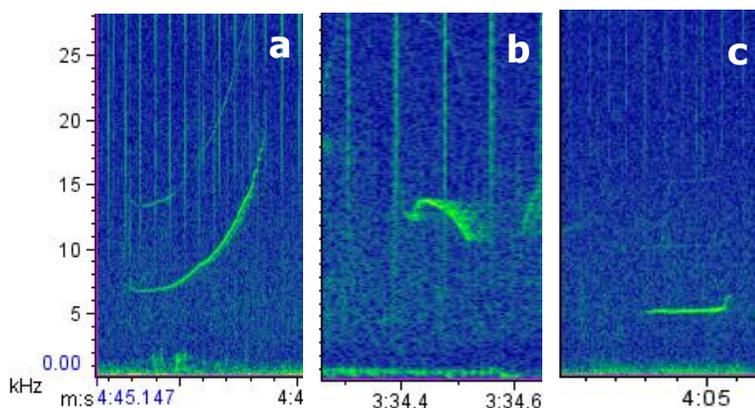


Figura 5. Percentagem das principais formas de contorno visual.

As demais classificações do contorno visual do assobio (Figura 6), foram pouco vistas para a população da Baía de Todos os Santos, com no máximo 1% de frequência, e assim agrupadas em uma única classe. Assobios com modulação descendente, e descendente/constante, são exemplos de contornos pouco frequente para a população da BTS, representando 0,78% e 0,58% respectivamente.



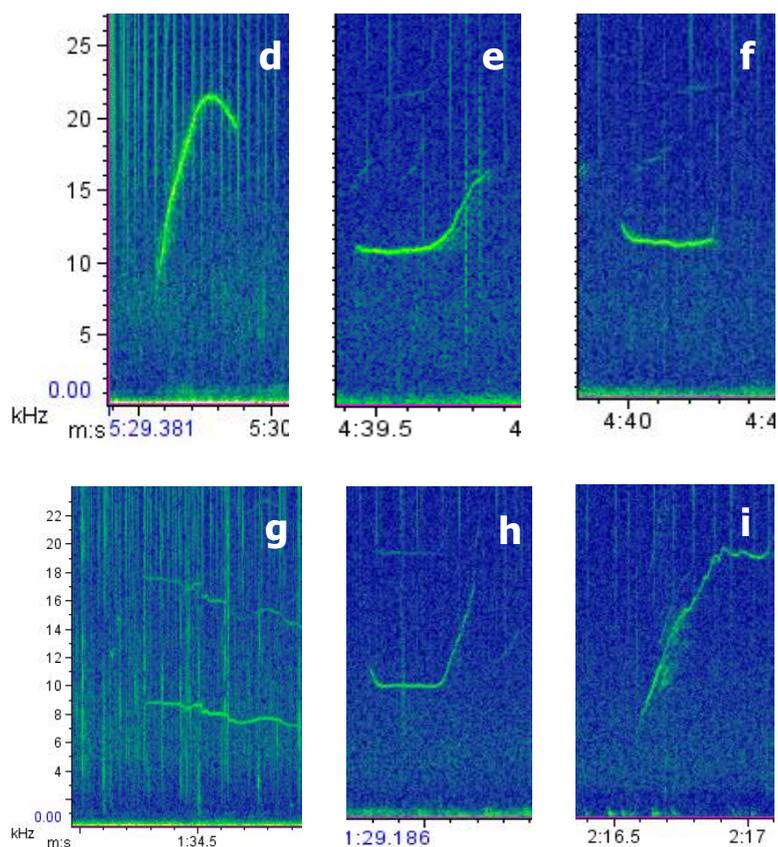


Figura 6. Espectrogramas dos nove contornos visuais: ascendente (a), descendente (b), constante (c), ascendente/descendente (d), constante/ascendente (e), descendente/constante (f), constante/descendente (g), descendente/ascendente (h) e ascendente/constante (i).

A análise de harmônicos levou em consideração a presença, ausência e número de harmônicos por assobios. Sendo assim, foi observado que apenas 12,9% dos assobios analisados, possuíam harmônicos, com o mínimo de 1 harmônico e máximo de 3 por assobio (Figura 7). Porém, a ocorrência de assobios sem a composição de harmônicos foi mais frequente (Figura 8), compreendendo 87,9% das emissões para a BTS.

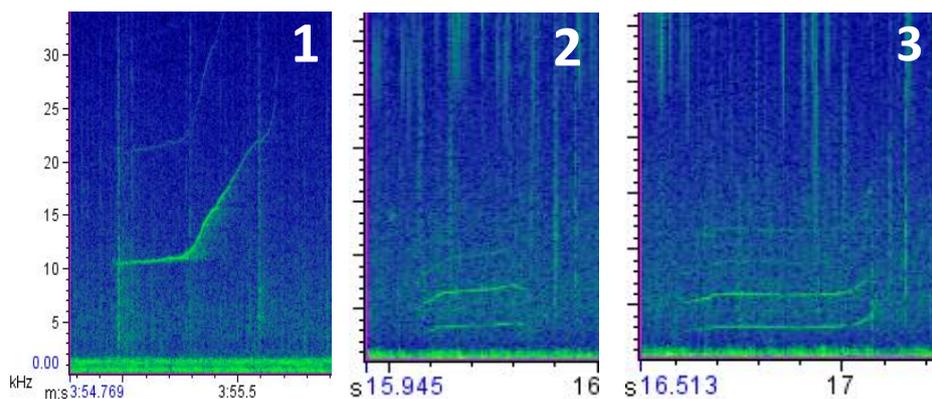


Figura 7. Espectrogramas de assobios compostos por harmônicos, em sequência, 1 harmônico, 2 harmônicos e 3 harmônicos.

