

**UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE - UNIVILLE PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE**

ANA KÁSSIA DE MORAES ALVES

**COMPARAÇÃO DOS ASSOBIOS DOS ECÓTIPOS OCEÂNICO E COSTEIRO
DE *Tursiops truncatus* NO SUDESTE-SUL DO BRASIL**

JOINVILLE-SC

2018

ANA KÁSSIA DE MORAES ALVES

**COMPARAÇÃO DOS ASSOBIOS DOS ECÓTIPOS OCEÂNICO E COSTEIRO
DE *Tursiops truncatus* NO SUDESTE-SUL DO BRASIL**

Dissertação de mestrado
apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de
Mestre em Saúde e Meio
Ambiente, na Universidade da
Região de Joinville-UNIVILLE.

Orientadora: Professora Dr^a
Marta Jussara Cremer.

JOINVILLE-SC

2018

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

A474c Alves, Ana Kássia de Moraes
Comparação dos assobios dos ecótipos oceânico e costeiro de *Tursiops
trucantus* no sudeste-sul do Brasil/ Ana Kássia de Moraes Alves;
orientadora Dra. Marta Jussara Cremer. – Joinville: UNIVILLE, 2018.

33 p.: i; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente – Universidade da
Região de Joinville)

1. Golfinhos - Comportamento. 2. Cetáceos. 3. Biologia marinha. I.
Cremer, Marta Jussara (orient.). II. Título.

CDD 599.53

Elaborada por Ana Paula Blaskovski Kuchnir – CRB-14/1401

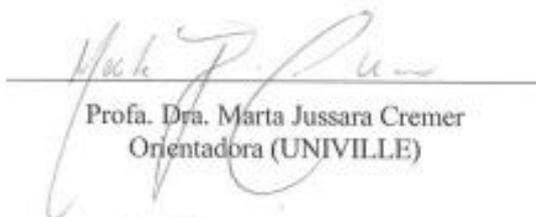
Termo de Aprovação

“Contribuições ao Conhecimento do Repertório Acústico de *Tursiops truncatus* no Atlântico Sul Ocidental”

por

Ana Kassia de Moraes Alves

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente, área de concentração Saúde e Meio Ambiente e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente.

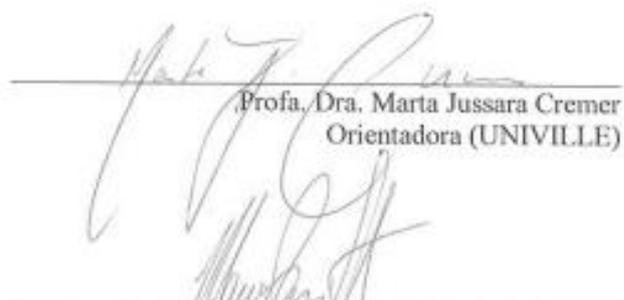


Prof. Dra. Marta Jussara Cremer
Orientadora (UNIVILLE)

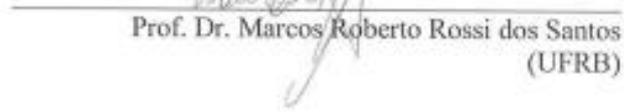


Prof. Dr. Paulo Henrique Condeixa de França
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente

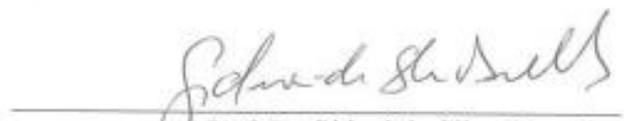
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Marta Jussara Cremer
Orientadora (UNIVILLE)



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



Prof. Dr. Sidnei da Silva Dorneles
(UNIVILLE)

Joinville, 09 de março de 2018

AGRADECIMENTOS

Ao IBAMA e a Petrobras.

À toda equipe da Socioambiental Consultores Associados, que executa o Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos, Zé Olímpio, Aline Fernandes, Leonardo Wedekin, Marcos-Rossi, Alexandre Paro, Marta Cremer, Ana Cypriano e Clarêncio Baracho, agradeço a oportunidade e a confiança.

Ao Alexandre Paro, Leonardo Versiani, Juliana Moron, Daiane Anzolin e Renan Paitach, por toda a amizade, o suporte técnico, a generosidade, a paciência e os ensinamentos, durante as coletas, seleção, análises e testes estatísticos. Sem vocês eu não teria conseguido!

À todos os *MMOs*, aos operadores de MAP, Comandante Fábio e a tripulação, que contribuíram para a coleta de dados a bordo do *Sea Route*.

À Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC e ao Laboratório de Mamíferos Aquáticos da Universidade Federal de Santa Catarina – LAMAQ/UFSC por todo o apoio logístico durante os campos em Laguna, ao Prof^o Dr. Pedro Castilho, Natanael Silva, Felipe Steiner e Denyiélím Elias, Bianca Romeu e Jack Ford.

À minha família e aos meus companheiros de casa, por caminharem comigo nos melhores e piores momentos dessa fase, vocês são maravilhosos!!

Aos amigos, do grupo de pesquisa da professora Marta e do PMC-BS, os “piratas” Clarêncio “Barata”, Luiz Cláudio Alves, Heleno Dias, Cap. Fábio por me ensinar a trabalhar nesse marzão.

À UNIVILLE, através do programa de pós-graduação, agradeço aos docentes, a secretária Patrícia Pilz, a psicóloga Ana Lúcia P. F. Sales e a turma XV, em especial a Magda Heitich. Ao Prof^o Dr. Sidnei Dornelles e Dr. Marcos Rossi dos Santos, por contribuírem como membros da banca.

À *Cetacean Society International* por viabilizar a minha participação em eventos científicos ao longo da minha jornada acadêmica. Obrigada, Bill Rossiter.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro através do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares – PROSUP.

À Prof. Dra. Marta Jussara Cremer, por tudo!!!

Obrigada!!!

Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.”

(Augusto Branco)

"Así cada mañana de mi vida traigo del sueño otro sueño"

(Pablo Neruda)

RESUMO

Variações intraespecíficas nos assobios podem ser decorrentes de fatores geográficos, ambientais, sociais e genéticos. O nosso objetivo foi comparar a composição e a estrutura dos assobios entre ecótipos oceânico e costeiro de *Tursiops truncatus* na região Sudeste-Sul do Brasil. Foram analisados 149 assobios da população estuarina residente no Complexo Lagunar Santo Antônio-Imaruí-Mirim, no sul do estado de Santa Catarina e 180 assobios do ecótipo oceânico registrados durante o Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos (PMC-BS), cujo ecótipo foi confirmado através da análise do DNA mitocondrial. A análise espectrográfica apresentou seis categorias de contorno: “ascendente”, “descendente”, “côncavo”, “convexo”, “múltiplo” e “constante”. A ocorrência dos contornos e dos pontos de inflexão entre os ecótipos foi comparada através do teste de qui-quadrado. Sete parâmetros foram extraídos de cada assobio: frequência inicial, frequência final (FF), frequência mínima, frequência máxima, frequência delta, frequência média e duração (D), utilizando o pacote ROCCA (Real Time Odontocete Call Classification Algorithm) do programa PAMGuard. Os valores médios de cada parâmetro foram comparados entre os ecótipos através do teste de Mann-Whitney e o potencial de distinção dos assobios entre os ecótipos foi avaliado através de Análise de Função Discriminante (DFA). A categoria “convexo” (N=48; 32,21%) foi a mais frequente para o ecótipo costeiro e a “ascendente” (N= 94; 52,22%) para o oceânico, 43,6% (N=65) dos assobios do ecótipo costeiro e 62,2% (N=112) do oceânico não apresentaram pontos de inflexão. Dos sete parâmetros, a duração e a frequência final discriminaram os ecótipos segundo a DFA. Com valores médios mais baixos para o ecótipo costeiro com $D = 0,49s \pm 0,32 s$ (0,06-1,47s) e $FF = 7,78 \pm 3,44 \text{ kHz}$ (2,06-19,88 kHz) quando comparado ao oceânico com $D = 0,99 s \pm 0,72 s$ (0,10- 5,50 s) e $FF = 14,39 \pm 4,83 \text{ kHz}$ (3-24,37 kHz). Os valores obtidos para o ecótipo costeiro são próximos aos descritos para outras populações estuarinas no Sul do Brasil. Porém, ao compará-lo com o ecótipos oceânico o aumento na duração dos assobios pode estar relacionado à falta de barreiras no ambiente oceânico aumentando a eficiência do sinal entre o grupo, por outro lado a frequência final mais alta percorre menores distâncias, dificultando a localização do grupo por predadores.

Palavras-chave: Assobios; Ecótipos; *Tursiops truncatus*; Composição; Estrutura.

ABSTRACT

Intraspecific variations in whistles may be due to geographic, environmental, social and genetic factors. Our objective was to compare the composition and structure of the whistles between oceanic and coastal ecotypes of *Tursiops truncatus* in the SoutheastSouth region of Brazil. A total of 149 whistles of the estuarine population living in the Santo Antônio-Imaruí-Mirim Lagoon Complex in southern Santa Catarina State and 180 whistles of the oceanic ecotype recorded during the Cetacean Monitoring Project in the Santos Basin (PMC-BS/PETROBRAS), whose ecotype were confirmed by mitochondrial DNA analysis. The spectrographic analysis presented six categories of contour: "ascending", "descending", "concave", "convex", "multiple" and "constant". The occurrence of contours and inflection points between the ecotypes was compared using the chi-square test. Seven parameters were extracted from each whistle: initial frequency, final frequency (FF), minimum frequency, maximum frequency, delta frequency, average frequency and duration (D) using the Real Time Odontocete Call Classification Algorithm (ROCCA) package of the PAMGuard software. The average values of each parameter were compared between the ecotypes using the Mann-Whitney test and the potential for distinguishing the whistles among the ecotypes was evaluated through Discriminant Function Analysis (DFA). The "convex" category (N=48, 32.21%) was the most frequent for the coastal ecotype and the "ascending" category (N=94, 52.22%) for the oceanic. Whistles without inflection points totaled 43.6% (N = 65) for the coastal ecotype and 62.2% (N = 112) for the oceanic. The duration and the final frequency discriminated the ecotypes according to DFA, with lower average values for the coastal ecotype with $D=0.49 \pm 0.32$ s (0.06-1.47s) and $FF=7.78 \pm 3.44$ kHz (2.06- 19.88 kHz) when compared of oceanic ecotype with $D=0.99 \pm 0.72$ s (0.10-5.50 s) and $FF=14.39 \pm 4.83$ kHz (3-24.37 kHz). The values obtained for the coastal ecotype are similar to those described for other estuarine populations in southern Brazil. However, in comparing with the oceanic ecotypes the increase in the duration of the whistles may be related to the lack of barriers in the ocean environment increasing the efficiency of the signal inside the group. On the other hand, the higher final frequency travels smaller distances, making it difficult to locate of the group by predators.

