

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ACÚSTICO DE BALEIAS CACHALOTE  
(*Physeter macrocephalus*) NAS ÁGUAS BRASILEIRAS DO OCEANO  
ATLÂNTICO OCIDENTAL**

**MARIANA DE BRITTO ABRAHÃO**

**Jaboticabal - SP  
2022**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ACÚSTICO DE BALEIAS CACHALOTE  
(*Physeter macrocephalus*) NAS ÁGUAS BRASILEIRAS DO OCEANO  
ATLÂNTICO OCIDENTAL**

**Mariana de Britto Abrahão**

**Orientadores: Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte e  
Prof. Dr. Artur Andriolo  
Co-orientador: Dr Thiago Orion Simões Amorim**

Trabalho de Conclusão de Curso (Estágio curricular em iniciação científica e extensão veterinária) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Medicina Veterinária.

Jaboticabal - SP  
1º Semestre/2022

A159a	<p>Abrahão, Mariana de Britto</p> <p>Análise do comportamento acústico de baleias cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>) nas águas brasileiras do Oceano Atlântico ocidental / Mariana de Britto Abrahão. -- Jaboticabal, 2022</p> <p>28 p.</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: José Mauricio Barbanti Duarte</p> <p>Coorientador: Artur Andriolo</p> <p>1. Cetáceo. 2. Baleias. 3. Comportamento social dos animais. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DEPARTAMENTO: ZOOTECNIA

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Análise do comportamento acústico de baleias cachalote (*Physeter macrocephalus*) nas águas brasileiras do Oceano Atlântico ocidental

ACADÊMICO: Mariana de Britto Abrahão

CURSO:  
Medicina  
Veterinária

ORIENTADOR (ES): Prof. Dr. Maurício Barbanti Duarte, Prof. Dr. Artur Andriolo

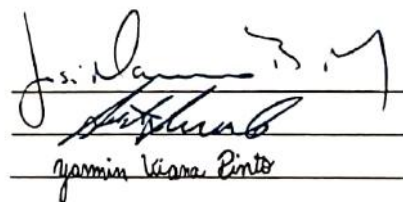
Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

### BANCA EXAMINADORA:

Presidente Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte

Membro Prof. Dr. Artur Andriolo

Membro Msc. Yasmin Viana



\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Yasmin Viana Pinto

Jaboticabal 23 / 03 / 2022

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 28 / 03 / 2022



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. EDNEY PEREIRA DA SILVA  
Chefe do Departamento de Zootecnia  
Matrícula Nº 422823-6

## Agradecimentos

Ao Thiago Amorim, meu co-orientador, pelo grande e essencial apoio durante todo o desenvolvimento desse trabalho. Agradeço pela confiança, pela inspiração, pela disponibilidade, pelas trocas e por despertar em mim a paixão pelos grandiosos cachalotes.

Ao Artur Andriolo, meu orientador, pelo incentivo e pela oportunidade.

Ao Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (Nupecce), em especial ao Professor Maurício Barbanti e ao David Galindo, por terem me apresentado o caminho da pesquisa.

Ao meu avô Alberto, por tudo. Agradeço por ser minha base e meu porto seguro. Ao meu tio André, por todo o carinho e apoio.

Ao Instituto Aqualie, pela bolsa.

Aos amigos que a graduação me deu, em especial à Ana Laura (Bolêra) e aos meus colegas de sala Amanda Alves (Abate), Bárbara Bonani (Nocaute) e Henrique Calvo (Gorfo).

À Talita, pela parceria, amor e cuidado nos meses dedicados ao desenvolvimento desse trabalho.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV – UNESP), pela minha formação.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia Comportamental e Bioacústica (LABEC), em especial ao João, à Yasmin e ao Gustavo, por toda a ajuda.

À Bruna Duque, João Pedro Mura, Lara Lopes, Letícia Aurora, Natália Soares, Raphael Machado e Yasmin Viana, pela coleta dos dados utilizados neste trabalho.

À banca, já agradeço pela disponibilidade e considerações.

Aos animais selvagens, em especial aos cervídeos e a elas, as baleias. Obrigada por darem um propósito à minha graduação.

## Índice

1. Introdução .....	8
1.1 A baleia cachalote.....	8
1.2 Acústica .....	9
2. Material e Métodos.....	10
2.1 Áreas de estudo e metodologia em campo.....	10
2.1.1 Cruzeiros .....	10
2.1.2 Sistemas de gravação .....	11
2.2 Identificação e análise preliminar dos codas .....	13
2.3 Descrição do repertório de codas .....	16
3. Resultados e Discussão.....	18
4. Conclusão .....	23
5. Referências Bibliográficas.....	24

## Lista de figuras

Figura 1. Registros acústicos de baleias cachalotes no Oceano Atlântico Ocidental.....	12
Figura 2. Identificação de um coda através do software Raven Pro. versão 1.6.1.....	14
Figura 3. Exemplo de um coda marcado pelo software Rainbow Click versão 6.00.000 .....	15
Figura 4. Registros acústicos de baleias cachalotes utilizados na descrição do repertório de codas .....	17
Figura 5. Definição dos parâmetros no OPTICSxi para codas de 3 clicks .....	18
Figura 6. Representação do ritmo dos codas analisados .....	22

## Lista de tabelas

Tabela 1. Informações sobre os registros acústicos de baleias cachalotes obtidos no Oceano Atlântico ocidental (águas brasileiras).....	13
Tabela 2. Informações sobre os registros acústicos utilizados na descrição do repertório de codas..	19

## 1. Introdução

### 1.1 A baleia cachalote

A baleia cachalote (*Physeter macrocephalus*) pertence à família Physeteridae e é a maior espécie entre os odontocetos vivos (BERTA; SUMICH, 1999), a subordem de cetáceos caracterizada pela presença de dentes. Existe um acentuado dimorfismo sexual nesta espécie, na qual as fêmeas medem cerca de 11 metros, podendo chegar aos 12,5 metros, enquanto os machos podem alcançar os 18 metros de comprimento (RICE, 1989). Esses animais possuem uma longa vida, podendo chegar aos 70 anos de idade (FONTAINE, 2007), e apresentam uma ampla distribuição geográfica (RICE, 1989).

A longevidade dos cachalotes permite que se formem, entre os indivíduos, laços sociais duradouros (CHRISTAL et al., 1998). Esses animais possuem uma sociedade estruturada em vários níveis (WHITEHEAD et al., 2012) e nelas, o nível fundamental corresponde à unidade social, a qual é geralmente matrilinear e composta por 10 a 12 fêmeas maduras e seus filhotes (WHITEHEAD; WEILGART, 2000). Essas unidades são encontradas em águas tropicais e subtropicais (WHITEHEAD et al., 1991), e podem haver transferências de indivíduos entre elas (CHRISTAL et al., 1998).