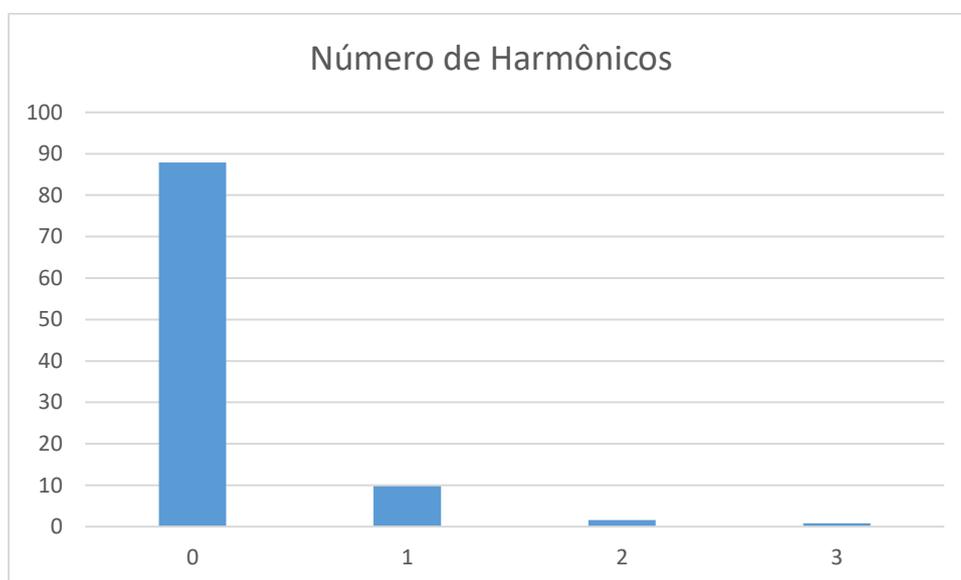


Figura 8. Representação gráfica do número de harmônicos encontrados para a região. Valores em porcentagem.

Quanto à posição inicial dos assobios, pode-se observar uma grande similaridade nas emissões de assobios com modulações iniciais negativas e neutras (Figura 9), a classe positiva também foi bastante encontrada (21,7%), compondo assim uma plasticidade na posição inicial do assobio. Devido à grande variação, não é possível afirmar que existe um padrão para a espécie na BTS. Em contrapartida, sobre a posição final, a classe mais encontrada foi a positiva e isso pode ocorrer dado à grande parte dos assobios possuírem

modulação ascendente, explicando assim a alta taxa de assobios com posição final positiva.

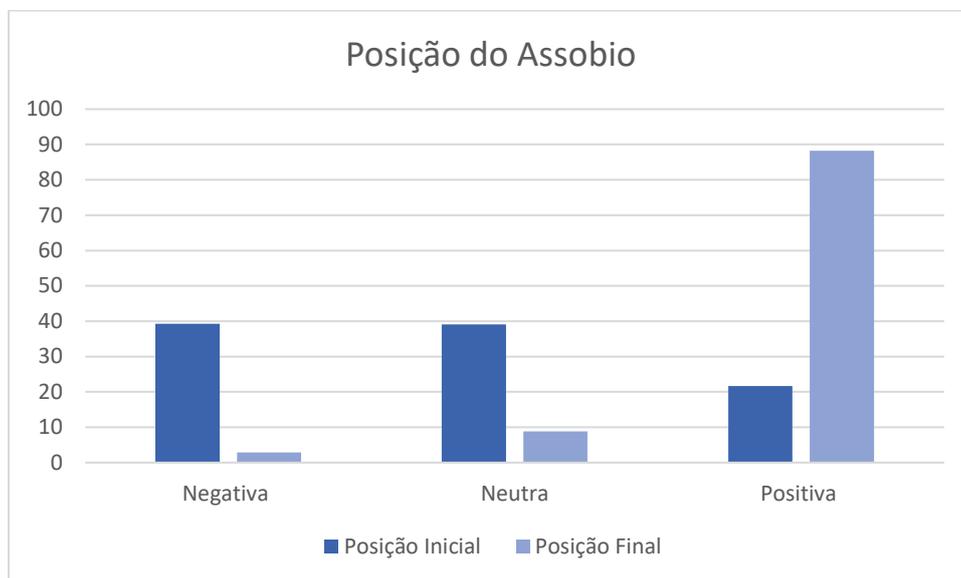


Figura 9. Gráfico comparativo das posições iniciais e finais dos assobios do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Todos os Santos.

Os parâmetros de frequência analisados mostraram que a frequência inicial variou entre 3,00 kHz e 16,00 kHz, frequência final variou entre 3,06 kHz e 30,00 kHz. As frequências máximas e mínimas também possuem uma ampla variação, 3,57 a 31,80 kHz e 2,29 a 13,90 kHz, respectivamente, indicando uma grande amplitude no seu padrão de vocalização (Tabela 1).

(Tabela 1. Análise descritiva do total de assobios (n=517) de *S. guianensis* na BTS: média, desvio padrão, mínimo e máximo. Os parâmetros de frequência encontram-se em kHz e de tempo em segundos.)

	<i>Mínima</i>	<i>Máxima</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
<i>F. Inicial</i>	3,19	16,71	8,88	± 2,79
<i>F. Final</i>	3,06	30,63	17,88	± 5,46
<i>F. Máxima</i>	3,57	31,80	18,65	± 2,48
<i>F. Mínima</i>	2,29	13,90	7,74	± 5,45

<i>Duração</i>	0,1	0,9	0,3	-
----------------	-----	-----	-----	---

## 2- Gritos

Foram encontrados 64 gritos nos arquivos de áudio analisados, sendo 4 desses, gritos de alta frequência, foram considerados quando o som fundamental se encontrava acima dos 16kHz. Alguns parâmetros como número de harmônicos e frequência máxima do som não puderam ser analisados, visto que estes possuíam frequências maiores que a capacidade de resposta do equipamento utilizado, sendo assim, para não tornar os dados tendenciosos e equivocados, estes foram analisados apenas quando podia ser observado o início e fim do som.