Keywords: Whistles; Ecotypes; *Tursiops truncatus*; Composition; Structure.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa das áreas de estudo para os ecótipos costeiro e oceânico.
.....15
- Figura 2.** Representação gráfica da análise de função discriminante dos parâmetros acústicos dos assobios do ecótipo costeiro e de cada grupo do ecótipo oceânico de *Tursiops truncatus* e os coeficientes da análise canônica. Eixo x= Duração e y = Frequência final.....23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Localização, profundidade e tamanho dos grupos gravados para os ecótipos costeiro oceânico.....19

Tabela 2. Estatística descritiva dos assobios do ecótipo costeiro de *Tursiops truncatus*, com os valores de média \pm desvio padrão (mínimo-máximo) da frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência delta (F Δ), frequência média (FM), duração (DUR) e o número de pontos de inflexão (PI), por categoria de contorno (parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos).....20

Tabela 3. Estatística descritiva dos assobios do ecótipo oceânico de *Tursiops truncatus*, com os valores de média \pm desvio padrão (mínimo-máximo) da frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência delta (F Δ), frequência média (FM), duração (DUR) e o número de pontos de inflexão (PI), por categoria de contorno (parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos).....21

Tabela 4: Resultados da primeira análise de função discriminante dos parâmetros acústicos dos assobios dos ecótipos costeiro e oceânico de *Tursiops truncatus* e coeficientes da análise canônica para os valores dos parâmetros frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência média (FM), frequência delta (F Δ) e duração (DUR). (Parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos) (* valores significativos)22

Tabela 5: Resultados da segunda análise de função discriminante dos parâmetros acústicos dos assobios de cada grupo do ecótipo oceânico e do ecótipo costeiro de *Tursiops truncatus* e coeficientes da análise canônica para os valores dos parâmetros frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência média (FM), frequência delta (F Δ) e duração (DUR). (Parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos) (*valores significativos)23

Tabela 6. Estatística descritiva com os valores de média \pm desvio padrão (mínimo-máximo) em estudos prévios e neste estudo para os parâmetros frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência delta (F Δ), frequência média (FM), duração (DUR) e o número de pontos de inflexão (PI), para cada região. (Parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos). *N*= Número de assobios analisado. CLSIM = Complexo Lagunar Santo-Antônio-Imaruí-Mirim; ASPSP = Arquipélago de São Pedro e São Paulo; PCTSB = Plataforma continental e talude sul Brasileiro.27

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS	07
LISTA DE TABELAS	08
I. INTRODUÇÃO	10
II. MATERIAL E MÉTODOS	13
A. Definição dos ecótipos	13
B. Área de estudo.....	14
C. Obtenção dos registros acústicos.....	15
D. Seleção e análise dos assobios	17
III. RESULTADOS.....	18
IV. DISCUSSÃO.....	24
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26

I. INTRODUÇÃO

Os assobios são sons modulados em frequência de banda estreita (Richards, 1986) e estão relacionados à comunicação dos golfinhos (Herzing, 2000). Os assobios são utilizados pelos golfinhos para comunicação intraespecífica, sendo caracterizados como sons de socialização (Janik e Slater, 1998), como por exemplo, para o cuidado parental (Herzing, 2000). Os assobios podem ser modificados de acordo com a estação do ano (Jacobs *et al.*, 1993), o tamanho e o comportamento do grupo (Jones e Sayigh, 2002), as relações sociais (Watwood *et al.*, 2004), as características ambientais e com o ruído subaquático (Morisaka *et al.*, 2005). Além disso, variações intraespecíficas dos assobios podem ser decorrentes de fatores geográficos, sociais e genéticos (Rendell *et al.*, 1999; Bazúa-Durán, 2004; Bazúa-Durán e Au, 2002;2004; Azevedo e Van Sluys, 2005; Rossi-Santos e Podos, 2006; Papale *et al.*, 2013). A influência das características do habitat na estrutura dos assobios vem sendo estudada em alguns delfinídeos, como o golfinho-rotador (*Stenella longirostris*) (Bazúa-Durán e Au, 2001; Bazúa-Durán *et al.*, 2003; Bazúa-Durán e Au, 2004; Moron *et al.*, 2015), o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Azevedo e Van Sluys 2005; Rossi-Santos e Podos 2006), o golfinho-comum (*Delphinus delphis*) (Ansmann *et al.*, 2007) e o golfinho-nariz-de-garrafa do Indo-Pacífico *Tursiops aduncus* (Morisaka *et al.*, 2005b; Hawkins, 2010). Para o golfinho-nariz-de-garrafa *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (p. ex., Ding *et al.*, 1995), sendo que populações mais próximas geograficamente tendem a ter assobios mais semelhantes do que aquelas mais distantes (Wang *et al.*, 1995; Bazúa-Durán, 2004; Janik e Slater, 2000). *Tursiops truncatus* é cosmopolita e distribui-se em águas tropicais e temperadas, costeiras e em regiões oceânicas, exceto nos polos (Leatherwood e Reeves, 1990; Wells e Scott, 1999; Reynolds *et al.*, 2000). No Atlântico sul ocidental *T. truncatus* ocorre desde o estado do Amapá (Pinedo *et al.*, 1992) no Brasil, até a Terra do Fogo, na Argentina (Goodall *et al.*, 2011). *Tursiops truncatus* é o delfinídeo mais amplamente estudado no mundo devido a sua ampla distribuição e abundância, o que subsidiam sua classificação pela União Internacional pela Conservação da Natureza (IUCN) na categoria “Pouco preocupante” (*least concern*) (Hammond *et al.*, 2012). Contudo, esta classificação não considera as ameaças intrínsecas à unidades populacionais isoladas (Wells e Scott, 1999).

A taxonomia do gênero *Tursiops* é amplamente discutida em toda sua distribuição e mais de 20 espécies distintas já foram propostas devido principalmente a

soma de três fatores: ser cosmopolita, ter diversas formas morfológicas e pela capacidade de hibridização com outros odontocetos (Walker 1981; Hersh e Duffield, 1990; Ross e Cockcroft, 1990; Wells e Scott, 1999). Para o Oceano Atlântico sul, o Comitê de Taxonomia da *Society for Marine Mammalogy* (*Committee on Taxonomy*, 2017) reconheceu provisoriamente, com base em características morfológicas descritas por Wickert *et al.* (2016) e Costa *et al.* (2016), a subespécie *T. t. gephyreus* (Lahille, 1908) como sendo a forma costeira. A proposição dos ecótipos costeiro e oceânico no sul do Brasil foi realizada primeiramente com base em análises genéticas realizadas por Costa *et al.* (2015), através de amostras de tecido de *T. truncatus* encontrados mortos nas praias e a partir de biópsias de animais vivos da região sul do Brasil, onde uma estrutura populacional de escala fina foi identificada definindo três grupos geneticamente distintos. Estes constituem duas populações estuarinas, uma residente no complexo lagunar Santo Antônio-Imaruí-Mirim, em Santa Catarina, e outra em Tramandaí no Rio Grande do Sul, um terceiro grupo que teve uma maior variabilidade genética, sendo composto por indivíduos que são parte de uma comunidade oceânica, e possuem alta diversidade genética e frequentam a costa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Corroborando com as variações morfológicas identificadas nos crânios e na coluna vertebral, que também diferencia os ecótipos (Costa *et al.*, 2016) e de um padrão distinto de coloração e no formato da nadadeira dorsal de golfinhos avistados em regiões oceânicas (Simões-Lopes, 1996; Cremer *et al.*, 2009).

As populações costeiras estuarinas de *T. truncatus* no sul do Brasil possuem um padrão bem conhecido de distribuição contínua associado à foz de rios, baías protegidas, estuários e lagoas (Simões-Lopes, 1991) no Sul do Brasil. Atualmente quatro regiões são conhecidas por possuir pequenas populações costeiras, no Rio Grande do Sul, nas localidades, da Lagoa dos Patos, em Tramandaí e Manpituba, e em Santa Catarina, no complexo Lagunar Santo-Antônio-Imaruí-Mirim (Castello e Pinedo, 1977, Simões-Lopes e Fabian, 1999). Essas populações são mais estudadas, pois são residentes durante o ano todo. A população da Lagoa dos Patos é a que possui mais indivíduos, porém de maneira geral todas as populações são estimadas em menos de 100 indivíduos cada, distribuindo-se em águas rasas com menos de 20 metros de profundidade a até no máximo 3 km da costa e apresentando deslocamentos interpopulacionais já foram registrados com base na foto-identificação (Dalla Rosa, 1999; Simões-Lopes e Fábian, 1999; Laporta *et al.*, 2016; Lodi *et al.*, 2016). Além disso, essas populações são geneticamente distintas e possuem

baixa diversidade genética identificadas através da análise de microsátélites e marcadores de DNA mitocondrial (Fruet *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2015). Os parâmetros de frequência e duração dos assobios de *T. truncatus* foram caracterizados na Lagoa dos Patos (Azevedo *et al.*, 2007), em Tramandaí (Hoffmann, 2004) no Rio Grande do Sul. No complexo lagunar Santo Antônio-Imaruí-Mirim, em Santa Catarina (CLSIM), foi investigado a variação do repertório de assobios entre dois grupos que possuem técnicas de forrageio específicas (Romeu *et al.*, 2017). Essa população é estimada em cerca de 50 indivíduos, sendo que metade dos botos possuem habilidades específicas para promover a pesca cooperativa, resultante da interação dos botos com os pescadores a fim de capturar os peixes (Simões-Lopes e Fábian, 1999). Essa atividade molda a estrutura social que é dividida entre os botos cooperativos, os não cooperativos e um terceiro grupo que é composto quando os botos cooperativos e não cooperativos interagem entre si (Daura-Jorge *et al.*, 2012). O comportamento de forrageio influencia a composição e a estrutura dos assobios, sendo que os botos cooperativos emitem assobios mais curtos, em frequências mais altas e com mais pontos de inflexão, quando comparados aos assobios dos botos não cooperativos (Romeu *et al.*, 2017). Porém, as características dos assobios quando os botos cooperativos e não cooperativos estão interagindo entre si, ainda não foi descrita.