Os machos deixam essas unidades entre seus 6 e 13 anos (RICHARD et al., 1996; WHITEHEAD, 2003; PINELA et al., 2009), e se juntam a outros machos juvenis (BEST, 1979), formando grupos cada vez menores a medida em que envelhecem. Ao atingirem a maturidade sexual, esses indivíduos vivem de maneira solitária, em regiões de altas altitudes, e deslocam-se em direção a latitudes mais baixas para acasalar (BEST, 1979; IVASHIN, 1981). Segundo evidências genéticas, o acasalamento se dá, geralmente, fora de suas unidades natais (LYRHOLM et al., 1999).

Além das unidades sociais, existem mais duas formas de organização social dos cachalotes: os grupos sociais e os clãs. Os grupos sociais são compostos por duas ou mais unidades sociais que se mantêm próximas por períodos curtos, que variam de horas a semanas (WHITEHEAD, 2003). Os clãs correspondem ao nível social mais alto dessas baleias, e são formados por até milhares de membros que compartilham dos mesmos padrões de vocalização (WATKINS; SCHEVILL, 1977; RENDELL; WHITEHEAD, 2003b).

Em animais, o termo cultura é definido como informações a nível de grupo ou comportamentos que são transmitidos entre os indivíduos por aprendizagem social (RENDELL; WHITEHEAD, 2001; GALEF, 1992; BOESCH; TOMASELLO, 1998; MCGREW, 1998; WHITEN et al., 1999). Nos cachalotes, os diferentes clãs não são distintos geneticamente, o que fortalece a hipótese de que a transmissão cultural é um importante fator na estrutura social (RENDELL et al., 2012; RENDELL; WHITEHEAD, 2003b; WHITEHEAD et al., 2012; GERO et al., 2016b).

## 1.2 Acústica

Uma das peculiaridades dos cachalotes é a presença do espermacete, uma estrutura repleta de fluido oleoso localizada no complexo nasal desses animais (RICE, 1989). Segundo Norris e Harvey (1972), a função desse órgão é atuar, juntamente com outros órgãos do complexo nasal, como um produtor sonoro, sendo responsável pela formação da estrutura dos clicks, os quais são a forma de vocalização dominante das cachalotes.

Existem quatro tipos de clicks produzidos por essa espécie: os clicks usuais ou de ecolocalização, os slow clicks, os creaks e os codas. Para diferenciar esses padrões, considera-se: o número de clicks e o intervalo entre eles, a sua duração e direcionalidade, o nível de pressão sonora na fonte e o comportamento apresentado pelo animal durante a sua emissão. Os codas são sequências curtas, normalmente de duração inferior a 3 segundos, com

padrões estereotipados contendo 3 ou mais clicks, e são produzidos em contextos sociais pelas fêmeas e indivíduos imaturos (WATKINS; SCHEVILL, 1977).

Os já citados clãs são formados por unidades que compartilham características do repertório de codas (RENDELL; WHITEHEAD, 2003b; GERO et al., 2016a,b). Um determinado repertório consiste em um dialeto que é transmitido culturalmente por aprendizagem social e, portanto, o delineamento dos clãs se dá através das características desse dialeto (RENDELL; WHITEHEAD, 2003b; GERO et al., 2016a). Dessa forma, investigar a estrutura social das baleias cachalote através da descrição do seu repertório de codas é, atualmente, a maneira mais adequada de avaliar a variação cultural nesses animais (RENDELL; WHITEHEAD, 2003b).

O trabalho de Amorim et al (2020) analisou gravações de baleias cachalotes nas regiões norte e sul das águas brasileiras do Oceano Atlântico, identificando a presença de pelo menos dois clãs vocais distintos: clã Norte e clã Sul. O presente trabalho busca iniciar a complementação dos resultados obtidos pelo autor, analisando e acrescentando à descrição do repertório de codas alguns registros acústicos das regiões norte e nordeste do país.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Áreas de estudo e metodologia em campo

#### 2.1.1 Cruzeiros

Os dados acústicos analisados foram obtidos entre os anos de 2017 e 2020, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Figura 1, Tabela 1). Os dois primeiros cruzeiros foram conduzidos na região da Bacia Potiguar, no nordeste do Brasil, sendo o primeiro (registro acústico 1) realizado entre os dias 02/12 e 26/12 de 2017 e o segundo (registros acústicos 2 e 3) entre os dias 04 e 29 de junho de 2019. O terceiro cruzeiro (registros acústicos 4 a 8) foi conduzido na

região dos estados do Pará e do Maranhão, entre os dias 23/12 de 2019 e 20/01 de 2020. O quarto cruzeiro (registros acústicos 9 a 11) foi conduzido na região da Bacia Potiguar e dos estados do Pernambuco e da Paraíba, entre os dias 02/03 e 08/04 de 2020. Em cada um dos quatro cruzeiros, estavam a bordo três pesquisadores, os quais eram responsáveis pela obtenção dos registros acústicos.

### 2.1.2 Sistemas de gravação

Foi utilizado um sistema acústico (Auset®) composto de uma matriz linear de 300 metros de comprimento com quatro hidrofones onidirecionais, a qual foi rebocada por um barco. Cada um desses hidrofones estava a uma distância que variava de 280 a 290 metros da popa do barco. Os sinais foram registrados através de um sistema composto por uma placa digitalizadora Roland Octa-capture (no primeiro cruzeiro) ou Sail Daq (nos demais três cruzeiros) acoplada a um computador a bordo. Neste sistema, a gravação dos dados foi conduzida simultaneamente ao registro das coordenadas geográficas, através do programa PAMGuard versão 1.15.11 (GILLESPIE et al., 2008). Os dados em formato .wav foram salvos para posterior análise.