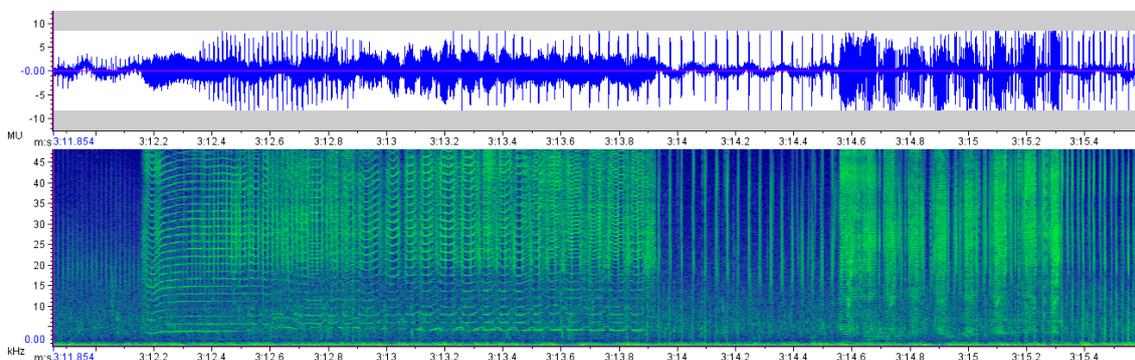


Figura 10 – Espectrograma contendo sequências de gritos do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Todos os Santos.

Foi observado que os gritos, assim como os assobios, ocupam uma ampla faixa de frequência, podendo-se observar através das frequências (Tabela 2), onde a frequência mínima dos gritos emitidos variam de 1,27kHz à 16,08 kHz, enquanto a frequência máxima varia entre 2,68 kHz à valores acima de 48 kHz. Quanto à duração do som, pode-se observar que são sons mais longos, se comparado aos assobios, sendo o maior grito encontrado com 3,05 segundos de duração. Os sons tiveram modulação predominantemente múltipla (Figura 10), onde era possível observar as diferentes classes de modulação em um mesmo sinal sonoro.

(Tabela 2. Análise descritiva dos gritos (n=60) de *S. guianensis* na BTS: média, desvio padrão, mínimo e máximo. Os parâmetros de frequência encontram-se em kHz e de tempo em segundos.)

	<i>Mínima</i>	<i>Máxima</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
<i>F. mínima</i>	0,12	16,08	4,77	4.46
<i>F. máxima</i>	2,68	48	43,07	20.8
<i>Duração</i>	0,11	3,05	0,84	

Quanto aos gritos de alta frequência, foram analisados as frequência iniciais e finais, mínimas e máximas, além da duração do som e sua modulação. A descrição dos parâmetros pode ser observada na tabela 3. Dado ao baixo número de sinais sonoros encontrados (n=4), não podemos inferir se este é um padrão da espécie para a Baía de Todos os Santos, necessitando assim de uma melhor análise para entender melhor o uso e os padrões do som.

(Tabela 3. Análise descritiva dos gritos de alta frequência (n=4) de *S. guianensis* na BTS: média, mínimo e máximo. Os parâmetros de frequência encontram-se em kHz e de tempo em segundos.)

	<i>Mínima</i>	<i>Máxima</i>	<i>Média</i>
<i>F. Inicial</i>	16.68	17.49	17.14
<i>F. Final</i>	17.2	17.72	17.41
<i>F. Mínima</i>	1.58	17.03	16.55
<i>F. Máxima</i>	48	48	48
<i>Duração</i>	0.109	0.786	0.374

### **3- Cliques de Ecolocalização**

Em relação aos cliques de ecolocalização (Figura 11), foram analisadas 146 cadeias que apresentaram de 4 a 638 cliques, com média de 76 cliques por

cadeia. A duração média das cadeias foi de 3,22 segundos, com duração máxima de 15,5 segundos. Quanto ao intervalo entre cliques (ICI) tiveram duração média de 0,06 segundos, com intervalo máximo de 0,16 segundos (Tabela 4). Os parâmetros de frequência foram excluídos, pois ultrapassava o limite de resposta do gravador.

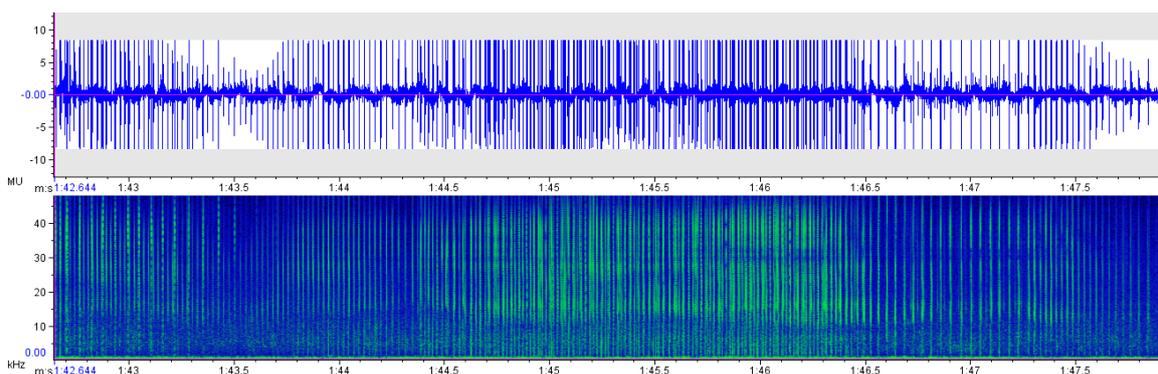


Figura 11. Sequência de cliques de ecolocalização do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na Baía de Todos os Santos.