A distribuição e a estrutura das populações de *T. truncatus* em águas oceânicas são pouco conhecidas. A espécie tem sido registrada em profundidades que variam de 5 a 200 metros no Atlântico sul ocidental, no entorno de ilhas oceânicas e em águas oceânicas geralmente até os 400 metros, com registros a até 4.017 metros de profundidade, e possuem alta diversidade genética (Conceição, 2008; Laporta *et al.*, 2016; Costa *et al.*, 2015). Uma comunidade oceânica geneticamente diferenciada foi registrada no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Ott *et al.*, 2009). Há também registros oportunistas de ocorrência em diferentes áreas da plataforma continental e no talude, dos estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Zerbini *et al.*, 2004; Di Tullio *et al.*, 2016; Duque, 2017; Fruet *et al.*, 2017). Além disso, a espécie já foi avistada ao entorno de uma plataforma de extração de petróleo, localizada ao Sul do Brasil na borda do talude continental (Cremer *et al.*, 2009). De maneira geral os assobios de *T. truncatus* possuem características estruturais bem definidas e que permitem classificações corretas com percentuais acima de 50%, definidas através de análise de função discriminante em estudos comparativos (Oswald

et al., 2007; May-Collado e Wartzok, 2008). No Rio de Janeiro, Lima *et al.*, (2016) compararam os assobios emitidos por quatro espécies da família Delphinidae e *T. truncatus* obteve a segunda maior porcentagem de classificação correta (74,7%). Na plataforma continental e talude sul brasileiro, Duque (2012) identificou diferenças estruturais nos assobios de *T. truncatus* gravados em associação com *Globicephala melas*, que permitiram distingui-los através de assobios espécie-específico, sendo que a porcentagem de classificação correta foi maior para *T. truncatus* (98,61%). Segundo a autora, o aumento das variáveis de frequência dos assobios de *T. truncatus* não estão associadas a um gradiente latitudinal no Atlântico Sul, como observado para *Sotalia guianensis* por Azevedo e Sluys (2005) e Rossi-Santos e Podos (2006). Hoffmann *et al.* (2012) compararam a estrutura dos assobios da população costeira do canal de Tramandaí, no Rio Grande do Sul, com a população oceânica residente nas adjacências do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e que estão amplamente separadas sendo uma ao Sul e outra ao Norte do Brasil. Os assobios da população do arquipélago apresentaram maior duração do que os assobios da população da região costeira, para todos os parâmetros de frequência, exceto para a frequência final, os valores também foram maiores para a população do arquipélago. Porém, neste estudo não foi realizada a análise de função discriminante, os testes estatísticos não identificaram a contribuição de cada variável na distinção dos assobios entre as regiões e a composição dos assobios não foi avaliada. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a composição e a estrutura dos assobios de forma comparativa entre os ecótipos oceânico e costeiro de *T. truncatus* na região sudeste-sul do Brasil, identificar quais variáveis de frequência e tempo que são responsáveis pela distinção entre os ecótipos costeiro e oceânico e entre o ecótipo costeiro e entre os diferentes grupos oceânicos.

II. MATERIAL E MÉTODOS

A. Definição dos ecótipos

Para este estudo foi utilizada a definição proposta por Costa *et al.* (2015), que considera a existência de um ecótipo oceânico e um costeiro de *T. truncatus*. Para representar o ecótipo costeiro foi analisada a população costeira residente no Complexo Lagunar Santo Antônio-Imaruí-Mirim (CLSIM), no sul de Santa Catarina. Para o ecótipo oceânico foram analisados os grupos registrados na plataforma continental da Bacia de

Santos, considerando ainda os dados de *DNA* mitocondrial (mtDNA) obtidos a partir da biópsia de indivíduos dos grupos gravados, cujos resultados encontram-se disponíveis no Sistema de Gerenciamento de Dados do Projeto de Monitoramento de Cetáceos da Bacia de Santos (SisPMC – <http://sispmc.socioambiental.com.br>). Esta base foi consultada para verificar se haviam haplótipos de mtDNA compatíveis com os descritos por Costa *et al.* (2015). Dentre os grupos analisados apenas para um grupo o haplótipo não foi compatível. Porém, considerando as características de coloração e a localização geográfica do grupo, este também foi considerado como do ecótipo oceânico.

B. Área de estudo

O Complexo Lagunar Santo-Antônio-Imaruí-Mirim (CLSIM) (28°30'S, 48°55'W), adjacente ao município de Laguna, no sul do Estado de Santa Catarina, é um ambiente estuarino composto pela foz do Rio Tubarão e por três lagoas costeiras que dão o nome ao complexo (Figura 1). Possui profundidade média de dois metros, com máxima de 10 metros no canal de acesso (Meurer e Netto, 2007). O CLSIM possui uma área de 300 km² com águas rasas e escuras, sendo que seu único canal de conexão com o mar é artificial (Daura-Jorge, 2011). Está região não está inserida na Bacia de Santos.

A Bacia de Santos (23°-28°S, 39°-48°W) compreende a região que abrange tanto a plataforma continental, que possui cerca de 200 km de extensão em seu ponto mais ao sul, quanto o talude continental e parte da planície abissal no sul e sudeste do Brasil, abrangendo os Estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro (Figura 1). É delimitada ao sul pelo alto de Florianópolis em Santa Catarina, e ao norte pelo alto de Cabo Frio no Rio de Janeiro, a oeste pelas serras Maciço da Carioca, do Mar e da Mantiqueira, e a leste pelo sopé do platô de São Paulo (Macedo, 1989; Moreira *et al.*, 2007). Com área total de aproximadamente 350.000 km², contempla tanto águas rasas de até 200 metros, como águas profundas com cerca de 2.000 metros. O encontro das correntes do Brasil e das Malvinas caracteriza a convergência subtropical nesta região (Campos *et al.*, 1995).

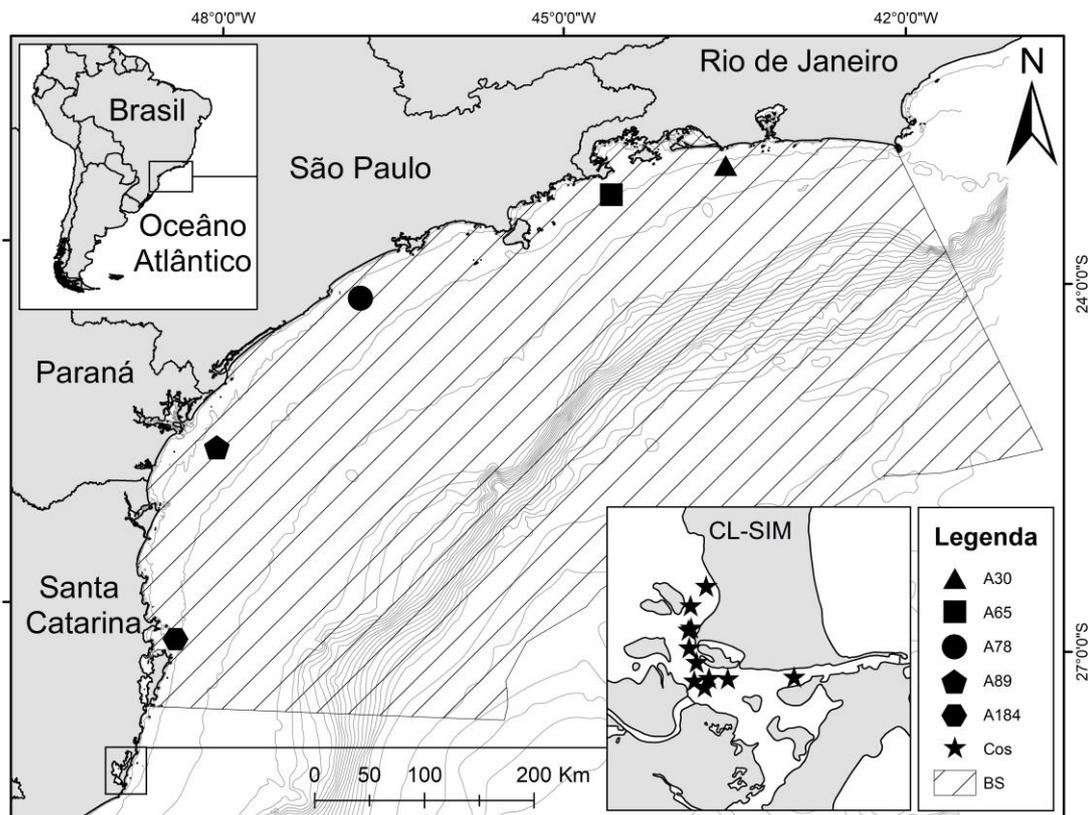


Figura 1. Localização da área de estudo com os pontos dos registros acústicos dos ecótipos costeiro (Complexo Lagunar Santo-Antônio-Imaruí-Mirim - CL-SIM) e oceânico (Baía de Santos – BS) do golfinho-nariz-de-garrafa *Tursiops truncatus* (Mapa: R.L. Paitach).

C. Obtenção dos registros acústicos

Os registros acústicos do ecótipo costeiro foram gravados entre os dias 04 e 12 de dezembro de 2017 a partir de uma embarcação inflável de 4,4 metros de comprimento e motor de popa de 30 HP, que permaneceu desligado durante as gravações. Os sons foram registrados utilizando um hidrofone da marca Reson modelo TC 4032, com alcance de 5 Hz a 120 kHz, acoplado a um conector EC 6073 e um gravador digital *Sony* PCM-D100, com frequência de amostragem de até 192 kHz/24bit. Assim, o conjunto possibilitou o registro acústico efetivo na faixa de 5 Hz a 96 kHz. Considerando a existência de variações no repertório de assobios entre golfinhos cooperativos e não cooperativos (Romeu *et al.*, 2017), foram realizadas gravações apenas nas regiões mais internas do estuário onde não ocorrem interações de pesca cooperativa entre golfinhos e pescadores (Simões-Lopes, 1991; Daura-Jorge *et al.*, 2013). Foi realizada a busca visual dos golfinhos e sempre que possível foi feita a aproximação. Cada grupo foi gravado por cerca de 20 minutos ou até que o grupo fosse perdido de vista. O hidrofone foi posicionado a 1,5 metros de profundidade. Não foram realizadas gravações em condições de mar acima

de 2 na escala *Beaufort* ou em áreas com profundidade inferior a 3 metros.