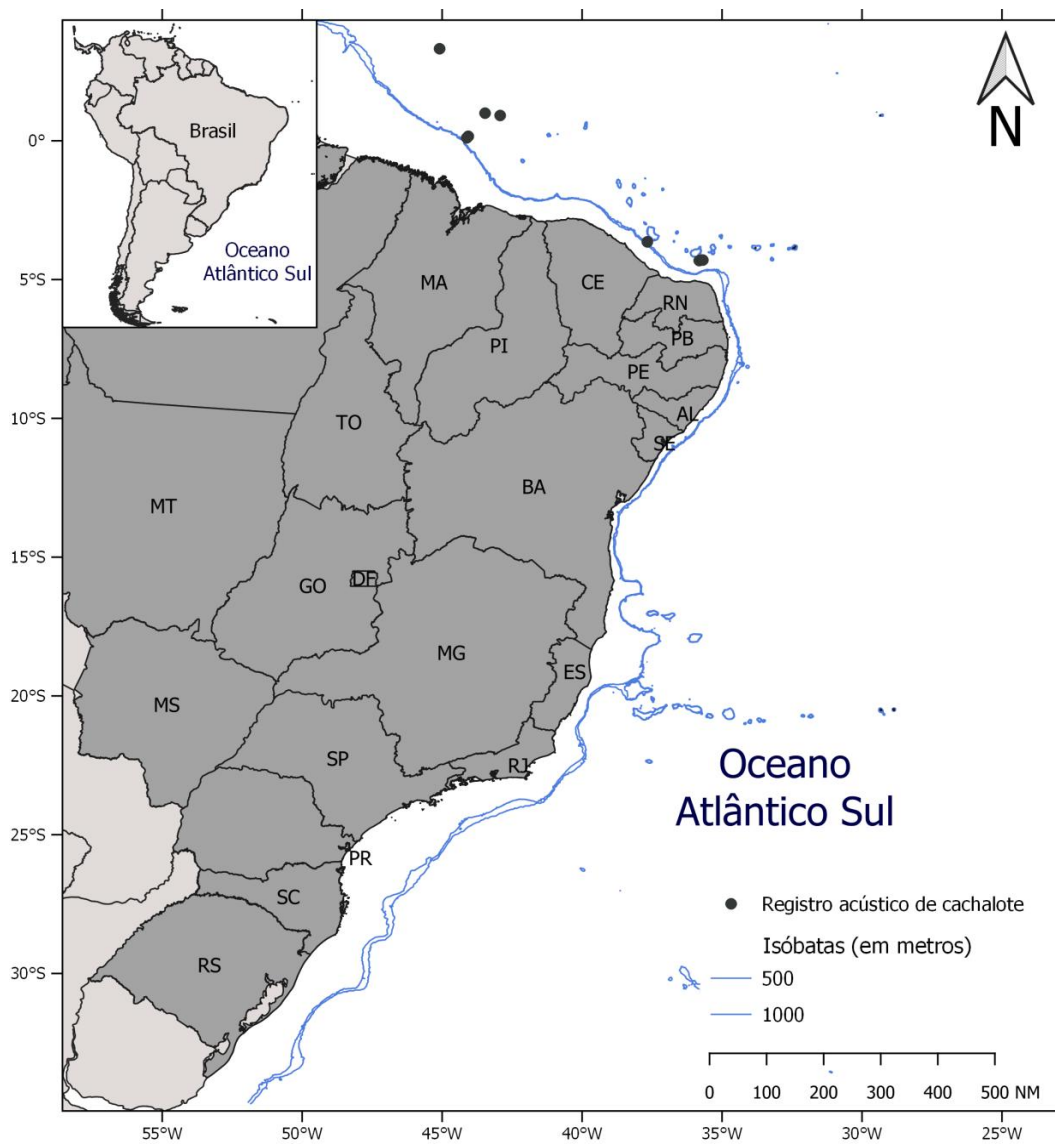


Figura 1. Registros acústicos de baleias cachalotes no Oceano Atlântico ocidental.

Tabela 1. Informações sobre os registros acústicos de baleias cachalotes obtidos no Oceano Atlântico ocidental (águas brasileiras).

<b>ID</b>	<b>Data</b>	<b>Tempo inicial</b>	<b>Tempo final</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
<b>1</b>	11/12/2017	13:46:00	13:57:00	3°38'32.9"S	37°40'20"W
<b>2</b>	17/06/2019	00:27	00:30	4°18'59.7"S	35°49'0.7"W
<b>3</b>	17/06/2019	00:42	00:54	4°17'54.6"S	35°41'20.4"W
<b>4</b>	04/01/2020	11:07	11:21	0°9'42.7"N	44°4'8.1"W
<b>5</b>	04/01/2020	12:08	12:22	0°6'18.4"N	44°7'21.2"W
<b>6</b>	10/01/2020	08:02	08:28	0°54'41"N	42°55'46.7"W
<b>7</b>	17/01/2020	03:30	03:34	0°59'42.5"N	43°28'7.7"W
<b>8</b>	20/01/2020	09:21	09:46	3°18'56.7"N	45°5'36.5"W
<b>9</b>	07/03/2020	14:48	15:10	05°22'400"S	034°17'743"W
<b>10</b>	16/03/2020	16:42	17:38	04°45'373"S	034°56'596"W
<b>11</b>	25/03/2020	12:18	12:46	05°33'137"S	034°27'774"W

## 2.2 Identificação e análise preliminar dos codas

As análises foram feitas conforme Amorim et al (2020). Primeiramente foi realizada uma inspeção visual das gravações obtidas, através do software Raven Pro. versão 1.6.1 (Cornell Laboratory of Ornithology, NY), para verificar a existência de codas nos arquivos. Em seguida, esses codas foram analisados com o uso do software Rainbow Click versão 6.00.000 (GILLESPIE, 1997; LEAPER et al., 2000). Clicks pertencentes ao mesmo coda foram marcados e agrupados, gerando arquivos no formato .clk, os quais foram utilizados para a extração dos intervalos entre clicks (ICI) através de uma rotina no software Matlab R2014b (Mathworks, Inc., Natick MA, USA). Em seguida, foi descrito o repertório de codas.