(Tabela 4. Análise descritiva dos cliques de ecolocalização (n=146) de *S. guianensis* na BTS: média, mínimo e máximo. Os parâmetros de tempo se encontram em segundos.)

	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>
<i>Duração da Cadeia</i>	0.41	15.5	3.22
<i>Nº de Cliques</i>	4	638	76
<i>ICI</i>	0.01	0.16	0.06

#### **4- Ambiente Acústico**

Em relação ao ambiente acústico da Baía de Todos os Santos, foi possível identificar fontes de ruído antropogênico em 28,1% da amostragem, destes, observou-se que em 44,7% houve encontro entre ruídos antropogênicos e sons

de boto (Figura 12). Os ruídos de fonte antropogênica geralmente eram emitidos através de diferentes tipos de embarcações que trafegavam pela baía.

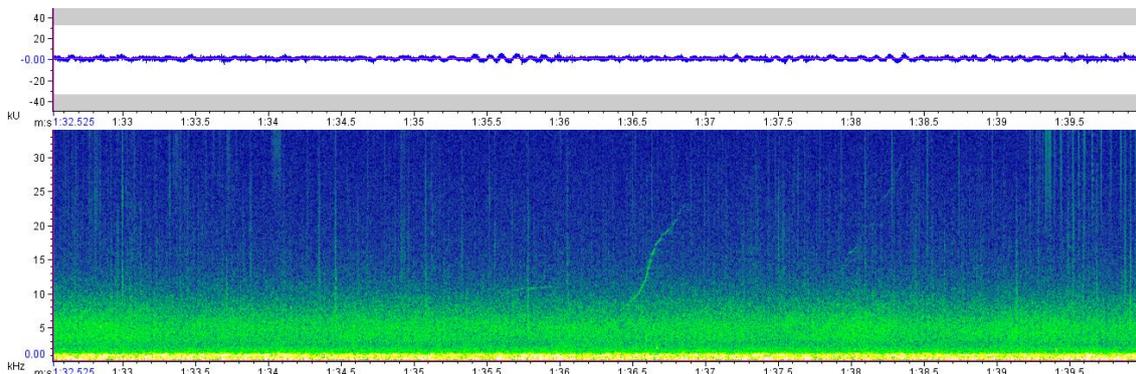


Figura 12 – Assobio sobreposto por ruído de embarcação na Baía de Todos os Santos.

## DISCUSSÃO

Os sons produzidos por *Sotalia guianensis* na Baía de Todos os Santos são os mesmos descritos por Monteiro-Filho & Monteiro (2001) para a região de Cananeia no sudeste do Brasil, assim como foi descrito por outros autores em outros estudos ao longo da distribuição da espécie. Os registros encontrados são a primeira descrição das emissões sonoras da espécie para a região, sendo possível identificar três classes de sons.

Foi observada a emissão de dois sinais sonoros por um mesmo grupo, o que explica a similaridade entre as taxas de emissões de assobios e cliques. Os gritos foram os sons com a menor taxa de emissão, o que é recorrente para a espécie em outras populações, como na região de Caravelas - BA (PENIN-GARCIA, 2009), e no sudeste do Brasil como visto por Monteiro-Filho & Monteiro (2001), Deconto (2013), e Martins (2014). A baixa frequência na emissão de gritos pode estar relacionada à atividade desenvolvida pelo grupo. A análise dos parâmetros de vocalização pode ser útil para compreender a dinâmica social de uma população (MORISAKA *et al.* 2005), além disso pode-se entender os mecanismos de adaptação da vocalização e suas alterações frente a diferentes condições (WARREN *et al.* 2006).

A alta taxa de emissão de assobios já foi relatada por diversos autores para as populações de boto-cinza do litoral brasileiro, visto que esses sons são

utilizados na realização de diversas atividades como, forrageamento, formação de grupo e reconhecimento individual (DECONTO, 2013). Ainda é possível correlacionar o tamanho de grupo à taxa de emissão dos assobios, visto que, quanto maior o grupo, maior a emissão de assobios. Explicando assim a alta taxa de assobios, pois na BTS foi observado a formação de grupos variando entre 3 a mais de 200 indivíduos (observação pessoal). Bandeira (2019) em seu estudo sobre estimativa populacional, observou que a população da Baía de Todos os Santos varia entre cerca de 140 à 180 indivíduos, baseando nos indivíduos identificados através da foto-identificação.

O contorno visual do assobio pode ser característico de cada população (MARTINS, 2010), já foi visto para a espécie em outras populações ao longo da costa brasileira como na Baía de Benevente - ES (REIS, 2013), nas Baías de Sepetiba e Guanabara - RJ (ANDRADE *et. al*, 2015) na Baía dos Golfinhos - RN (ALBUQUERQUE & SOUTO, 2013) e em Ilhéus - BA (LIMA & LA PENDU, 2014), a preferência por assobios com modulação ascendente, demonstrando assim, ser uma preferência da espécie.

A presença de harmônicos está relacionada à necessidade de maior propagação do som (LIMA & LA PENDU, 2014), além de serem usados para o reconhecimento individual, porém sua principal função e padrão de uso são pouco estudados, visto que, assobios com harmônicos são pouco frequentes para a espécie. Não foi observada a relação de presença de harmônicos com presença de embarcações, apesar das embarcações utilizarem faixas de frequências similares às do repertório sonoro do boto-cinza na Baía de Todos os Santos.

Os assobios-assinatura, são relacionados com a diferenciação individual da espécie (LIMA & LA PENDU, 2014) e utilizados principalmente na presença de grandes grupos (PENIN-GARCIA, 2009). Apesar da pouca ocorrência, foi observado que na BTS, os golfinhos utilizam essa característica de emissão e identificação de som individual, já que foi possível observar também a formação de grandes grupos.