O registro dos assobios do ecótipo oceânico foi obtido a partir da metodologia pré-estabelecida no Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos, através de expedições a bordo de um navio equipado com dois botes infláveis, uma torre de observação e equipamentos acústicos portáteis e de arrasto, utilizados para monitorar pequenos e grandes cetáceos na Bacia de Santos. Foram adotadas duas abordagens distintas para a coleta de assobios. A primeira abordagem foi realizada de forma oportunista no dia 24 de fevereiro de 2017. A gravação foi realizada a partir de um bote inflável de 5 metros de comprimento com motor de popa de 50 HP, que permaneceu desligado durante a gravação, que foi realizada com o mesmo conjunto de equipamentos utilizados para a coleta dos assobios do ecótipo costeiro. O hidrofone foi posicionado a cinco metros de profundidade e apenas um grupo foi gravado. A segunda abordagem de coleta de dados do ecótipo oceânico foi realizada através da metodologia de Monitoramento Acústico Passivo (MAP), realizada em dois períodos. O primeiro período foi de 10 de maio a 20 de junho de 2016, durante o qual dois grupos foram gravados. E o segundo período foi de 08 de março a 18 de abril de 2017 e mais dois grupos foram gravados. As detecções acústicas foram realizadas no modo “passagem” percorrendo transectos lineares a uma velocidade média de sete nós, com um navio de 75 pés, equipado com dois propulsores Cummins de 325 HP. Foi rebocado um arranjo de hidrofones a 150m da popa para áreas rasas (20-40m) e a 400m da popa para áreas profundas (>40m). O arranjo possuía dois pares de hidrofones e respectivos pré-amplificadores, contidos em um tubo de poliuretano preenchido com óleo de rícino. Apenas os dados coletados pelo primeiro par de hidrofones (modelo APC 42-1021) foram utilizados neste estudo. Este arranjo possibilitou o monitoramento efetivo de frequências de até 96 kHz (taxa de amostragem de 192 kHz), tendo sido aplicado um filtro passa-altas de 1 kHz para minimizar o ruído de arrasto e da cavitação gerada pelo navio. Foram realizadas gravações com condição de mar até cinco na escala *Beaufort*. Os sinais acústicos foram monitorados em tempo real através de espectrogramas no software *Ishmael* (versão 1.0, David Mellinger, NOAA / PMEL, 7600 Sand Point Way NE, Seattle, WA). A confirmação da presença de *T. truncatus* e da ausência de qualquer outra espécie de odontoceto nas duas abordagens foram realizadas de forma visual por três observadores posicionados a aproximadamente sete metros de altura.

D. Seleção e análise dos assobios

Considerando os diferentes conjuntos de equipamentos utilizados nos registros acústicos dos ecótipos costeiro e oceânico, a faixa de frequência considerada para análise neste trabalho foi de 1 a 96 kHz. Foram gerados espectrogramas no programa *Raven Pro 1.5* (Cornell Laboratory of Ornithology, Cornell University, New York/E.U.A.), configurado em janela *Hamming* de 1.024 pontos e 50% de *overlap* para seleção dos assobios. Somente foram selecionados assobios que possuíam início e fim dentro da faixa de frequência analisada e que continham todos os detalhes do contorno espectral claramente visível. Os assobios sobrepostos foram selecionados somente quando foi possível individualizá-los claramente. Todos os parâmetros acústicos foram analisados considerando a frequência fundamental. Assobios sucessivos com uma distância maior que 200 milissegundos entre si foram considerados assobios individuais com base nos critérios descritos por Bazúa-Durán e Au (2002).

Para investigar as diferenças na composição e na estrutura dos assobios dos ecótipos costeiro e oceânico foram analisados os contornos espectrais e os parâmetros de frequência e tempo de cada assobio (Bazúa-Durán, 2004). Para analisar diferenças na composição do repertório de assobios entre o ecótipo costeiro e oceânico os assobios foram individualizados e classificados visualmente em seis categorias de contorno, conforme Azevedo *et al.* (2007): ascendente, descendente, descendente-ascendente (côncavo), ascendente-descendente (convexo), múltiplo (com mais de 1 ponto de inflexão) e constante (amplitude inferior a 1 kHz). O teste de qui-quadrado (X^2) foi realizado para comparar a ocorrência de cada categoria e do número de pontos de inflexão entre os ecótipos.

Sete parâmetros de frequência e duração foram extraídos de cada assobio seguindo a metodologia de Wang *et al.* (1995), Azevedo *et al.* (2007) e May-Collado e Wartzok (2008), sendo eles: frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência delta ($F\Delta$), frequência média (FM) e duração (D) (Figura 4). Os parâmetros foram mensurados utilizando a extensão *ROCCA* (*Real Time Odontocete Call Classification Algorithm*) (Oswald e Oswald, 2013), do programa *PamGuard* (Gillespie *et al.*, 2008), utilizando o classificador automatizado de assobios para o Atlântico Norte. Esta extensão possui um algoritmo capaz de extrair dezenas de parâmetros automaticamente com base no contorno individual de cada assobio, para auxiliar na classificação dos assobios para diferentes espécies de

odontocetos. Os valores médios de cada parâmetro de frequência e tempo foram comparados entre os ecótipos através do teste de *Mann-Whitney* ($p \leq 0,05$). Para verificar o potencial de distinção entre os ecótipos, bem como entre os grupos do ecótipo oceânico, a partir dos parâmetros de duração e frequência dos assobios, foram realizadas duas Análises de Função Discriminante (DFA) (Tabachnick e Fidell, 2001), ambas para os dados padronizados ($\log+1$). A primeira DFA foi realizada considerando que todos os grupos gravados na Bacia de Santos representam o ecótipo oceânico e buscou-se assim identificar o poder de diferenciação em relação ao ecótipo costeiro. A segunda DFA foi realizada considerando cada grupo do ecótipo oceânico independente, buscando-se identificar se existem outros fatores que influenciam na distinção entre os grupos além do critério de ecótipo previamente adotado. As duas DFA foram conduzidas no programa *STATISTICA v.7.1* (StatSoft Inc., USA) (StatSoft, 2005) considerando o nível de significância de $p \leq 0,05$.

III. RESULTADOS

Para o ecótipo costeiro foram gravados 11 grupos e o tamanho dos grupos variou de 2 a 7 indivíduos. As gravações foram realizadas a uma profundidade média de 3,7 metros (Tabela 1) e 149 assobios foram selecionados para a análise a partir de 03h26min13s de gravação. Para o ecótipo oceânico cinco grupos foram gravados e o tamanho dos grupos variou de 15 a 70 indivíduos; as gravações foram realizadas a uma profundidade média de 49,8 metros (Tabela 1). Foram selecionados 180 assobios para análise a partir de 01h44min25s de registros acústicos.

Tabela 1. Localização, profundidade e tamanho dos grupos gravados para os ecótipos costeiro e oceânico do Golfinho-nariz-de-garrafa *T. truncatus*.

Ecótipo	Profundidade (metros)	Tamanho do grupo	Latitude	Longitude
Costeiro	3,1	3	-28,49558	-48,78778
Costeiro	4,5	4	-28,49774	-48,76953
Costeiro	3,7	5	-28,49819	-48,78536
Costeiro	4,9	4	-28,48990	-48,78890
Costeiro	3,5	4	-28,48623	-48,78906
Costeiro	2,9	6	-28,49485	-48,78189
Costeiro	3,0	7	-28,49867	-48,78814
Costeiro	3,9	5	-28,49025	-48,78936
Costeiro	3,7	6	-28,49966	-48,78615
Costeiro	5,0	3	-28,49318	-48,78918
Costeiro	2,9	2	-28,48292	-48,78624
Oceânico	53	15	-23,20154	-43,51866
Oceânico	49	70	-24,41981	-46,71482
Oceânico	50	30	-27,28006	-48,31123
Oceânico	23	50	-25,68217	-47,97451
Oceânico	36	30	-23,49472	-44,51751

A composição do repertório de assobios foi diferente entre os ecótipos costeiro e oceânico, tanto em relação às categorias de contorno ($\chi^2=66,87$; $df=5$; $p<0,01$) quanto em relação ao número de inflexões dos assobios ($\chi^2=28,22$; $df=7$; $p<0,01$). As seis categorias de contorno foram observadas para ambos os ecótipos. Para o ecótipo costeiro (Tabela 2) a categoria “convexo” ($N=48$; 32,21%) foi a mais frequente e a “côncavo” a menos frequente ($N=12$; 8,05%). A maior parte dos assobios do ecótipo costeiro não apresentou pontos de inflexão ($N=65$, 43,6%) ou apresentou apenas um ponto de inflexão ($N=60$, 40,3%). Para o ecótipo oceânico (Tabela 3) a categoria “ascendente” ($N=94$; 52,22%) foi a categoria mais frequência e a menos frequente foi a “constante” ($N=1$; 0,56%). A maior parte dos assobios do ecótipo oceânico não apresentou pontos de inflexão ($N=112$, 62,2%), seguido por assobios com um ponto de inflexão ($N=35$, 19,4%).

Quanto à estrutura dos assobios, todos os parâmetros de frequência e a duração dos assobios do ecótipo costeiro apresentaram valores médios mais baixos (U-test, $p<0,01$) do que os assobios do ecótipo oceânico (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Estatística descritiva dos assobios do ecótipo costeiro de *Tursiops truncatus*, com os valores de média \pm desvio padrão (mínimo-máximo) da frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência delta (F Δ), frequência média (FM), duração (DUR) e o número de pontos de inflexão (PI), por categoria de contorno (parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos).