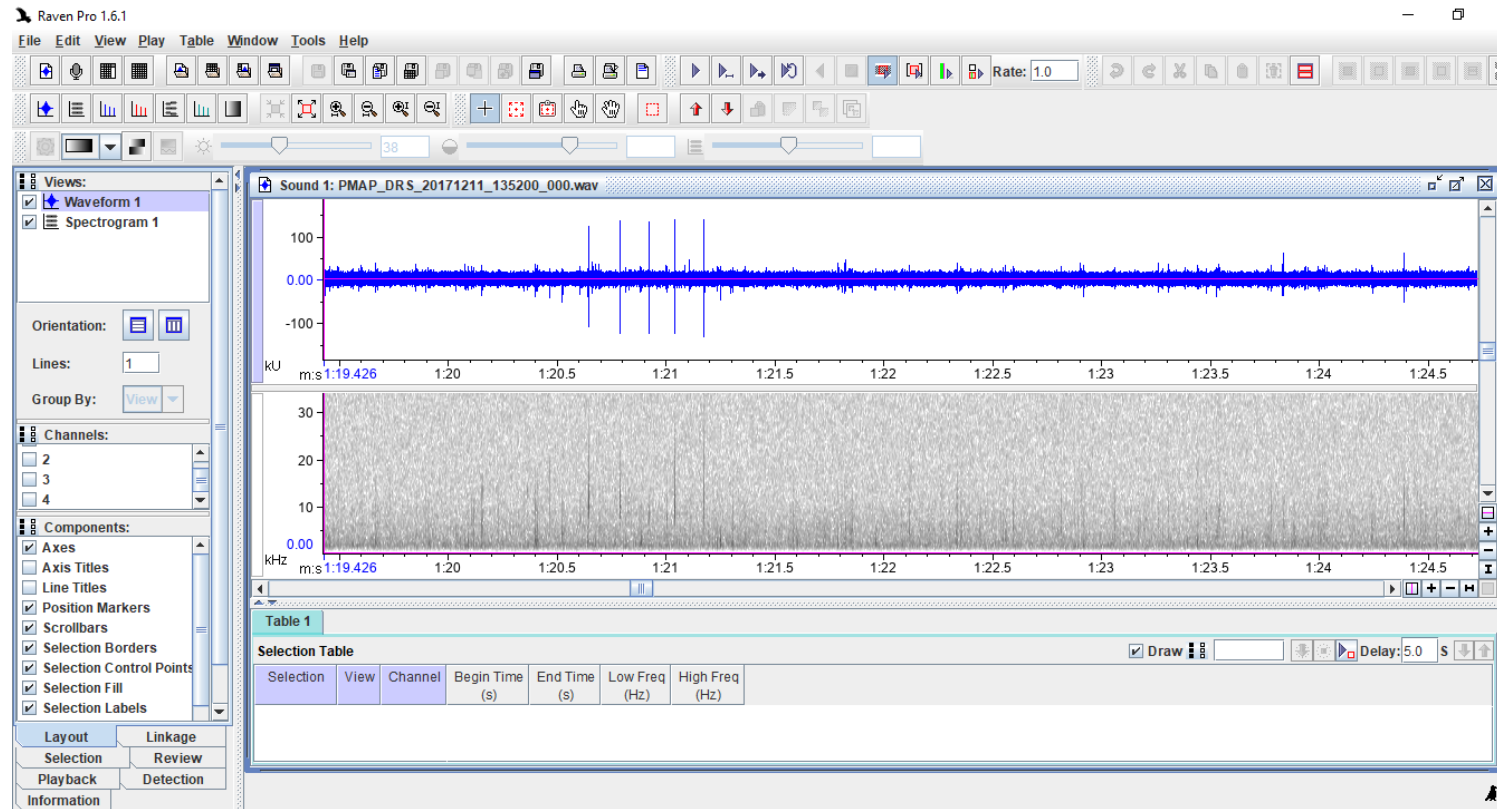


Figura 2. Identificação de um coda através do software Raven Pro. versão 1.6.1.

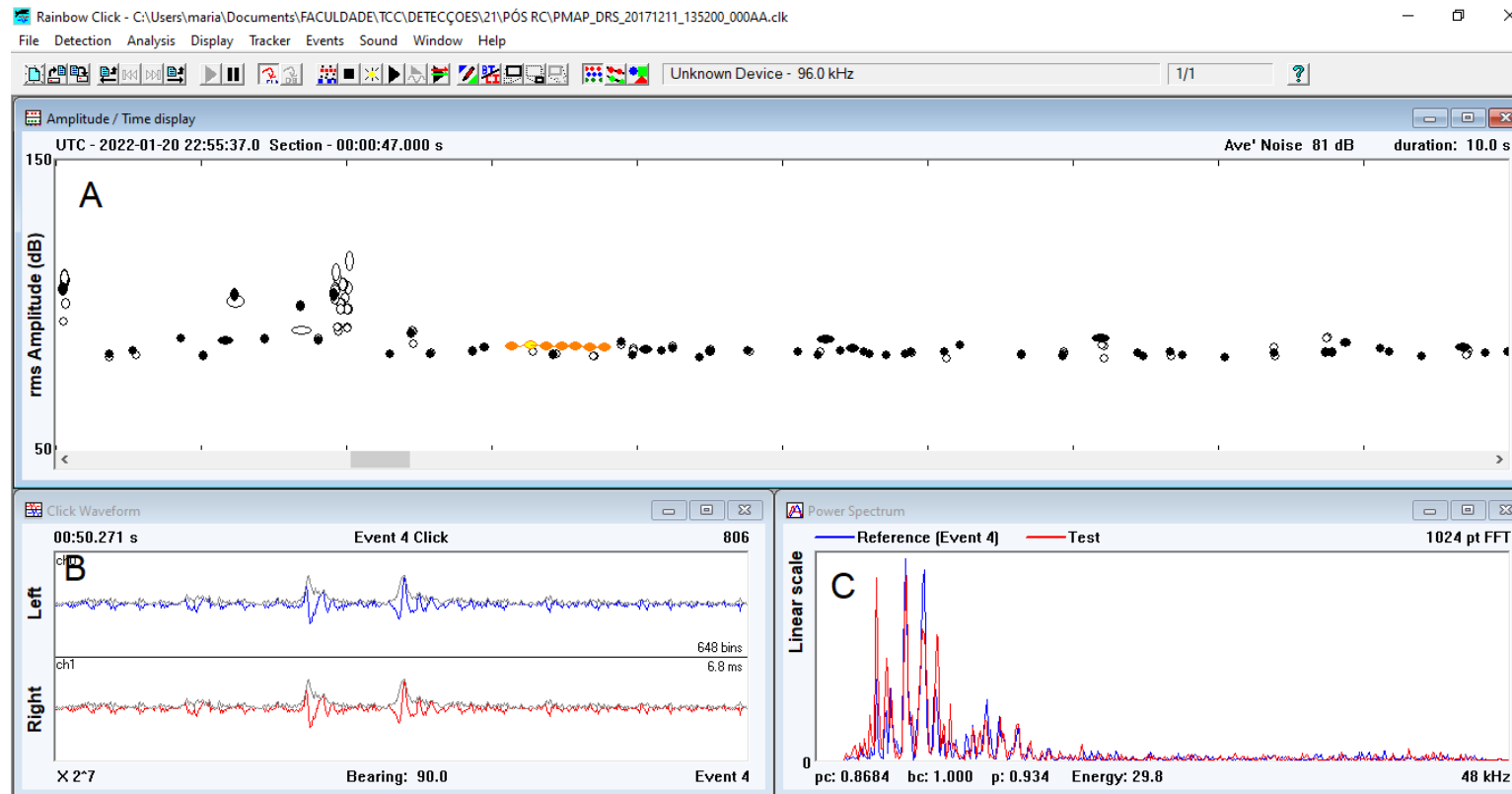


Figura 3. Exemplo de um coda marcado pelo software Rainbow Click versão 6.00.000. A – Cada círculo representa um click, e os círculos alaranjados ligados representam um coda. Nesse coda, o primeiro click foi utilizado como referência (“start click”), e o segundo click (amarelo) representa o click testado. B – Waveform do click testado. C - Power spectrum do click de referência (azul) e do click testado (vermelho), e o valor do pico de correlação (pc=0.8684).