Berta *et al* (2006) indica que a utilização de diferentes frequências na emissão dos assobios pode estar relacionado à diferenciação entre indivíduos

da espécie. Além disso os parâmetros químicos da baía também influenciam nos parâmetros acústicos dos assobios, visto que em determinados pontos de coleta, a composição química do ambiente se difere. A região da Barra do Paraguaçu, por estar mais próximo do rio, possui um ambiente acústico diferente, quando comparado à região da Ilha de Itaparica. Nessas regiões, dado a grande quantidade de partículas presentes na água, a propagação do som pode ser dificultada (LEITE e AFONSO, 1999). Fatores como salinidade, temperatura, condições do vento (MARTINS, 2014) e relevo de fundo também podem influenciar na propagação do som (DECONTO, 2013).

Os assobios de *S. guianensis* podem apresentar diferentes variações quanto a sua duração e frequências (REIS, 2013). A duração do assobio está relacionada com a distância com que aquela onda pode se propagar, ou seja, assobios mais longos, percorrem maiores distâncias (DECONTO & MONTEIRO-FILHO, 2016). Na Baía de Todos os Santos foram observados desde assobios muito curtos, com 0,1 segundo até assobios com 0,9 segundos. É visto que assobios longos não são comuns à espécie, sendo a média de duração entre 0,2 e 0,3 segundos (MONTEIRO-FILHO & MONTEIRO (2001); AZEVEDO & VAN SLUYS (2005); PIVARI & ROSSO (2005); PENIN-GARCIA (2006); MAY-COLLADO & WARTZOK (2009); REIS (2013); LIMA & LA PENDU (2014); ANDRADE *et. al.* (2015)). O uso de assobios com uma duração mais longa pode estar relacionado com mecanismo de driblar ruídos, seja advindo do ambiente marinho, o qual é naturalmente ruidoso, ou de origem antropogênica, visto que o local de estudo há tráfego de pequenas e grandes embarcações, provocando no boto-cinza a necessidade de aumentar o tempo e a frequência de propagação do sinal emitido (MARTINS, (2014); LEÃO-MARTINS *et al*, 2016).

A partir da análise das médias de frequência (anexo 1), possibilitou a identificação da similaridade entre os padrões utilizados em diferentes populações do boto ao longo da costa brasileira. Embora alguns parâmetros tenham se mostrado com valores mais altos, como a duração, é possível observar a semelhança entre populações mais próximas como a população do presente estudo e a população de Ilhéus (LIMA & LA PENDU, 2014), comprovando o que foi proposto por Azevedo & Van-Sluys (2005) e Rossi-

Santos & Podos (2006) sobre a influência da variação latitudinal sobre os assobios, causando assim uma espécie de regionalização ou dialeto.

Para os gritos, por serem sons pouco estudados, apresenta uma dificuldade em entender sua função, tal como se existe um padrão para a espécie. Dado a isso, percebe-se a necessidade de aumentar os esforços na compreensão desse sinal sonoro. Alguns autores conseguiram identificar a utilização do mesmo durante o forrageamento, principalmente durante a pesca coletiva (DECONTO, 2013). Para a população da BTS também foi possível relacionar a emissão de gritos com comportamento de forrageamento durante as avistagens, corroborando assim com a hipótese de que esse sinal sonoro auxilia na captação do alimento. Os gritos podem ainda ser emitidos por filhotes, como descrito por Monteiro-Filho & Monteiro (2001), identificados como gargarejos, por serem sons classificados como pulsados explosivos, sendo possível agrupar os gritos e gargarejos numa mesma categoria. Apesar da avistagem de filhotes compondo grupos sociais, não foi identificado a emissão de gargarejos para a região.

O uso dos cliques de ecolocalização podem estar relacionados à alguns comportamentos, o que explica a alta taxa de emissão para a região, dado que em alguns momentos este pode ser associado a comportamentos de pesca e forrageamento. Isso pode ser visto com o aumento no número de cliques por cadeia e através da redução no ICI, onde, quanto mais cliques são emitidos, e menor a distância do ICI, mais próximo do alvo o indivíduo se encontra.

Alguns autores reportam o uso dos cliques durante o forrageamento (MONTEIRO-FILHO & MONTEIRO, 2001), trazendo ainda a hipótese que o aumento na frequência da emissão podem danificar o sistema auditivo de peixes, auxiliando assim, na alimentação. A grande diferença entre os ICI é variável e dependente da atividade desenvolvida pelo golfinho (Au, 1987 *apud* Reis, 2013), relacionando assim, intervalos mais longos são utilizados para reconhecimento do ambiente, enquanto intervalos menores garantem um melhor detalhamento do objeto de interesse.

Através do ambiente acústico da Baía de Todos os Santos e a relação entre os ruídos antropogênicos e os sons emitidos pelo boto, foi possível observar que mesmo na presença de ruídos, geralmente estes não interrompiam a atividade

vocal do grupo. Apesar dos ruídos sobrepor a faixa acústica utilizada pela espécie, em alguns momentos, essa sobreposição impossibilitou a identificação e análise dos sons emitidos pelo boto. Leão-Martins (2016) relata que na Praia da Pipa - RN foi observado um aumento na emissão de assobios quando havia encontro com embarcações, em contrapartida, na BTS foi possível observar o mesmo, porém ocorrendo com outras classes sonoras como os cliques.

## **CONCLUSÕES**

O repertório acústico de *Sotalia guianensis* mostrou-se completo e similar a outras populações do litoral brasileiro. Os sons mais produzidos são os cliques de ecolocalização e os assobios, por vezes sendo possível observar as duas classes sonoras em uma mesma gravação. Essa característica já foi reportada para a espécie em outros locais.