PARÂMETROS	CATEGORIAS DE CONTORNO						
	Ascendente (N=25)	Descendente (N=24)	Côncavo (N=12)	Convexo (N=48)	Múltiplo (N=24)	Constante (N=16)	Todos (N=149)
FI	8,36 \pm 2,70 (4,5-16,31)	11,36 \pm 3,81 (4,13-17,06)	7,61 \pm 1,92 (4,5-10,50)	7,96 \pm 3,16 (1,69-14,81)	8,02 \pm 2,26 (2,63-12,38)	6,00 \pm 1,65 (2,25-9,94)	8,35 \pm 3,18 (1,69-17,06)
FF	13,17 \pm 2,75 (9,00-19,88)	6,81 \pm 2,21 (3,56-12,19)	8,92 \pm 3,13 (4,88-13,69)	6,46 \pm 1,86 (3,56-11,06)	6,19 \pm 2,88 (2,06-12,38)	6,28 \pm 1,91 (2,06-10,13)	7,78 \pm 3,44 (2,06-19,88)
Fmín	8,20 \pm 2,64 (4,5-16,31)	6,66 \pm 2,18 (3,56-12,19)	6,92 \pm 1,86 (4,5-10,50)	5,80 \pm 1,75 (1,69-11,06)	4,80 \pm 1,75 (2,06-9,56)	5,87 \pm 1,73 (1,88-9,94)	6,28 \pm 2,24 (1,69-16,31)
Fmáx	13,24 \pm 2,68 (9,38-19,88)	11,72 \pm 3,34 (6,94-17,06)	10,27 \pm 2,27 (7,31-13,69)	12,33 \pm 3,59 (6,56-18,38)	13,14 \pm 2,02 (7,88-16,13)	6,52 \pm 1,82 (2,25-10,13)	11,72 \pm 3,50 (2,25-19,88)
FM	10,76 \pm 2,24 (7,23-17,24)	8,78 \pm 2,27 (5,72-13,45)	8,52 \pm 1,81 (5,86-11,11)	9,30 \pm 2,28 (5,54-14,44)	8,98 \pm 1,57 (5,72-12,18)	6,19 \pm 1,73 (2,04-10,08)	9,01 \pm 2,37 (2,04-17,24)
FΔ	5,04 \pm 2,48 (1,31-11,63)	5,05 \pm 3,18 (1,88-12,00)	3,34 \pm 1,47 (1,50-5,81)	6,53 \pm 3,47 (1,13-12,94)	8,34 \pm 2,50 (1,88-12,56)	0,64 \pm 0,79 (0,19-3,38)	5,44 \pm 3,50 (0,19-12,94)
DUR	0,25 \pm 0,09 (0,06-0,45)	0,44 \pm 0,22 (0,14-0,91)	0,37 \pm 0,19 (0,21-0,79)	0,57 \pm 0,28 (0,17-1,47)	0,88 \pm 0,31 (0,20-1,40)	0,24 \pm 0,18 (0,08-0,75)	0,49 \pm 0,32 (0,06-1,47)
PI	0	0	1	1	3,46 \pm 1,14 (2-7)	0	0,96 \pm 1,31 (0-7)

N= Número de assobios analisados. Negrito = Valores mais elevados

Tabela 3. Estatística descritiva dos assobios do ecótipo oceânico de *Tursiops truncatus* incluindo todos os grupos, com os valores de média \pm desvio padrão (mínimo-máximo) da frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência delta (F Δ), frequência média (FM), duração (DUR) e o número de pontos de inflexão (PI), por categoria de contorno (parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos).

PARÂMETROS	CATEGORIAS DE CONTORNO						
	Ascendente (N=94)	Descendente (N=17)	Côncavo (N=14)	Convexo (N=19)	Múltiplo (N=35)	Constante (N=01)	Todos (N=180)
FI	8,96 \pm 2,00 (3,00-18,18)	13,62 \pm 6,56 (5,25-26,62)	14,71 \pm 4,10 (4,68-19,68)	11,64 \pm 4,79 (3,93-24,93)	11,97 \pm 4,23 (3,75-22,31)	5,43	10,69 \pm 4,13 (3-26,62)
FF	17,73 \pm 2,53 (6,56-24,37)	8,91 \pm 4,92 (3,00-19,50)	14,30 \pm 4,44 (3,37-19,87)	10,16 \pm 2,85 (4,68-18,00)	10,67 \pm 3,10 (5,62-18,00)	5,81	14,39 \pm 4,83 (3-24,37)
Fmín	8,89 \pm 1,82 (3-15,37)	8,15 \pm 3,97 (3-15)	9,48 \pm 2,72 (3,37-12,37)	9,34 \pm 2,44 (3,75-13,31)	8,37 \pm 2,34 (3-13,12)	5,43	8,79 \pm 2,35 (3-15,37)
Fmáx	17,86 \pm 2,40 (6,56-24,37)	14,33 \pm 6,48 (6,18-26,63)	17,75 \pm 3,57 (8,63-19,88)	15,84 \pm 4,56 (5,43-28,12)	15,62 \pm 3,82 (8,25-22,31)	6,18	16,66 \pm 3,85 (5,43-28,13)
FM	13,24 \pm 1,40 (4,48-18,01)	10,55 \pm 4,61 (4,59-17,43)	11,58 \pm 3,03 (4,81-14,41)	13,05 \pm 3,02 (4,57-16,37)	11,55 \pm 2,76 (5,29-15,79)	5,84	12,46 \pm 2,67 (4,48-18,01)
FΔ	8,97 \pm 3,23 (1,12-16,12)	6,18 \pm 3,69 (1,50-14,25)	6,26 \pm 2,16 (2,06-9,93)	6,50 \pm 3,79 (1,68-19,87)	7,25 \pm 2,82 (1,68-12,75)	0,75	7,85 \pm 3,40 (0,75-19,87)
DUR	0,83 \pm 0,30 (0,17-1,48)	1,20 \pm 1,14 (0,26-3,92)	0,77 \pm 0,85 (0,10-2,97)	0,76 \pm 0,34 (0,34-1,57)	1,51 \pm 1,05 (0,32-5,50)	1,78	0,99 \pm 0,72 (0,10-5,50)
PI	0	0	1	1	2,91 \pm 1,06 (2-5)	0	0,75 \pm 1,22 (0-6)

N= Número de assobios analisados. Negrito = Valores mais elevados.

De acordo com a DFA, os parâmetros acústicos dos assobios permitiram diferenciar de forma significativa os dois ecótipos (Wilks' $\lambda = 0,386$; $F(7,321) = 72,748$; $p < 0,001$). A matriz de classificação apresentou 91,2% de classificação correta, sendo que o sucesso de classificação dos assobios do ecótipo oceânico (91,7%) foi sutilmente superior ao dos assobios do ecótipo costeiro (90,6%). Os parâmetros de duração ($F = 179,867$; $p < 0,001$) e frequência final ($F = 28,475$; $p < 0,001$) foram os principais responsáveis pela diferenciação dos ecótipos (Tabela 4).

Tabela 4: Análise de função discriminante dos parâmetros acústicos dos assobios dos ecótipos costeiro e oceânico de *Tursiops truncatus* e coeficientes da análise canônica para os valores dos parâmetros frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência média (FM), frequência delta (F Δ) e duração (DUR). Parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos (* valores significativos).

	Wilks' λ	F (7,321)	p	Coeficiente da variável canônica
FI	0,388	1,236	0,267	-0,166
FF	0,421	28,475	0,000*	-0,748
Fmín	0,391	3,340	0,069	-0,439
Fmáx	0,387	0,141	0,708	-0,131
FM	0,387	0,569	0,451	0,225
FΔ	0,387	0,097	0,756	0,058
DUR	0,603	179,867	0,000*	-0,965

Ao considerar cada grupo do ecótipo oceânico de forma independente, buscando identificar os parâmetros que influenciam na distinção entre os grupos, a DFA mostrou a existência de uma variação significativa entre os assobios dos diferentes grupos do ecótipo oceânico, mantendo ainda a diferenciação do ecótipo costeiro (Wilks' $\lambda = 0,089$; $F(35,133) = 29,536$; $p < 0,001$). A primeira variável canônica agregou 55% da variação dos dados, mas com o incremento da segunda (27%) a variação dos dados foi explicada em 82%. A matriz de classificação apresentou um sucesso de 84,2%, sendo que o sucesso de classificação dos assobios do ecótipo costeiro (91,9%) foi levemente superior do que aquele obtido na primeira DFA. Já para os grupos do ecótipo oceânico a matriz apresentou o maior sucesso de classificação para o grupo A65 (94,1%), seguido pelos grupos A30 (91,6%), A184 (68,3%), A89 (66,7%) e A78 (41,7%). Os parâmetros de duração ($F = 53,801$; $p < 0,001$) e frequências inicial ($F = 8,955$; $p < 0,001$), final ($F = 14,749$; $p < 0,001$), mínima ($F = 2,482$; $p < 0,032$) e máxima ($F = 2,309$; $p < 0,044$) contribuíram significativamente para a diferenciação entre os grupos. Porém, observando os

coeficientes da variação canônica, vemos que a duração e a frequência final foram as principais responsáveis pela variação (Tabela 5), assim como na primeira DFA.

Tabela 5: Análise de função discriminante dos parâmetros acústicos dos assobios de cada grupo do ecótipo oceânico e do ecótipo costeiro do golfinho-nariz-de-garrafa *Tursiops truncatus* e os coeficientes da análise canônica para os valores dos parâmetros frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência média (FM), frequência delta (FΔ) e duração (DUR). Parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos (* valores significativos).

	Wilks' λ	F (35,133)	p	Coeficientes de variação canônica	
				Variável 1	Variável 2
FI	0,102	8,955	0,000*	0,253	-0,055
FF	0,111	14,749	0,000*	-0,671	-0,325
Fmín	0,093	2,482	0,032*	-0,162	-0,179
Fmáx	0,093	2,309	0,044*	-0,584	0,535
FM	0,092	1,596	0,161	0,007	0,446
FΔ	0,091	1,139	0,339	0,182	-0,240
DUR	0,166	53,801	0,000*	-0,435	-0,929

O grupo A65 do ecótipo oceânico foi o mais distinto, tanto dos demais grupos oceânicos quanto do ecótipo costeiro. A frequência final dos assobios foi a principal responsável pela diferenciação dos grupos oceânicos no eixo horizontal e, portanto, permitiu diferenciar os ecótipos costeiro e oceânico. A duração dos assobios do grupo A65 foi maior do que todos os demais grupos do ecótipo oceânico e do ecótipo costeiro, sendo a principal variável responsável pela diferenciação deste grupo dos demais (Figura 2).