### 2.3 Descrição do repertório de codas

Para a descrição do repertório de codas, foram acrescentados os dados analisados por Amorim et al. (2020), constituindo assim um  $n$  amostral mais robusto (Figura 4). As informações sobre a coleta desses dados já foram detalhadas pelo autor. Essa descrição foi utilizada para classificar os codas em tipos através do algoritmo de cluster hierárquico OPTICSxi (ANKERST et al., 1999) executado na plataforma ELKI. O OPTICSxi é baseado na densidade e agrupa um conjunto de dados através de dois parâmetros: o  $\xi$  (epsilon), que estabelece uma diminuição relativa na densidade entre e dentro dos clusters, e o *Minpts* (número mínimo de pontos), que estabelece o número mínimo de amostras necessárias para formar um cluster verdadeiro (ANKERST et al., 1999). Dessa forma, quaisquer pontos que não atendam aos requisitos estabelecidos por esses dois parâmetros, ou seja, localizam-se em áreas esparsas em relação às áreas densas dos clusters verdadeiros, são classificados como ruído.

A definição dos parâmetros do OPTICSxi foi realizada de forma visual, buscando valores que geraram clusters bem definidos e evidentes (Figura 5). Foi utilizado o valor de 0,035 para o parâmetro  $\xi$ , o mesmo valor empregado por Amorim et al. (2020), o que indica que uma diminuição de 3,5% na densidade dos dados definiu um novo cluster. O valor do número mínimo de pontos variou de 3% a 13% da amostra, dependendo do tamanho dos codas.

Após a análise no OPTICSxi, foi utilizado o software Matlab R2014b para plotar os padrões de ritmo e tempo e nomear os tipos de codas segundo nomenclatura prévia (RENDELL; WHITEHEAD, 2003b). Nela, há inicialmente um número, que representa o número de clicks daquele coda, seguido de um termo que indica o padrão dos intervalos entre clicks. A letra “R” é utilizada para clicks com padrão regular de separação, a letra “D” indica intervalos entre clicks com padrão descendente e o símbolo “+” manifesta um prolongado intervalo entre clicks. Codas distintos com o mesmo número de clicks podem ser diferenciados por números (“1” e “2”, por exemplo) ou letras (“A” e “B”). A letra “N” é utilizada para os codas caracterizados como ruído.

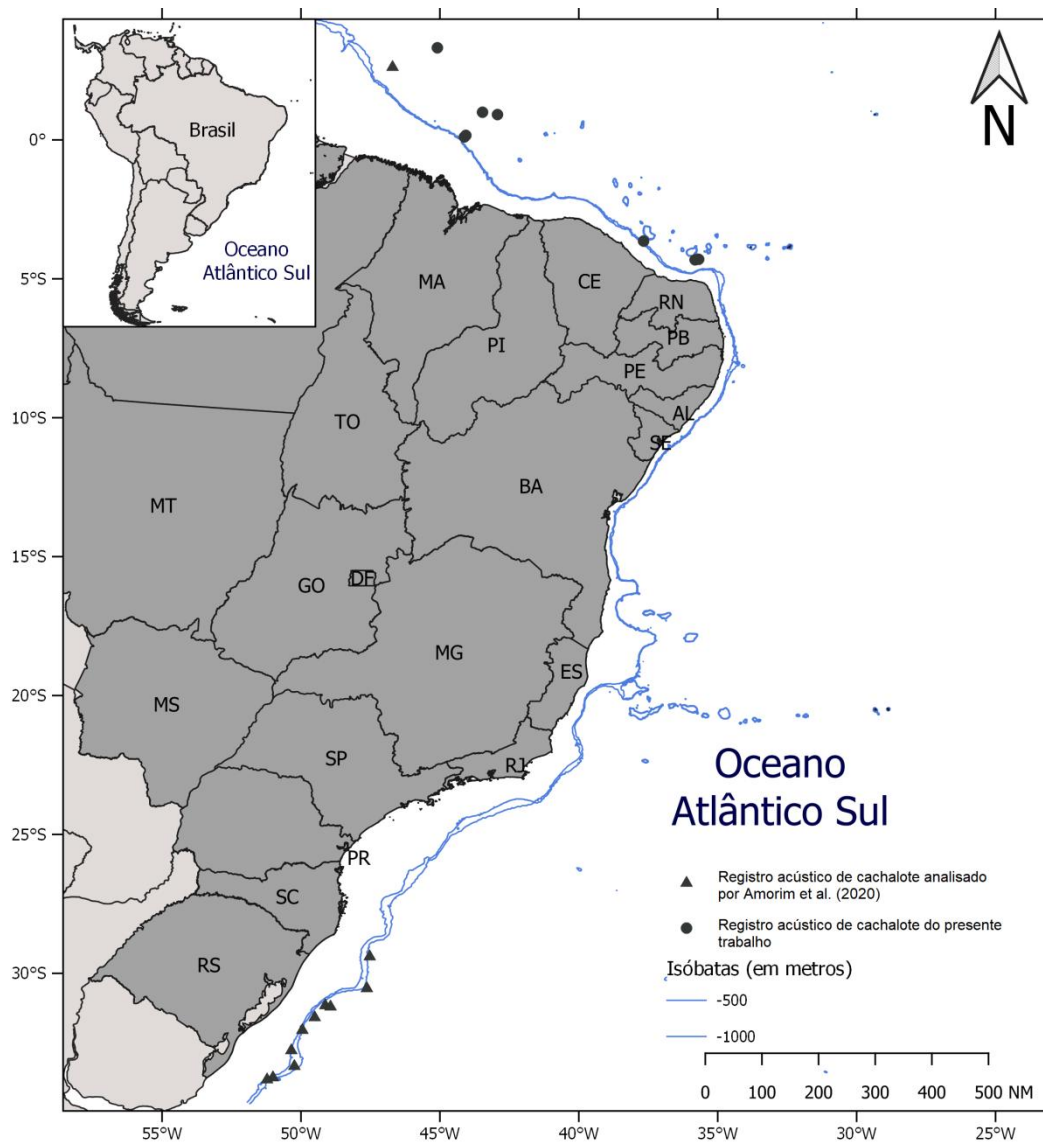


Figura 4. Registros acústicos de baleias cachalotes utilizados na descrição do repertório de codas.

