

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

DISSERTAÇÃO

**CARACTERIZAÇÃO DAS EMISSÕES SONORAS DE BALEIA
JUBARTE, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) NA REGIÃO DE
ABROLHOS NO PERÍODO DE 2005 A 2016**

Eduardo Cabral Casado Lima

Fevereiro de 2019

Seropédica, RJ



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

**CARACTERIZAÇÃO DAS EMISSÕES SONORAS DE BALEIA
JUBARTE, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) NA REGIÃO DE
ABROLHOS NO PERÍODO DE 2005 A 2016**

Eduardo Cabral Casado Lima

**Sob a Orientação da
Prof.^a Dra. Sheila Marino Simão**

e Coorientação

Msc. Sergio Carvalho Moreira

**Dissertação submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciências, no Programa de
Pós Graduação em Biologia Animal**

Seropédica, RJ

Fevereiro de 2019

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

L732c Lima, Eduardo Cabral Casado, 1989-
Caracterização das emissões sonoras de Baleia
jubarte, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) na
região de Abrolhos no período de 2005 a 2016 / Eduardo
Cabral Casado Lima. - 2019.
77 f.: il.

Orientadora: Sheila Marino Simão.
Coorientador: Sérgio Carvalho Moreira.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós Graduação em
Biologia Animal, 2019.

1. *Megaptera novaeangliae*. 2. *Balaenopteridae*. 3.
Bioacústica. 4. Variação de Canto. 5. Abrolhos. I.
Simão, Sheila Marino, 1958-, orient. II. Moreira,
Sérgio Carvalho, 1970-, coorient. III Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós Graduação
em Biologia Animal. IV. Título.

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

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

EDUARDO CABRAL CASADO LIMA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Pós Graduação em Biologia Animal, área de Concentração em Biodiversidade Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/02/2019

**Profa. Dra. Sheila Marino Simão – UFRRJ
(Orientadora)**

Profa. Dra. Luciana Duarte de Figueiredo – IFRJ/Nilópolis

Prof. Dr. Rodrigo Hipólito Tardin Oliveira – UFRRJ



“Em algum lugar, algo incrível está esperando para ser descoberto”

Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Baleia Jubarte por ceder seu banco de dados acústicos para esse presente trabalho, em especial ao Pesquisador Dr. Milton Marcondes, pela receptividade e disponibilidade quando estive em Caravelas. O cruzeiro me proporcionou ver de perto o objeto do presente trabalho, as baleias jubarte com exibição de saltos, peitorais e caudais. Muito obrigado.

Agradeço a minha orientadora Professora Dra. Sheila Marino Simão, por ter me acolhido em seu laboratório, pelo desafio de aprender uma área nova e tão fantástica como a bioacústica e por todos seus ensinamentos.

Ao meu Coorientador Sérgio Moreira, um grande amigo, que foi fundamental desde o início até o término do trabalho. Obrigado pelos ensinamentos, pela tranquilidade, pelas dicas e pela paciência de me passar seus conhecimentos de cetáceos e de bioacústica.

À minha família pelo apoio irrestrito, não só nessa caminhada, mas em todas as etapas da minha vida. Em especial à minha mãe Leila Maria, pelo carinho e pela dedicação e a meu pai Arthur, agora ausente, pelo ensinamento e incentivo desde pequeno, amar a natureza e a nunca desistir de fazer e lutar pelo que amamos e acreditamos. Às minhas irmãs Carolina e Letícia pela parceria. Ao meu sobrinho Bernardo pelos momentos de descontração. Aos demais familiares, obrigado. Amo muito vocês.

À minha namorada Lidiane, que está comigo nas situações boas e ruins, sempre tendo uma palavra de conforto e de positividade, me deixando mais zen em momentos agitados. Muito obrigado por ter aparecido no meu caminho.

Aos membros da banca que gentilmente aceitaram o convite, Professores Doutores Rodrigo Tardin, Luciana Duarte de Figueiredo, Ildemar Ferreira e Mariana Espécie.