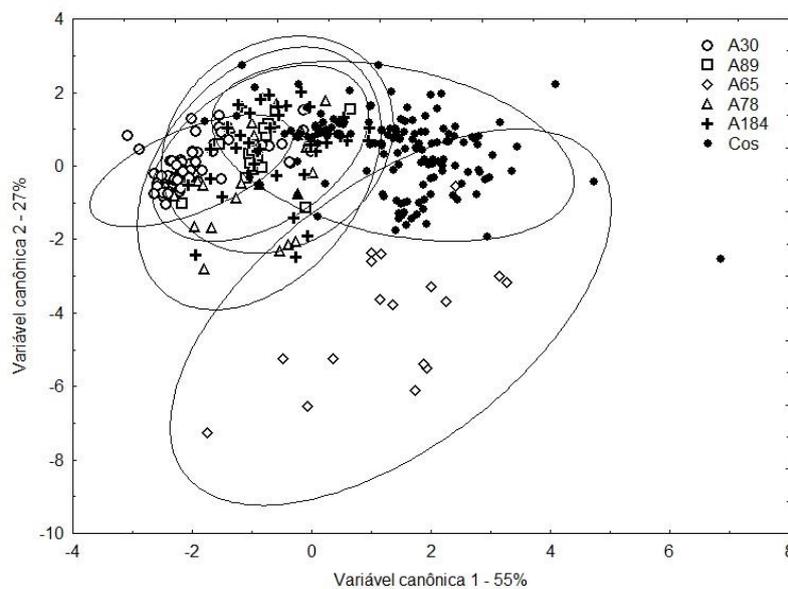


Figura 2. Análise de função discriminante dos parâmetros acústicos dos assobios do ecótipo

costeiro e de cada grupo do ecótipo oceânico do golfinho-nariz-de-garrafa *Tursiops truncatus* e os coeficientes da análise canônica. Eixo x = Frequência final; eixo y = Duração.

IV. DISCUSSÃO

A predominância de assobios sem pontos de inflexão, ou com apenas um ponto para ambos ecótipos, seguiu o padrão já descrito para *T. truncatus* em outras regiões do mundo como no Golfo do México (Ding *et al.*, 1995), no estuário de Shannon, EUA (Hickey *et al.*, 2009) e no Brasil, em Tramandaí no Rio Grande do Sul (Hoffmann, 2004). Esta predominância já foi descrita para outros delfinídeos, como o golfinho-rotador *Stenella longirostris* (Norris *et al.*, 1994), e o boto-cinza *Sotalia guianensis*, na Baía de Guanabara (Azevedo e Simão, 2002). A composição do repertório de assobios do ecótipo costeiro no CLSIM é decorrente da estrutura social e das estratégias de forrageio, segundo Romeu *et al.* (2017) a categoria “ascendente” foi a mais frequente nos botos não cooperativos, enquanto que assobios “côncavos”, “múltiplos” e “constantes” foram mais frequentes para os botos cooperativos, ambos durante o forrageio. Contudo, ao analisarmos a composição dos assobios desta população excluindo as áreas de pesca cooperativa e independente do comportamento dos grupos, a categoria “convexo” foi a mais frequente para o ecótipo costeiro. Para o ecótipo oceânico a categoria “constante” foi a menos frequente, corroborando com o observado para espécie na plataforma continental e talude sul brasileiro por Duque (2017).

Quanto a estrutura, todos os valores médios de frequência e tempo foram significativamente menores para o ecótipo costeiro, com valores semelhantes aos descritos para outras populações estuarinas no Sul do Brasil. Porém, a frequência final e a duração dos assobios no CLSIM mostraram-se mais semelhantes aos encontrados para a espécie em Tramandaí (Hoffmann, 2004), do que na Lagoa dos Patos (Azevedo, 2007) (Tabela 6). A utilização de frequências mais baixas em regiões costeiras estuarinas também foi descrita por Ding *et al.* (1995) no Golfo do México. No Brasil, os ecótipos costeiro e oceânico são geneticamente distintos e seguem trajetórias evolutivas discretas, ou seja, com pouca conectividade histórica e atual (Fruet *et al.*, 2017). As poucas variações observadas com base nos valores médios dos parâmetros das demais populações costeiras estuarinas do sul do Brasil parecem estar mais relacionadas as características físicas do habitat, da ausência de predadores naturais nessas regiões e ao intercâmbio de indivíduos entre as áreas, conforme observado por May-Collado e Wartzok (2008) para *T. truncatus* no Oceano Atlântico. Ding *et al.* (1995), associaram as variações nos

assobios entre populações de *T. truncatus* à distância entre elas, sendo que variações menores foram encontradas em populações vizinhas na costa do Texas, EUA, devido a possibilidade de movimentos interpopulacionais. Em contrapartida as variações nos parâmetros de frequência foram maiores entre as populações amplamente separadas na Argentina, México, Japão, Austrália Ocidental e EUA (Texas) (Ding *et al.*, 1995). Neste contexto, deslocamentos de indivíduos entre populações costeiras do Atlântico Sul já foram registrados com base na foto-identificação, sendo que indivíduos da Lagoa dos Patos foram avistados a 314 km de distância, próximo a barra de Tramandaí (Möller *et al.*, 1994) e a 250 km ao sul da foz da Lagoa dos Patos, em águas costeiras do Uruguai (Laporta *et al.*, 2010). A entrada de indivíduos em regiões estuarinas foi registrada no Rio Grande do Sul nas localidades de Mampituba, Tramandaí e na Lagoa dos Patos (Castello e Pinedo, 1977; Simões-Lopes, 1991; Tabajara, 1991;). Contudo, é necessário que se analise estatisticamente também através de uma DFA os repertórios de assobios entre as populações costeiras do sul do Brasil.

Quanto a estrutura, os assobios com parâmetros mais elevados observados para o ecótipo oceânico, pode estar relacionado à falta de barreiras físicas no ambiente oceânico aumentando a eficiência do sinal entre o grupo, logo, a formação de grupos sociais a fluidez dos grupos e as características estruturais da comunidade, que podem ser fatores mais importantes nas variações dos repertórios de assobios do que as características físicas do habitat (Janik, 2000), como observado por Bazúa-Durán (2004) para *T. truncatus* no Golfo do México e para o golfinho-rotador *Stenella longirostris* na costa do Havaí. Considerando a existência de variação dos assobios entre os grupos, é necessário que aumente o número amostral para que se compreenda melhor essa variação, uma vez que os assobios possuem características intrínsecas que possibilitam o reconhecimento espécie-específica como descrito por Steiner (1981) e Rendell *et al.* (1999). No Atlântico Sul *T. truncatus* possui elevada variabilidade genética (Costa *et al.*, 2015; Fruet *et al.*, 2014; 2017), que também deve ser analisada como um fator a influenciar na variação do repertório de assobios.

De maneira geral em uma ampla escala, os valores médios de frequência inicial e final, mínima e máxima, e frequência delta descritos neste trabalho para os ecótipos costeiro e oceânico foram maiores do que os descritos para *T. truncatus* no Atlântico Norte, no Canadá e na Inglaterra (Steiner, 1981; Rendell *et al.*, 1999). A duração média dos assobios do ecótipo costeiro (0,49s) foi menor do que os valores descritos para

Atlântico Norte, no Canadá (0,62s - 0,71s) (Steiner, 1981; Rendell *et al.*, 1999) e na Inglaterra (0,70s), enquanto que a duração média dos assobios do ecótipo oceânico (0,99s) foi maior do que as descritas para o Atlântico Norte. O número médio de pontos de inflexão dos assobios do ecótipo costeiro (0,96) ficou entre os valores descritos para a espécie no Canadá (0,39) (Rendell *et al.*, 1999) e (1,01) descrito por Steiner (1981) e próximo do descrito na Inglaterra (1,11 kHz) (Rendell *et al.*, 1999). Já para o ecótipo oceânico o número médio de pontos de inflexão (0,75) foi menor do que o descrito no Canadá (1,01) (Steiner, 1981) e na Inglaterra (1,11) (Rendell *et al.*, 1999).

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variação dos parâmetros de frequência, duração e pontos de inflexão, subsidiam a necessidade de se desenvolver um classificador automatizado que considere não só a grande área do Atlântico Sul ocidental, mais também a variação taxonômica da espécie nesta região. Os resultados aqui descritos indicam que os assobios do ecótipo costeiro no CLSIM possuem características estruturais mais semelhantes as descritas para outras populações estuarinas no Sul do Brasil e mais distintas dos assobios do ecótipo oceânico, indicando que às características do habitat pode ser o principal fator que regula o repertório de assobios do ecótipo costeiro. Quanto ao ecótipo oceânico os resultados aqui descritos indicam que não há um padrão acústico associado ao ambiente, uma vez que foram encontradas variações entre os grupos oceânicos. Desta forma, os fatores sociais, genéticos e estruturais dos grupos oceânicos podem contribuir mais para a variação do repertório de assobios do que as características do habitat.

Tabela 6. Estatística descritiva com os valores de média \pm desvio padrão (mínimo-máximo) em estudos prévios e neste estudo para os parâmetros frequência inicial (FI), frequência final (FF), frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência delta (F Δ), frequência média (FM), duração (DUR) e o número de pontos de inflexão (PI), para cada região. (Parâmetros de frequência em kHz e duração em segundos). *N*= Número de assobios analisado. CLSIM = Complexo Lagunar Santo-Antônio-Imaruí-Mirim; ASPSP = Arquipélago de São Pedro e São Paulo; PCTSB = Plataforma continental e talude sul Brasileiro.