### OPTICS Xi-Clusters

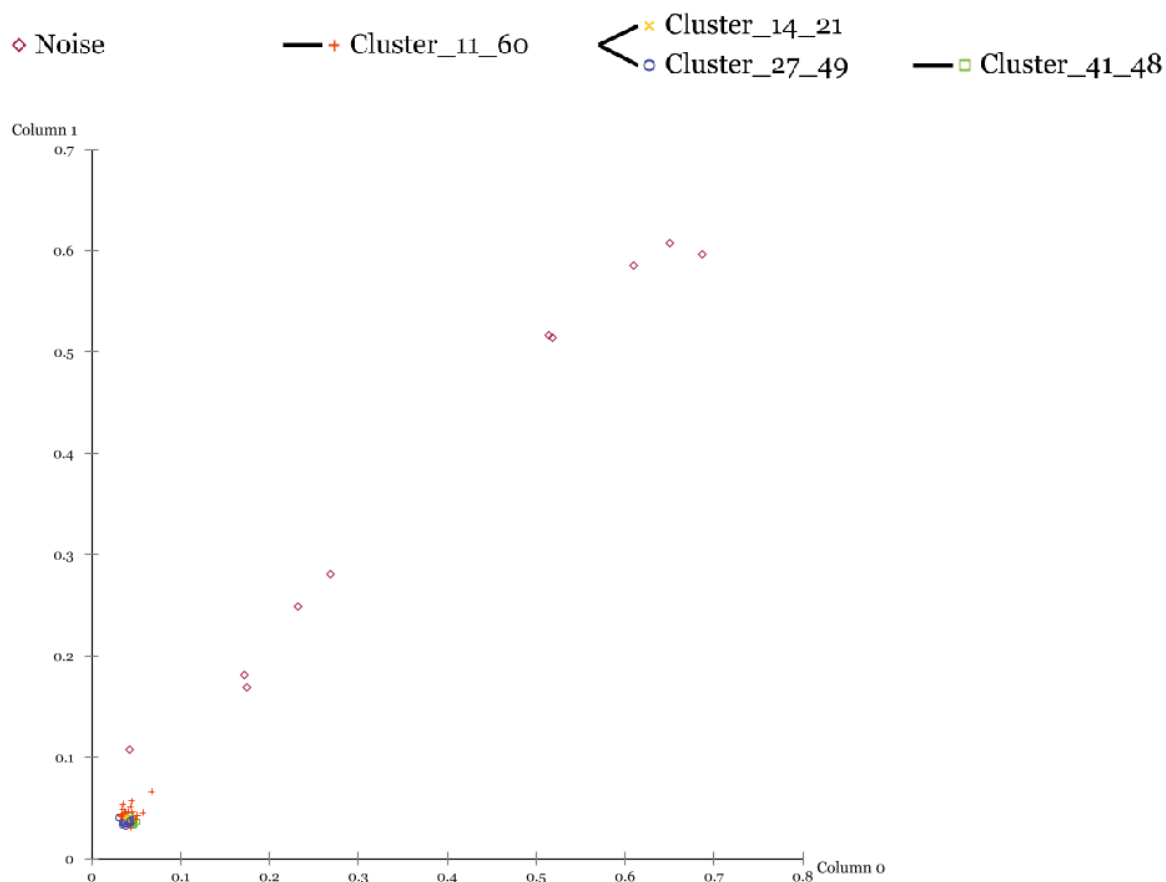


Figura 5. Definição dos parâmetros no OPTICSxi para codas de 3 clicks. Nesse caso, foram gerados 4 clusters, além do ruído, dos quais apenas os ramos terminais (cluster\_14\_21 e cluster\_41\_48) são considerados clusters verdadeiros.

### 3. Resultados e Discussão

No software Rainbow Click versão 6.00.000 foram marcados codas em 8 dos 11 registros acústicos analisados, totalizando 44 codas em 3 horas e 25 minutos de gravações. Desses codas, 38 foram identificados na região nordeste (NE) e 6 na região norte (N) do Brasil. Os registros 4 e 5 foram obtidos na mesma data e hora, sendo assim considerados o mesmo evento. Os registros nos quais não foram identificados codas foram desconsiderados.

Dessa forma, foram utilizados na análise no OPTICSxi, além dos dados analisados por Amorim et al (2020), sete eventos distintos.

Tabela 2. Informações sobre os registros acústicos utilizados na descrição do repertório de codas.

<b>ID</b>	<b>Evento</b>	<b>Data</b>	<b>Tempo inicial</b>	<b>Tempo final</b>	<b>Região</b>
1	1	11/12/2017	13:46:00	13:57:00	NE
2	2	17/06/2019	00:27	00:30	NE
3	-	-	-	-	-
4	3	04/01/2020	11:07	11:21	N
5	3	04/01/2020	12:08	12:22	N
6	4	10/01/2020	08:02	08:28	N
7	-	-	-	-	-
8	5	20/01/2020	09:21	09:46	N
9	-	-	-	-	-
10	6	16/03/2020	16:42	17:38	NE
11	7	25/03/2020	12:18	12:46	NE

No que se refere aos codas, na região nordeste foram marcados 11 codas de 3 clicks, 6 codas de 4 clicks, 12 codas de 5 clicks, 4 codas de 6 clicks, 2 codas de 7 clicks, 1 coda de 8 clicks, 1 coda de 10 clicks e 1 coda de 12 clicks. Já na região norte, foram identificados 2 codas de 4 clicks, 3 codas de 5 clicks e 1 coda de 7 clicks.

A descrição do repertório de codas, ao agregar os dados analisados por Amorim et al. (2020), utilizou um total de 853 codas, que possuíam de 3 a 13 clicks. Entre eles, foram identificados os mesmos 24 tipos previamente descritos pelo autor, os quais variavam em ritmo e duração (Figura 6). Os codas marcados no presente estudo representaram uma pequena parcela do número amostral total (5,16%). Em relação a eles, na região nordeste 4 codas de 3 clicks foram classificadas como do tipo “3R” e um coda de 7 clicks foi classificado como “7D1”. Os demais codas da região nordeste e todos os codas da região norte foram classificados como ruído. No total, foram classificados como ruído 324 (38%) codas.