Aos amigos do Laboratório de Bioacústica e Ecologia de Cetáceos, agradeço as ideias, as conversas, as risadas e a convivência.

Aos amigos que fiz no curso de mestrado, obrigado pelo apoio e pelos momentos incríveis.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida desde o primeiro ano desse estudo.

Aos amigos de longa data, obrigado pela compreensão, pelo interesse e pelo carinho de sempre. E por último um agradecimento a esses animais fantásticos que são as baleias- jubarte, que pelo seu comportamento incrível, me proporcionaram mergulhar nesse mundo da bioacústica.

Lima, Eduardo Cabral Casado. **Caracterização das emissões sonoras de baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) na região de Abrolhos no período de 2005 a 2016.** Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

RESUMO

O estudo teve como objetivo geral analisar a variação da estrutura da canção de baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) na Região do Banco de Abrolhos, durante o período de 2005 a 2016, descrevendo o nível hierárquico de Frases e Temas ao longo desse período. Os registros das emissões sonoras de baleia jubarte foram realizados pela equipe do Instituto Baleia Jubarte (IBJ) de 2005 a 2016, na região de Abrolhos, Bahia, Brasil. Foi realizada a leitura do nível hierárquico de Frases e Temas, a partir do software Raven 1.5, avaliando-se para Frases cinco parâmetros: (1) Menor Frequência (Hz); (2) Maior frequência (Hz); (3) Delta da frequência (Hz); (4) Frequência Pico (Hz); (5) Delta da duração (s). Foram calculados, a média, o desvio padrão (Dp), o valor mínimo (Vmin) e o valor máximo (Vmax) de cada parâmetro em cada Frase. Foram realizados o teste t-Student, aplicado nas Frases que ocorreram em dois anos e análises de variâncias (ANOVA) e o teste de Tukey aplicados nas Frases que ocorreram em três anos para verificar se ocorreram variações significativas entre os anos de estudo. No nível hierárquico de Temas, foram selecionadas as Unidades que compunham as Frases com melhor visualização para análise da medição de dois parâmetros medidos no software Raven 1.5: (1) Frequência Pico (Hz) e (2) duração do tempo(s). Foram analisadas 6 horas, 07 minutos e 04 segundos com abrangência de 9 anos para o estudo, sendo, apenas o ano de 2010, apresentando muitos ruídos nas amostras, portanto não utilizado nas análises. Os resultados mostram uma quantidade de 16 frases e 13 temas ao longo dos anos de estudo. É evidenciado, portanto, que a canção da baleia jubarte é bastante variável em relação às suas estruturas, Unidades, Frases e Temas, não apresentando um padrão fixo em seu canto. Frases e Temas que foram encontrados no presente trabalho, também foram encontrados ao redor do mundo. Um exemplo é o tema 5, composto pela frase 6, que em 2006 é muito similar ao encontrado em Madagascar no mesmo ano. Esse fato pode sugerir que haja uma transmissão de aprendizagem nas áreas de alimentação o que pode estar ocorrendo na área de alimentação na Antártica. O acompanhamento ao longo dos anos vai permitir avaliar as mudanças que ocorrem nas estações reprodutivas, auxiliando no entendimento da evolução dos Temas e Frases, reforçando a ideia de que possa existir semelhanças entre eles com populações de outros lugares ao redor do mundo.