Parâmetros	Lagoa dos Patos (Azevedo <i>et al.</i> , 2007)	Tramandaí (Hoffmann, 2004)	CLSIM (Este trabalho)	PCTSB (Duque, 2017)	Bacia de Santos (Este trabalho)	Rio de Janeiro (Lima <i>et al.</i> , 2016)	ASPSP (Hoffmann <i>et al.</i> , 2012)
N	788	1,768	149	284	180	91	720
FI	8,28 \pm 3,11 (3,1-20,8)	5,64 \pm 1,77 (1,73-15,81)	8,35 \pm 3,18 (1,69-17,06)	12,34 \pm 3,36 (5,73-21,95)	10,69 \pm 4,13 (3-26,62)	12,3 \pm 3,5 (6,8-24,1)	9,82 \pm 5,13 (* -24)
FF	8,37 \pm 3,70 (2,8-22,3)	8,59 \pm 2,80 (1,38-17,15)	7,78 \pm 3,44 (2,06-19,88)	13,26 \pm 3,64 (6,43-22,87)	14,39 \pm 4,83 (3-24,37)	13,2 \pm 4,5 (3,7-27,4)	*
Fmín	5,96 \pm 2,15 (1,2-17,2)	4,72 \pm 1,08 (1,38-10,39)	6,28 \pm 2,24 (1,69-16,31)	10,19 \pm 2,65 (5,03-20,06)	8,79 \pm 2,35 (3-15,37)	9,9 \pm 2,9 (3,7-18,4)	6,40 \pm 2,07 (* -17,41)
Fmáx	12,21 \pm 3,20 (3,6-22,3)	10,37 \pm 23,13 (3,03-17,15)	11,72 \pm 3,50 (2,25-19,88)	15,71 \pm 0,03 (9,26-23,91)	16,66 \pm 3,85 (5,43-28,13)	17,3 \pm 4,3 (8,8-33,1)	15,03 \pm 3,43 (* -24)
FM	8,70 \pm 2,15 (3,5-18,0)	*	9,01 \pm 2,37 (2,04-17,24)	*	12,46 \pm 2,67 (4,48-18,01)	12,7 \pm 2,8 (6,1-22,0)	*
FΔ	6,25 \pm 3,34 (0,1-16,6)	5,64 \pm 2,35 (0,95-12,62)	5,44 \pm 3,50 (0,19-12,94)	5,53 \pm 2,74 (0,88-14,33)	7,85 \pm 3,40 (0,75-19,87)	7,4 \pm 4,2 (1,3-21,7)	8,63 \pm 3,01 (* -18,70)
DUR	0,55 \pm 0,39 (0,04-2,45)	0,39 \pm 0,26 (0,04-1,93)	0,49 \pm 0,32 (0,06-1,47)	0,46 \pm 0,31 (0,04-1,71)	0,99 \pm 0,72 (0,10-5,50)	0,80 \pm 0,63 (0,10-2,59)	0,80 \pm 0,40 (* -2,72)
PI	1,42 \pm 1,85 (0-14)	*	0,96 \pm 1,31 (0-7)	1,88 \pm 2,01 (0-18)	0,75 \pm 1,22 (0-5)	1,4 \pm 1,6 (0-8)	*

N= Número de assobios analisado. * = Valores não apresentados pelos autores.

REFERÊNCIAS

- Ansmann, I. C.; Goold, J. C.; Evans, P. G. H.; Simmonds, M. P.; Keith, S. G. (2007). Variation in the whistle characteristics of short-beaked common dolphins, *Delphinus delphis*, at two locations around the British Isles. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **87**, p. 19 – 26.
- Azevedo A.F., Van Sluys M. (2005). Whistles of tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil: Comparisons among populations. *J. Acoust. Soc. Am.* **117** (3), 1456-1464.
- Azevedo, A.; Rosa, L.; Lailson-Brito, J. (2007). Characteristics of whistles from resinose bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in southern Brazil. *J. Acoustical Society of America*. p.2978-2983.
- Azevedo, A.F. e S.M. Simão. (2002). Whistles produced by marine Tucuxi Dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. *Aquatic Mammals*. **28**, (3);261-266.
- Bazúa-Duran, C. e Au, W.W.L. (2004). Geographic variations in the whistles of spinner dolphins (*Stenella longirostris*) of the main Hawaiian Islands. *Journal of the Acoustical Society of America*, **116**, 3757–3769.
- Bazúa-Durán, C. (2004). “Differences in the whistle characteristics and repertoire of Bottlenose and Spinner Dolphins,” *An. Acad. Bras. Cienc.* **76**, 386–392.
- Bazúa-Durán, C. e Au, W. W. L. (2002). The whistles of Hawaiian Spinner Dolphins. *J. Acoust. Soc. Am.* **112**, 3064-3072.
- Bazúa-Durán, C. e Au, W. W. L. (2004). “Geographic variations in the whistles of spinner dolphins (*Stenella longirostris*) of the Main Hawaiian Islands,” *J. Acoust. Soc. Am.*, **116**, 3757-3769.
- Campos, E.J.D.; Miller, J.L.; Muller, T.J. e Peterson, R.G. (1995). Physical oceanography of the Southwest Atlantic Ocean. *Oceanography*, **8**, 87–91.
- Castello, H.P. and Pinedo, M.C. (1977) Botos na Lagoa dos Patos. *Natureza em Revista* **12**, 46-49.
- Conceição, A. M. (2008). Registros de avistagens de *Tursiops truncatus* na costa brasileira. B.Sc. Thesis. Faculdades Integradas Maria Thereza. Niterói, RJ, Brazil. 49 pp.
- Costa, A. P. B., Rosel, P. E., Daura-Jorge, F. G., Simões-Lopes, P. C. (2016). Offshore and coastal common bottlenose dolphins of the western South Atlantic face-to-face: What the skull and the spine can tell us. *Marine Mammal Science*, **32**, 1433–1457.
- Costa, A.P.B., Fruet, P., Daura-Jorge, F., Simões-Lopes, P.C., Ott, P.H., Valiati, V.H. and Oliveira, L. (2015). Bottlenose dolphin communities from the southern Brazilian coast: Do they exchange genes or are they just neighbors? *Marine and Freshwater Research* 66(12): 1201–1210. <http://dx.doi.org/10.1071/MF14007>
- Cremer, M. J., A. S. Barreto, F. A. S. Hardt, A. J. Tonello Junior and R. Mounayer. (2009). Cetacean occurrence near an offshore oil platform in southern Brazil. *Biotemas* **22**, 247– 251.
- Dalla-Rosa, L. (1999). Estimativa do tamanho da população de botos, *Tursiops truncatus*, do estuário da Lagoa dos Patos, RS, a partir da foto-identificação de indivíduos com marcas naturais e da aplicação de modelos de marcação-recaptura. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil.
- Daura-Jorge, F. G. (2011). Quantos? Onde? Como? Múltiplos aspectos ecológicos de uma população do boto-da-tainha (*Tursiops truncatus*) em Laguna, sul do Brasil: implicações para a conservação. PhD Thesis, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Daura-Jorge, F. G., Cantor, M., Ingram, S. N., Lusseau, D., and Simões-Lopes, P. C. (2012). “The

structure of a bottlenose dolphin society is coupled to a unique foraging cooperation with artisanal fishermen,” *Biol. Lett.*, **8**, 702–705.

Daura-Jorge, F. G., Ingram, S. N., and Simões-Lopes, P. C. (2013). “Seasonal abundance and adult survival of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a community that cooperatively forages with fishermen in southern Brazil.” *Mar. Mammal Sci.*, **29**, 293–311.

Di Tullio, J. C.; Gandra, T. B. R.; Zerbini, A. R.; SECCHI, E. R. (2016). Diversity and distribution patterns of cetaceans in the subtropical Southwestern Atlantic outer continental shelf and slope. *PLoS ONE*, **11**.

Ding, W.; Würsig B., Evans, W.E. (1995). Whistles of bottlenose dolphins: Comparisons among populations. *Aquat. Mamm.* **21**, 65–77.

Duque, B. R. (2017). Grupo misto de *Globicephala melas* e *Tursiops truncatus* classificação e caracterização dos assobios registrados no Oceano Atlântico Sul, Brasil. Dissertação de mestrado Universidade Federal de Juiz de Fora - Minas Gerais. 61 p.

Fruet P.F.; Secchi, E.R.; Daura-Jorge, F.; Vermeulen, E.; Flores, P.A.C.; Simões-Lopes, P.C.; Genoves, R.C.; Laporta, P.; Di Tullio, J.C.; Freitas, T.R.O.; Dalla Rosa, L.; Valiati, V.H.; Beheregaray, L.B.; Möller, L.M. (2014). Remarkably low genetic diversity and strong population structure in common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from coastal waters of the Southwestern Atlantic Ocean. *Conserv Genet.* **15**, 879–895. DOI 10.1007/s10592-014-0586-z

Fruet, P.F.; Secchi, E.R.; Di Tullio, J.C.; Simões-Lopes, P.C.; Daura-Jorge, F.; Costa, A.P.B.; Vermeulen, E.; Flores, P.A.C.; Genoves, R.C.; Laporta, P.; Beheregaray, L.B.; Möller, L.M. (2017). Genetic divergence between two phenotypically distinct bottlenose dolphin ecotypes suggests separate evolutionary trajectories. *Ecology and Evolution.* **1–13**. DOI: 10.1002/ece3.3335

Gillespie, D.; GOrdon, J.; Mchugh, R.; McLaren, D.; Mellinger, D. K.; Redmond, P.; Thode, A.; Trinder, P. e Deng, X. Y. (2008). PAMGUARD: semiautomated, open source software for real-time acoustic detection and localization of cetaceans. *Proceedings of the Institute of Acoustics* **30**, 9.

Goodall, R.N.P., Marchesi, M.C., Pimper, L.E., Della Bianca, N., Benegas, L.G., Torres, M.A. and Riccialdelli, L. (2011). Southernmost records of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Polar Biology* **34**, (7): 1085-1090. <http://doi.org/10.1007/s00300-010-0954-1>

Hammond, P.S., Bearzi, G., Bjorge, A., Forney, K. A, Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, WF, Scott, M.D., Wang, J.Y., Wells, R.S., e Wilson, B. (2012). *Tursiops truncatus*. Lista Vermelha da IUCN de Espécies Ameaçadas 2012: e.T22563A17347397. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T22563A17347397.en> . Dados de 15 de junho de 2017.

Hawkins, E. R., and Gartside, D. F. (2010). “Whistle emissions of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) differ with group composition and surface behaviors,” *J. Acoust. Soc. Am.*, **127**, 2652–63.

Hersh, S. L. e Duffield, D. A., (1990). Distinction between Northwest Atlantic Offshore and Coastal Bottlenose Dolphins Based on Hemoglobin Profile and Morphometry. pp. 129-139 56 In S. Leatherwood e R. R. Reeves (eds.) *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego, 635 pp.

Herzing, D. L. (2000). “Acoustics and social behavior of wild dolphins: implications for a sound society,” in *Hearing in whales and dolphins*, edited by W. W. L. Au, A. N. Popper, and R. R. Fay (Springer-Verlang, New York), pp. 225-272.

Hickey, R.; S. Berrow e J. Goold. (2009). Towards a bottlenose dolphin whistle ethogram from

the Shannon Estuary, Ireland. *Biology and Environment: Proceed. Roy. Irish Acad.* **109** (2):89–94.

Hoffmann, L. S. (2004). Um estudo de longa duração de um grupo costeiro de golfinhos *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea, Delphinidae) no sul do Brasil: Aspectos de sua biologia e bioacústica Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 290.