Além do estudo desenvolvido por Amorim et al (2020) no Atlântico Sul Ocidental, foram desenvolvidos trabalhos que investigaram a estrutura social das baleias cachalotes através de dados acústicos em outras regiões do planeta. No Mar do Caribe, Moore et al. (1993) descreveu 23 tipos de codas, dentre os quais foram mais comuns o tipo 5R e codas com longos intervalos entre clicks no início das sequências, Schulz et al. (2008, 2011) descreveu 16 tipos, dentre os quais predominaram os tipos 1+1+3 (que indica um intervalo maior entre os três primeiros clicks) e 5R, Antunes et al. (2011) categorizou 15 tipos, com predominância do tipo 5R, Gero et al. (2016a) encontrou 21 tipos, sendo mais comuns os tipos 1+1+3 e 5R1, e em seguida Gero et al. (2016b) encontrou 22 tipos, predominando os tipos 1+1+3, 5R1 e 5R2. No Oceano Atlântico Norte, Watkins e Schevill (1977) descreveram o tipo 5R como o mais comum. Na região do arquipélago dos Açores, Oliveira et al. (2016) descreveu 21 tipos, com predominância do 5R e do 2+2. No Mar Mediterrâneo, segundo Borsani et al. (1997) e Pavan et al. (2000), o tipo 3+1 foi o mais comum. Já no Oceano Pacífico, Weilgart e Whitehead (1993) descreveram 23 tipos de codas, sendo os tipos mais comuns aqueles com longos intervalos entre clicks no final da sequência. Rendell e Whitehead (2003a, b) categorizaram os codas em 31 tipos, e em 2004 foram descritos, pelos mesmos autores, 32 tipos de codas, sendo a maioria deles categorizados como 2+2.

Segundo Amorim et al. (2020), o que diferencia os clãs vocais Norte e Sul é a emissão exclusiva de certos tipos de codas: apenas no clã Sul há emissão de codas com 3, 4, 12 e 13 clicks, além da exclusividade dos tipos 7D1, 8R, 9D1, 9D2, 10D1 e 11D2, e no clã Norte há emissão exclusiva do tipo 5R. Porém, os já citados 5 codas encontrados na região nordeste representam um conjunto bastante pequeno e, além disso, são necessárias as análises de similaridade categórica e contínua, conforme metodologia descrita por Amorim et al. (2020), para que possam ser inferidas informações sobre a conformação dos clãs vocais.

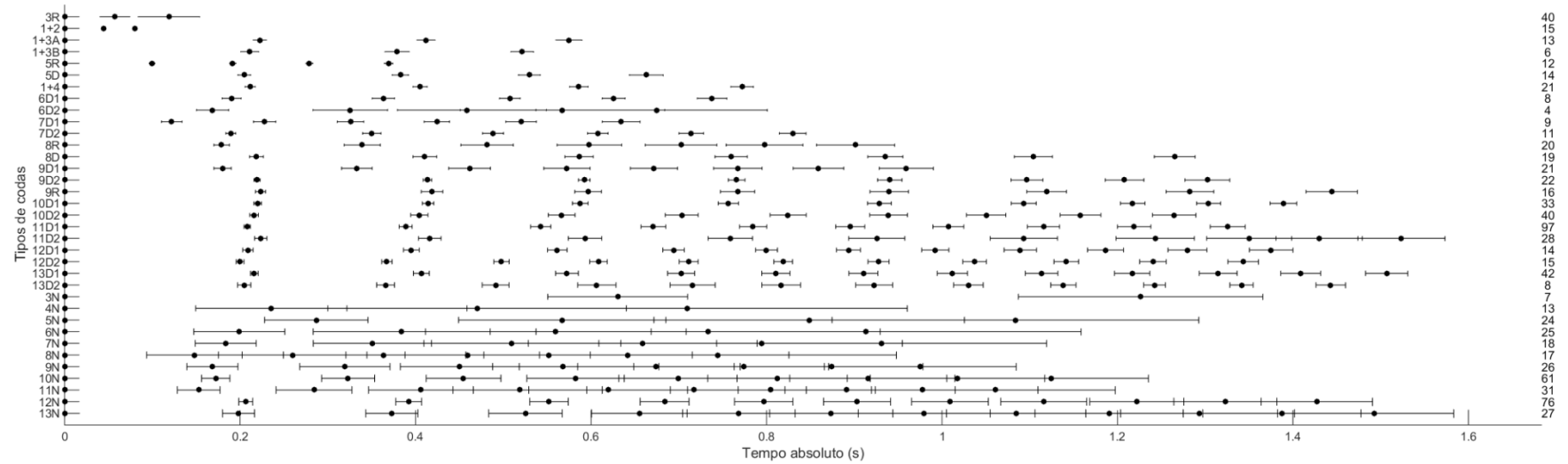


Figura 6. Representação do ritmo dos codas analisados. Cada círculo ilustra um click produzido. As barras indicam o intervalo de confiança (95%). O eixo y à esquerda indica a nomeação de cada tipo de coda: o número faz referência à quantidade de clicks, enquanto o termo seguinte representa o seu padrão de produção (“R” é utilizado para clicks com padrão regular de separação, “D” indica intervalos entre clicks com padrão descendente, o símbolo “+” manifesta um prolongado intervalo entre clicks, a utilização dos números “1” e “2” e das letras “A” e “B” foi feita para indicar padrões distintos dentro de codas com mesmo número de clicks e “N” é utilizado para os codas caracterizados como ruído). O eixo y à direita indica a quantidade de codas encontrados em cada um dos tipos

#### 4. Conclusão

Esse trabalho foi o primeiro passo na continuidade do estudo da estrutura populacional das baleias cachalotes nas águas brasileiras do Oceano Atlântico, sendo o primeiro estudo a descrever o repertório de codas desses animais utilizando gravações da região nordeste do país. Para a obtenção de resultados mais detalhados e conclusivos, e assim de informações sobre a estrutura populacional da espécie nessa região, é necessário que sejam feitas as análises de similaridade categórica e contínua desses dados acústicos.

## 5. Referências Bibliográficas

AMORIM, T. O. S. et al.. Coda repertoire and vocal clans of sperm whales in the western Atlantic Ocean. **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, 160, 103254, 2020.

ANTUNES, R. et al. Individually distinctive acoustic features in sperm whale codas. **Animal Behaviour**, 81, p. 723- 730, 2011.