Os assobios ainda são a classe de som mais estudada para a espécie, onde é possível entender bem sua funcionalidade e características. Para a Baía de Todos os Santos foi observado que os parâmetros de frequência tiveram maior similaridade com o de populações mais próximas. Observou-se também que os assobios para população da BTS tiveram durações mais longas e pouco uso de harmônicos.

Quanto as outras classes sonoras dos cliques e gritos, foi visto que essas são similares à de populações em diferentes áreas de ocorrência e que suas emissões diferem de acordo ao comportamento executado pelo grupo. Porém, ainda é necessário aumento nos esforços para compreender o uso dos mesmos.

Para este trabalho, foi utilizado um gravador com taxa de amostragem de 96kHz e foram registrados sons que ultrapassavam o limite de resposta do gravador. O uso de equipamentos com maiores respostas de frequência trazem um maior conhecimento sobre as características dos sons emitidos pela espécie, uma vez que, gravadores com baixa resposta de frequência limitam os estudos de sons como gritos e cliques.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNARSSON, I; MAY-COLLADO, L. J. The phylogeny of Cetartiodactyla: the importance of dense taxon sampling, missing data, and the remarkable promise of cytochrome b to provide reliable species-level phylogenies. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 48, n. 3, p. 964-985, 2008.

ALBUQUERQUE, N.D.S.; SOUTO, A.D.S. The underwater noise from motor boats can potentially mask the whistle sound of estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*). **Ethnobiology and Conservation**, v. 2, 2013.

ALCURI, G.; BUSNEL, R.G. Unicité fonctionnelle des clics sonar et des sifflements dans les émissions acoustiques d'un Dauphin Amazonien *S. fluviatilis* Gervais et Deville. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, v. 308, p. 379-384, 1989.

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, p. 47-57, 2015.

ANDRADE, L.G.; BISI, T. L.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A.F. Burst pulses of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in southeastern Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v 141, 2947, 2017.

AZEVEDO, A.F.; SIMÃO, S.M. Whistles produced by marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil, **Aquatic Mammals**, v.. 28, p. 261-266, 2002.

AZEVEDO, A.F.; VAN SLUYS, M. Whistles of tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil: comparisons among populations. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 117, p. 40-56, 2005.

BANDEIRA, V.R. Ecologia Populacional Do Boto-Cinza *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864) Na Baía De Todos Os Santos. Dissertação de Mestrado, Salvador – Bahia. 2019.

BATISTA, R. L. G. *et al.* Sity fidelity and habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidar), in the estuary of the Paraguaçu River, northeastern Brazil. **North-Western Journal Of Zoology** 10 (1): 93-100. 2014.

Berta, A., J. L. Sumich & K. M. Kovacs. *Marine Mammals Evolutionary Biology*. **Academic**, New York, NY. 2006.

BITTENCOURT, A. R. M.; CARDOSO, C. P.; SANTOS JÚNIOR, L. R. Estimativa populacional, distribuição e abundância de *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853, na baía de Todos os Santos, a partir de filmagens. *In: ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE*, 11., 1997, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Nordestina de Zoologia, Universidade Federal do Ceará, p. 74, 1997.

BITTENCOURT, L.; LIMA, I.M.S.; ANDRADE, L.G.; CARVALHO, R.R.; BISI, T.L.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A.F. Underwater noise in an impacted

environment can affect Guiana dolphin communication. **Marine Pollution**, v. 114, n. 2, p. 1130-1134, 2017.

CAROSO, C., TAVARES, F., PEREIRA, C. Baía de Todos os Santos: aspectos humanos. **Salvador: EDUFBA**. 593p. 2011.

CASSANO, C. R., J. M. DE ALMEIDA-ROCHA, M. R. ALVAREZ, *et al.* Primeira avaliação do status de conservação dos mamíferos do estado da Bahia, Brasil. **Oecologia Australis** 21:156–170. 2017

Da ROCHA, G. O. et al. Contaminação na Baía de Todos os Santos. **Revista Virtual Química**. Vol 4. No. 5. P. 583-610. 2012.

DECONTO, L. S. **Bioacústica do Boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), em Estuários dos Estados de São Paulo e Paraná**. Dissertação de Mestrado. Paraná, Brasil, 2013.

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

DECONTO, L.S.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Day and night sounds of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in southeastern Brazil. **Acta ethol**, v. 19, p. 61-68, 2016.

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, p. 1-16, 2017.

FIGUEIREDO, L.D.; SIMÃO, S.M. Possible occurrence of signature whistles in a population of *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) living in Sepetiba Bay, Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 126, n. 3, p. 1563-1569, 2009.

FILLA, G. F. & MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Possível relação das interferências geradas pela presença de embarcações sobre a densidade populacional de botos-cinza na região de Cananéia (SP). *In: II Workshop do Nordeste: Pesquisa e Conservação de *Sotalia guianensis**. **Anais...**p.161-170, Editora UESC, 2008.

FLORES, P.A.C. & DA SILVA, V.M.F. Tucuxi and Guiana Dolphin (*Sotalia fluviatilis* and *Sotalia guianensis*). *In: Encyclopedia of Marine Mammals* (W.F. Perrin, B. Würsig, J.G.M. Thewissen). Elsevier, Amsterdam, p.1188-1192, 2009.

GONÇALVES, M.L.R.L.. Interações entre embarcações e *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) no Estuário de Cananeia, Estado de São Paulo, Brasil. **Monografia de Bacharelado**. Universidade dos Açores. Ponta Delgada. 2003.

GODOY, D. F. Utilização de Hábitat pelo Boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), na Região do Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia, São Paulo. **Dissertação de Mestrado**. Juiz de Fora, Brasil. 2011.

GONZÁLEZ, L. M. La evolución de los cetáceos: moléculas, anatomías y mares. **Revista Cuadrivio**, 2013.

HATJE, V.; ANDRADE, J. B. Baía de Todos os Santos. Aspectos Oceanográficos. **EDUFBA**. Salvador, 2009.