Hoffmann, L.S., Ferlin, E., Fruet, P.F., Genovês, R.C., Valdez, F.P., Di tullio, J., Caon, G., Freitas, R.T. (2012). Whistles of Bottlenose Dolphins: Group Repertoires and Geographic Variations in Brazilian Waters. In: Popper A.N., Hawkins A. (eds) *The Effects of Noise on Aquatic Life. Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. **730**. Springer, New York, NY.

Jacobs, M., Nowacek, D. P., Gerhart, D. J., Cannon, G., Nowicki, S.; Forward JR, R. B. (1993). Seasonal changes in vocalizations during behavior of the Atlantic bottlenose dolphin – *Estuaries*, **16**, p. 241 – 246.

Janik, V., and Slater, P. (1998). “Context-specific use suggests that bottlenose dolphin signature whistles are cohesion calls,” *Anim. Behav.*, **56**, 829–838.

Janik, V.M. (2000). Whistles matching in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Science*. **289**,1355-1357.

Jones, G.J. e Sayigh, L.S. (2002). Geographic variation in rates of vocal production of free-ranging bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science*, **18**, 384–393.

Laporta, P., Martins, C.C.A., Lodi, L., Domit, C., Vermeulen, E. and Di tullio, J.C. (2016). Report of the Working Group on Habitat Use of *Tursiops truncatus* in the Southwest Atlantic Ocean. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* **11**, (1-2): 47-61. <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00215>

Leatherwood, S. e Reeves, R.R. (Eds.). (1990). *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego.

Lima, I.M.S., Andrade, L.G., Bittencourt, L. Bisi, T. L. Flach, L., Lailson-Brito, J.J., Azevedo, A.F. (2016). Whistle comparison of four delphinid species in southeastern Brazil. *J. Acoust. Soc. Am.* **139**,124–127.

Lodi, L., Domit, C., Laporta, P., Di Tullio, J.C., Martins, C.C.A. and Vermeulen, E. (2016) Report of the Working Group on the Distribution of *Tursiops truncatus* in the Southwest Atlantic Ocean. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, **11**, 1-2: 29-46. <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00214>

Macedo, J. M. (1989). Evolução tectônica da Bacia de Santos e áreas continentais adjacentes. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. **3**, n. 3, p. 159-173.

May-collado, L. J.; Wartzok, D. (2008). Comparação de assobios de golfinhos de Bottlenose no oceano Atlântico: fatores que promovem a variação do apito, *Journal of Mammalogy*, Volume **89**, edição 5, 229-1240, <https://doi.org/10.1644/07-MAMM-A -310.1>

Meurer, A. Z. e S. A. Netto. (2007). Seasonal dynamics of benthic communities in a shallow sublittoral site of Laguna estuarine system (South Brazil). *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* **11**, 53–62.

Möller, L. M., P. C. Simões-Lopes, E. R. Secchi e A. N. Zerbini. (1994). Uso de fotoidentificação no estudo do deslocamento de botos, *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae) na costa sul do Brasil. Páginas 5-8 in *Actas da 6a Reunião de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul*, Florianópolis, SC, Brasil.

Moreira, J. L. P.; Madeira, C. V.; Gil, J. A.; Machado, M. A. P. (2007). Bacia de Santos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. **15**, n. 2, p. 531-549.

- Morisaka, T., Shinohara, M., Nakahara, F., and Akamatsu, T. (2005). "Effects of ambient noise on the whistles of Indo-Pacific bottlenose dolphins populations," *J. Mammal.*, **86**, 541 – 546.
- Moron, J.R.; Amarin, T.O.S.; Sucunza, F.; Castro, F.R.; Rossi-Santos, M.; Andriolo, A. (2015) Spinner dolphin whistle in the Southwest Atlantic Ocean: Is there a geographic variation? (*L*). *Journal of the Acoustical Society of America*. **138**, p. 2495-2498.
- Norris, K.S; Wursig, B.; Wells, R.S. e Wursing, M. (1994). The Hawaiian spinner dolphin, *Stenella longirostris*. *Fisheries Bulletin*, **77**, (4):821-849.
- Oswald, J.N., e M. Oswald. (2013). ROCCA (Real time Odontocete Call Classification Algorithm) User's Manual Prepared for Naval Facilities Engineering Command Atlantic, Norfolk, Virginia under HDR Environmental, Operations and Construction, Inc Contract No. CON005 4394009, Subproject 164744, Task Order 03, Agreement #105067 Prepared by BioWaves, Inc., Encinitas, California.
- Ott, P.H., Tavares, M., Moreno, I.B., Oliveira, L.R. and Danilewicz, D. (2009). Os cetáceos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. Pages 283-300 in Mohr, L.V., Castro, J.W.A., Costa, P.M.S. and Alves, R.J.V. (Eds) *Ilhas Oceânicas Brasileiras: da pesquisa ao manejo*. v. 2 Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, Brazil. 502 pp.
- Papale, E., Azzolin, M., Cascão, I., Gannier, A., Lammers, M. O., Martin, V. M., Oswald, J., Perez-Gil, M., Prieto, R., Silva, M. A., and Giacoma, C. (2013). "Acoustic divergence between bottlenose dolphin whistles from the Central–Eastern North Atlantic and Mediterranean Sea," *Acta. Ethol.*, **17**, 155–165.
- Pinedo, M.C., Rosas, F.W. e Marmontel, M. (1992). Cetáceos e Pinípedes do Brasil – Uma revisão dos registros e guia para identificação das espécies. *Ethology International journal of behavioural biology* .Volume **123**, p. 906-915. DOI:10.1111/eth.12665
- Projeto executivo do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos; Disponível em https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/carousel_images/projeto_executivo_do_projeto_de_monitoramento_de_cetaceos.pdf 2015. Acesso em 20 de março de 2016.
- Rendell, L. E., Matthews, J. N., Gill, A., Gordon, J. C. D., and Macdonald, D. W. (1999). "Quantitative analysis of tonal calls from five odontocete species, examining interspecific and intraspecific variation," *J. Zool. Lond.*, **249**, 403–410.
- Reynolds, J.E.; Wells, R.S. e Eide, S.D. (2000). *The bottlenose dolphin: biology and conservation*. Gainesville, University Press of Florida, 288 pp.
- Romeu, B.; Cantor, M.; Bezamat, C.; Simões-Lopes, P.C.; Daura-Jorge, F. (2017). Bottlenose dolphins that forage with artisanal fishermen whistles differently.
- Ross, G. J. B. e Cockroft, V. G. (1990). Comments on Australian bottlenose dolphins and the taxonomic status of *Tursiops aduncus* (Ehrenberg, 1832), pp. 101-128 In S. Leatherwood e R. R. Reeves (eds) *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego, EUA. 635pp.
- Rossi-Santos, M., and Podos, J. (2006). "Latitudinal variation in whistle structure of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis*," *Behaviour*, **143**, 347–364.
- Simões-Lopes, P. C. (1991). "Interaction of coastal populations of *Tursiops truncatus* with the mullet artisanal fisheries in southern Brazil," *Biotemas*, **4**, 83–94.
- Simões-Lopes, P. C. (1996). Offshore and coastal bottlenose dolphins on southern Brazil: preliminary comparisons on coloration. Resúmenes de la 7a Reunión de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur, Viña del Mar, Chile, 22 a 25 de Outubro, 1996. p. 84.
- Simões-Lopes, P. C., e Fabian M. E. (1999). Residence patterns and site fidelity in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Montagu) (Cetacea, Delphinidae) off southern Brazil. *Revista*

Brasileira de Zoologia **16**, 1017–1024.

Simões-Lopes, P. C., Fábio, M. E., and Menegheti, J. O. (1998). “Dolphin interactions with the mullet artisanal fishing on southern Brazil,” *Rev. Bras. Zool.*, **15**, 709–726.

SisPMC - Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos. Disponível em <http://sispmc.socioambiental.com.br> acesso em 08 de janeiro de 2018.

Steiner, W. (1981). Species-specific differences in pure tonal whistles vocalizations of five western north Atlantic dolphin species. *Behavioral ecological Sociobiology*. **9**, 241-246.

Tabachnick, B. G., e Fidell, L. S. (2001). *Using multivariate statistics* (4th ed.). Needham, MA: Allyn e Bacon.

Tabajara, L. (1991). Aspectos da relação pescador-boto-tainha no estuário do rio Tramandaí. Prefeitura Municipal de Tramandaí.

Walker, W.A., (1981). Geographical variation in morphology and biology of bottlenose dolphins (*Tursiops*) in the eastern North Pacific. National Marine Fisheries Service, Southwest Fisheries Center. Technical Report L J- 81- 03C, 45 pp.

Wang, D.; Würsig, B.; Evans, W. (1995). Whistles of bottlenose dolphins: Comparisons among populations. *Aquatic Mammal*, **21**, p. 65 – 77.

Watwood, S. L., Tyack, P. L., and Wells, R. S. (2004). “Whistle sharing in paired male bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*,” *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **55**, 531 – 543.

Wells, R.; Scott, M.D. (1999). Bottlenose dolphin - *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). In: Ridgway, S.H.; Harrison, S.R. (Eds.). *Handbook of Marine Mammals 6: The second book of dolphins and porpoises*. p. 137-182.

Wickert, J. C., S. M. Von Eye, L. R. Oliveira. and I. B. Moreno. (2016). Revalidation of *Tursiops gephyreus* Lahille, 1908 (Cetartiodactyla: Deplhinidae) from the southwestern Atlantic Ocean. *Journal of Mammalogy*. **97**, 1728-1737.

Zerbini, A.N., Secchi, E.R., Bassoi, M., Dalla-Rosa, L., Higa, A., Sousa, L., Moreno, I.B., Moller, L. e Caon, G. (2004). Distribuição e abundância relativa de cetáceos na plataforma continental externa e talude da Zona Econômica Exclusiva no sul e Sudeste do Brasil: Resultados preliminares e perspectivas futuras. Volume Especial Avaliação de Recursos Naturais da Zona Econômica Exclusiva do Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Brasil.

AUTORIZAÇÃO

Nome do autor: Ana Kássia de Moraes Alves

RG: 9172831

Título da Dissertação: **COMPARAÇÃO DOS ASSOBIOS DOS ECÓTIPOS OCEÂNICO E COSTEIRO DE *Tursiops truncatus* NO SUDESTE-SUL DO BRASIL**

Autorizo a Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, através da Biblioteca Universitária, disponibilizar cópias da dissertação de minha autoria.

Joinville, 28 de fevereiro de 2019.



Assinatura do aluno