ANKERST, M. et al.. OPTICS: Ordering Points To Identify the Clustering Structure, **International Conference on Management of Data**, Philadelphia, PA, 1999

BERTA, A., J.; L. SUMICH. Marine mammals: Evolutionary Biology. **San Diego Academic Press**, San Diego, p. 494, 1999.

BEST, P. B.. Social organization in sperm whales, *Physeter macrocephalus*. **Behavior of marine animals**, New York, vol. 3, p. 227-289, 1979.

BOESCH, C.; TOMASELLO, M.. Chimpanzee and human cultures. **Current Anthropology**, 39, p. 591–614, 1998.

BORSANI, J. F. et al.. Regional vocalizations of the Sperm Whale: Mediterranean codas. **European Research on Cetaceans**, Cambridge (UK), 10, p. 78-81, 1997.

CHRISTAL, J. et al.. Sperm whale social units: variation and change. **Canadian Journal of Zoology**, 76, p.1431– 1440, 1998.

FONTAINE, P. H.. Whales and Seals – Biology and Ecology. **Schiffer Publishing**, England, p. 448, 2007.

GALEF, B. G.. The question of animal culture. **Human Nature**, 3, p. 157–178, 1992.

GERO, S. et al.. Socially segregated sympatric sperm whale clan in the Atlantic Ocean. **Royal Society Open Science**, 3, 160061, 2016b.

GERO, S. et al. Individual, unit and vocal clan level identity cues in sperm whales codas. **Royal Society Open Science**, 3, 150372, 2016a.

GILLESPIE, D.. An acoustic survey for sperm whales in the Southern Ocean sanctuary conducted from the R/V Aurora Australis. **Report of the International Whaling Commission**, 47, p. 897–908, 1997.

GILLESPIE, D. M. et al.. PAMGuard: Semi automated, open source software for real-time acoustic detection and localization of cetaceans. **Proceedings of the Institute of Acoustics**, UK, 2008.

IVASHIN, M. V.. Some results of the marking of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in the Southern Hemisphere under the Soviet marking programme. **Report of the International Whaling Commission**, 31, p. 707-718, 1981.

LEAPER, R. et al. Results of passive acoustic surveys for odontocetes in the Southern Ocean. **Journal of Cetacean Research and Management**, 2, p. 187–196, 2000.

LYRHOLM, T. et al.. Sex-biased dispersal in sperm whales: contrasting mitochondrial and nuclear genetic structure of global populations. **Proceedings of the Royal Society, Series B**, 266, p. 347–354, 1999.

MCGREW, W. C. Culture in nonhuman primates. **Annual Review of Anthropology**, 27, p. 301–328, 1998.

MOORE, K. E. et al.. Pattern similarity in shared codas from sperm whales (*Physeter catodon*). **Marine Mammal Science**, 9, p. 1-9, 1993.

NORRIS, K.S.; HARVEY, G.W.. A theory for the function of the spermaceti organ of the sperm whale (*Physeter catodon*). **Animal orientation and navigation**, Washington, D.C. p. 397- 417, 1972.

OLIVEIRA, C. et al.. Sperm whale codas may encode individuality as well as clan identity. **Journal of Acoustical Society of America**, 139 (5), p. 2860-2869, 2016.

PAVAN, G. et al. Time patterns of sperm whale codas recorded in the Mediterranean Sea 1985-1996. **Journal of the Acoustical Society of America**, 107, p. 3487-3495, 2000.

PINELA, A. M. et al.. Population genetics and social organization of the sperm whale (*Physeter macrocephalus*) in the Azores inferred by microsatellite analyses. **Canadian Journal of Zoology**, 87: p. 802-813, 2009.

RENDELL, L.; WHITEHEAD H.. Comparing repertoires of sperm whales: a multiple methods approach. **Bioacoustics**, 14, p. 61-81, 2003a.

RENDELL, L.; WHITEHEAD H.. Vocal clans in sperm whales (*Physeter macrocephalus*). **Proceedings of the Royal Society of London, Series B**, 270, p. 225-232, 2003b.

RENDELL, L. E.; WHITEHEAD, H., Culture in whales and dolphins. **Behavioral and Brain Sciences**, 24, p. 309–382, 2001.

RENDELL, L.; WHITEHEAD H.. Do sperm whales share coda vocalizations? Insights into coda usage from acoustic size measurements. **Animal Behaviour**, 67, p. 845-874, 2004.

RENDELL, L. et al.. Can genetic differences explain vocal dialect variation in sperm whales, *Physeter macrocephalus*? **Behavior Genetics**, 42, p. 332-343, 2012.

RICE, D. W. Sperm Whale *Physeter macrocephalus* Linnaeus, 1758. **Handbook of marine mammals**, London, vol 4, p. 177-233, 1989.

RICHARD, K. R. et al.. Polymorphic microsatellites from sperm whales and their use in the genetic identification of individuals from naturally sloughed pieces of skin. **Molecular Ecology**, 5, p. 313-315, 1996.

SCHULZ, T. M. et al.. Overlapping and matching of codas in vocal interactions between sperm whales: insights into communication function. **Animal Behaviour**, 76, p. 1997-1988, 2008.

SCHULZ, T. M. et al. Individual vocal production in a sperm whale (*Physeter macrocephalus*) social unit. **Marine Mammal Science**, 27, p. 149–166, 2011.

WATKINS, W. A., SCHEVILL W. E.. Sperm whale codas. **Journal of the Acoustical Society of America**, 62, p. 1486–1490, 1977.

WEILGART, L.; WHITEHEAD, H.. Coda communication by sperm whales (*Physeter macrocephalus*) of the Galápagos Islands. **Canadian Journal of Zoology**, 71, p. 744-752, 1993.

WHITEHEAD, H. et al.. Multilevel societies of female sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in the Atlantic and Pacific: why are they so different? **International Journal of Primatology**, 33, p. 1142–1164, 2012 .

WHITEHEAD, H.; WEILGART, L. Patterns of visually observable behaviour and vocalizations in groups of female sperm whales. **Behaviour**, 118, p. 275–296, 1991.

WHITEHEAD, H.; WEILGART, L.. The sperm whale: social females and roving males. **Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales**, Chicago, p. 154–172, 2000.

WHITEHEAD, H.. Sperm Whale: Social evolution in the ocean. Chicago: University of Chicago Press, p. 431, 2003.

WHITEHEAD, H. et al. Movements of sperm whales in the tropical Pacific. **Marine Ecology Progress Series**, 361, p. 291–300, 2008.

WHITEN, A. et al.. Chimpanzee cultures. **Nature**, 399, p. 682– 685, 1999.