ICMBIO. Mamíferos - *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864) - Boto-cinza. **Lista de espécies ameaçadas**:1–7. 2018.

KAMMINGA, C.; VAN HOVE, M.T.; ENGELSMA, F.J.; TERRY, R.P. Investigations on cetacean sonar X: A comparative analysis of underwater echolocation clicks of *Inia* spp. and *Sotalia* spp. **Aquatic Mammals**, v. 19, p. 31-43, 1993.

LEÃO MARTINS, 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 (2), p. 611-618, 2016.

LEÃO MARTINS, D. T.; ROSSI-SANTOS, M. R.; LIMA SILVA, F. J. Effects of anthropogenic noise on the acoustic behaviour of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) in Pipa, North-eastern Brazil. **Journal of The Marine Biological Association of The United Kingdom**, v. 98, p. 1-8, 2016.

LEITE, Laurinda; AFONSO, Ana Sofia. **Natureza e propagação do som: concepções de alunos dos ensinos básico, secundário e superior**. 1999. Disponível em: [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10653/3/Natureza%20e%20Oproppaga%C3%A7%C3%A3o%20do%20som%20\(novo\).pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10653/3/Natureza%20e%20Oproppaga%C3%A7%C3%A3o%20do%20som%20(novo).pdf) Acesso em 16 de agosto de 2018.

LIMA, A. & LA PENDU, Y. Evidence for signature whistles in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Ilhéus, northeastern Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America** 136. 2014.

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

MARTINS, D.T.L. Caracterização do Repertório Acústico do Boto-cinza, *Sotalia guianensis*, e Impacto de Embarcações no Nordeste do Brasil. **Dissertação de mestrado**. Rio Grande do Norte, Brasil, 2010.

MARTINS, D. T. L. A Plasticidade Acústica de uma População de Boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Região Nordeste do Brasil. **Tese de Doutorado**. Rio Grande do Norte, Brasil, 2014.

MAREGA-IMAMURA, M, CARVALHO, G. H. DE, LE PENDU, Y., SILVA, P. S. DA, & SCHIAVETTI, A. Behavioral responses of *Sotalia guianensis* (Cetartiodactyla, Delphinidae) to boat approaches in northeast Brazil. **Latin american journal of aquatic research**, 46(2), 268-279, 2018.

MAY-COLLADO and WARTZOK. ***Sotalia guianensis* whistles bandwidth**. J. Acoust. Soc. Am., Vol. 125, No. 2, February. Costa Rica, 2009.

MONTEIRO-FILHO, E.L.A., MONTEIRO, K.D.K.A. Low frequency sounds emitted by *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea:Delphinidae) in a estuarine region in southeastern Brazil. **Can. J. Zool.**,v.79, p. 59-66. 2001.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO L. R.; REIS, S. F. Skull shape and size divergence in dolphin of the Genus *Sotalia*: A tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy** 83 (1):125-143, 2002.

MONTEIRO-FILHO, E.L.A., MONTEIRO, K.D.K.A. Repertório Sonoro. **Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza**. São Paulo. 2008.

MORAIS, I. O. B.; DANILEWICZ, D.; ZERBINI, A. N.; EDMUNDSON, W.; HART, I. B. & BORTOLOTTI, G. A. From the southern right whale hunting decline to the humpback whaling expansion: A review of whale catch records in the tropical western South Atlantic Ocean. **Mammal Review**, 47(1), 11-23, 2017.

MORISAKA, T.; SHINOHARA, M.; NAKAHARA F.; AKAMATSU, T. Geographic variation in the whistles among three Indo-Pacific bottlenose dolphin *Tursiops aduncus* populations in Japan. **Fish. Sci.**, v. 71, p. 568-576. 2005.

MORON, J.; 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. \*, p. \*-\*. 2018.

PARO, A.D. Caracterização do repertório sonoro produzido pelo Boto-Cinza, *Sotalia guianensis*, na Baía Norte, Santa Catarina. **Monografia de Bacharelado**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PENIN-GARCIA, F. C. Caracterização do Repertório Sonoro da população de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) da região do estuário do rio Caravelas, Bahia, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Rio Grande do Norte, Brasil. 2009.

PIVARI, D.; ROSSO, S. Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southeastern Brazil. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 118, n. 4, p. 2725-2731, 2005.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; JANIS, C. **A vida dos vertebrados**. 4. ed. Atheneu, São Paulo, 684p. 2008.

REIS, M.S.S.; QUEIROZ, E. L. Distribuição, observações e capturas acidentais de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **In: V Reunião de Trabalhos de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul**, 1992, Buenos Aires – Argentina.

REIS. L.W.D.; MARTINS, L.K.P.; QUEIROZ, E.L. observações sobre o comportamento social do boto *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1953) (Cetacea, Delphinidae) na enseada de Bom Despacho, Baía de Todos os Santos – BA, Brasil. **In: 6ª Reunião de Trabalhos de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul**. Florianópolis – SC. 1993.

REIS, M.S.S. A situação e os estudos para preservação das espécies de cetáceos ao longo do litoral da Bahia-Brasil. **In: XX Congresso Brasileiro de Zoologia**. 1993. Rio de Janeiro – RJ.

REIS, S. S. Caracterização das Emissões Sonoras do Boto-cinza *Sotalia guianensis* (Van Benédén, 1864) (Cetacea: Delphinidae) e a Investigação do

Ambiente Acústico na Baía de Benevente, ES. **Dissertação de Mestrado**. Juiz de Fora, MG, 2013.

RICHARDSON, W. J., GREENE, C. R., MALME, C. I., THOMSON, D. H. Marine Mammals and Noise (**Academic Press, San Diego**), p. 576. 1995.

ROSAS, F.C.W. & MONTEIRO-FILHO, E.L.A. \_Reproduction of the Estuarine Dolphin (*Sotalia guianensis*) on the Coast of Paraná, Southern Brazil. **Journal of Mammalogy**, **83**, 507-515. 2002.

ROSSI-SANTOS, M., WEDEKIN, L. L., & SOUSA-LIMA, R. S. Distribution and habitat use of small cetaceans off Abrolhos Bank, eastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, **5**(1), 23-28, 2006.

ROSSI-SANTOS, M.R., PODOS, J.E. Latitudinal variation in whistle structure of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis*. **Behaviour** **143**, 347-364. 2006.

ROSSI-SANTOS, M.R. Soundscape Ecology of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) habitat in the Baía de Todos os Santos, Northeastern Brazil. **1st Listening for Aquatic Mammals in Latin America Workshop**. Natal, 2016.

SECCHI, E., SANTOS, M.P. & REEVES, R. *Sotalia guianensis*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2018**: e.T181359A50386256. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T181359A50386256.en>. Downloaded on 22 February 2019.

SILVA, V. M. F. & BEST, R. C. *Sotalia fluviatilis*. Mammalian Species. Washington. **The American Society of Mammalogists**. (527): 1-7, 1996.

SPRINGER, A.M., ESTES, J.A., VAN VLIET, G.B., WILLIAMS, T.M., *et al.* Sequential megafaunal collapse in the North Pacific Ocean: an ongoing legacy of industrial whaling? **Proceedings of the National Academic Science of the U.S.**, **100**(21): 12223-12228, 2003

SPÍNOLA, J. L. Atividade comportamental diurna do Boto-Cinza, *Sotalia guianensis* (Van Béneden, 1964) (Cetacea, Delphinidae), na Barra do Rio Paraguaçu, Estado da Bahia. **M. Sc. Dissertação**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brazil, 79 p, 2006.

SPÍNOLA, J. L.; REIS, M. do S.; BATISTA, R. G. FOESTER, T.; BAUER, L. M.; FERNANDES, L.C. A influência de embarcações sobre a presença e o comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) no estuário do rio Paraguaçu, estado da Bahia. **II Wokshop do Nordeste – Pesquisa e Conservação de Sotalia guianensis**. Ilhéus-Ba. 2008.

UNEP. CITES - The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Appendice 1), 2017.

VALLE, A. L. DO. & MELLO, F.C.C. Alterações comportamentais do golfinho *Sotalia guianensis* (Gervais, 1953) provocadas por embarcações. **Revista Biotemas**, **19** (1): 75 – 80, 2006.

WIERSMA, H. Investigations on Cetacea sonar IV. A comparison of wave shapes of odontocete sonar signals. **Aquatic Mammals**, v. 9, p. 57-66, 1982.

## ANEXO 1

Tabela 2. Tabela comparativa entre diferentes estudos dos parâmetros físicos analisados para assobio de *S. guianensis*.

<b>Estudo</b>	<b><i>n</i></b>	<b>F. Inicial</b>	<b>F. Final</b>	<b>F. Min</b>	<b>F. Max</b>	<b>F. Med</b>	<b>Duração</b>
<b>Monteiro-Filho e Monteiro (2001)</b> Cananeia (SP)	214	-	-	0,3	6	-	0,2
<b>Azevedo e Simão (2002)</b> Baía de Guanabara (RJ)	5086	7,9	12,7	-	-	-	0,1
<b>Erber e Simão (2004)</b> Baía de Sepetiba (RJ)	3350	10,7	13,31	10,52	13,31	12,8	0,7
<b>Privari e Rosso (2005)</b> Cananeia (SP)	3235	8,15	14,35	7,97	14,46	6,48	0,2
<b>Penin-Garcia e Rossi-Santos (2006)</b> Caravelas (BA)	191	10,53	17,17	9,97	17,42	-	0,2
<b>Martins (2010)</b> Praia da Pipa (RN)	3258	11,3	19,02	10,3	19,5	-	0,1
<b>Reis (2013)</b> Baía de Benevente (ES)	69	10,22	16,73	10	17,21	7,22	0,2

<b>Albuquerque <i>et al.</i> (2013)</b>	339	9,79	19,08	8,76	19,33	10,57	0,2
Baía dos Golfinhos (RN)							
<b>Lima e La Pendu (2014)</b>	847	10,87	18,25	8,93	19,39	-	0,2
<b>Ilhéus (BA)</b>							
<b>Andrade <i>et. al</i> (2015)</b>	203	9,88	25,58	9,52	25,79	16,52	0,2
Baia de Guanabara (RJ)							
<b>Andrade <i>et. al.</i> (2015)</b>	234	7,93	23,42	4,31	23,68	15,91	0,3
Baia de Sepetiba (RJ)							
<b>Andrade <i>et. al.</i> (2015)</b>	222	8,09	22,26	4,59	22,33	14,56	0,3
Baia de Paraty (RJ)							
<b>Deconto e Monteiro-Filho (2016)</b>	2435	12,51	18,04	12,42	18,09	-	0,1
Baía de Trapandé (SP)							
<b>Bitencourt <i>et al.</i> (2016)</b>	451	8,2	24,8	8,0	25,0	14,7	0,2
Baía de Guanabara							
<b>Leão <i>et al.</i> (2016)</b>	1.031	10,4	19,9	7,46	19,98	12,52	0,3
<i>Enseada do Curral (RN)</i>							
<b>Leão <i>et al.</i> (2016)</b>	356	11,3	19,9	10,9	20,4	15,3	0,1
Lagoa de Guaraíras (RN)							

<b>Martins <i>et al.</i> (2016)</b>	-	11,5	18,8	10,2	19,5	9,3	0,1
Praia de Pipa (RN)							
<b>Presente estudo</b>	517	8.75	18.65	7.55	19.48	11.92	0,4
Baía de Todos os Santos (BA)							