Palavras-chave: Bioacústica, Canção, *Megaptera novaeangliae*

Lima, Eduardo Cabral Casado . **Characterization of sound emissions of humpback whales, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) in the Abrolhos region from 2005 to 2016.** Dissertation (Master in Animal Biology). Health and Biological Sciences Institute, Animal Biology Department, Rio de Janeiro Rural Federal University, Seropédica, RJ, Brazil.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the variation of the structure of the humpback whale song (*Megaptera novaeangliae*) in the Abrolhos Bank Region during the period from 2005 to 2016, describing the hierarchical level of Phrases and Themes throughout this period. Humpback whale sound recordings were conducted by the Baleia Jubarte Institute (IBJ) team from 2005 to 2016, in the Abrolhos region, Bahia, Brazil. The reading of the hierarchical level of Phrases and Themes was carried out from the Raven 1.5 software, with five parameters being evaluated: (1) Lowest Frequency (Hz); (2) Higher frequency (Hz); (3) Frequency delta (Hz); (4) Peak Frequency (Hz); (5) Delta duration (s). The mean, standard deviation (Dp), minimum value (Vmin) and maximum value (Vmax) of each parameter in each sentence were calculated. Student's t-test, applied in the Phrases that occurred in two years and analysis of variances (ANOVA) and the Tukey test applied in the Phrases that occurred in three years were carried out to verify if there were significant variations between the years of study. At the hierarchical level of Themes, the units that composed the phrases with the best visualization for analysis of the measurement of two parameters measured in Raven 1.5 software were selected: (1) Peak frequency (Hz) and (2) duration of time (s). We analyzed 6 hours, 07 minutes and 04 seconds with a 9-year scope for the study, being only the year 2010, presenting many noises in the samples, therefore not used in the analyzes. The results show a number of 16 Phrases and 13 Themes over the years of study. It is evidenced, therefore, that the song of the humpback whale is quite variable in relation to its structures, Units, Phrases and Themes, not presenting a fixed pattern in its song. Phrases and Themes that were found in this work, were also found around the world. An example is theme 5, composed of the phrase 6, which in 2006 is very similar to that found in Madagascar the same year. This fact may suggest that there is a transmission of learning in the feeding areas which may be occurring in the Antarctic food area. The monitoring over the years will allow us to evaluate the changes that occur in the reproductive seasons, helping to understand the evolution of the Themes and Phrases, reinforcing the idea that there may be similarities between them with populations from other places around the world.

Key Words – Bioacoustic, song, *megaptera novaeangliae*

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** : Composição das Frases nos Temas..... 14
- Tabela 2** :Valores das médias (M), desvios padrões (Dp) mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros das 16 frases em todos os anos de estudo 17
- Tabela 3** : Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 4, e os dos valores obtidos (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t- Student (Amostras independentes %)... 20
- Tabela 4**: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 5, e os valores obtidos pelo (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t- Student (Amostras independentes %)... 20
- Tabela 5**: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 6, e os valores obtidos pelo (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t-Student (Amostras independentes %).. 21
- Tabela 6**: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 7, e os valores obtidos pelo (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t-Student (Amostras independentes %)...21
- Tabela 7**: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 8, além dos valores obtidos (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t-Student (Amostras independentes %)... 22
- Tabela 8** : Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 9, e os valores obtidos (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t-Student (Amostras independentes %)... 22
- Tabela 9**: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 11, e os valores obtidos (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t-Student (Amostras independentes %)... 23

Tabela 10: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 13, e os valores obtidos (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t-Student (Amostras independentes %) **23**

Tabela 11: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 10, além dos valores obtidos pelo teste Anova **26**

Tabela 12: Valores encontrados de acordo com o teste de Tukey, para Frase 10, dos parâmetros em relação aos anos de ocorrência da mesma..... **27**

Tabela 13: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 12, além dos valores obtidos pelo teste Anova..... **27**

Tabela 14: Valores encontrados de acordo com o teste de Tukey, para Frase 12, dos parâmetros em relação aos anos de ocorrência da mesma. **28**

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 : Estoques reprodutivos de baleia jubarte no Hemisfério Sul, reconhecidos pela IWC, (REILLY *et al.*, 2008)..... **5**

Quadro 2 : Anos de coleta com os respectivos registros sonoros obtidos..... **10**

Quadro 3: Informações sobre os registros sonoros utilizados para as análises..... **12**

Quadro 4 : Número de vezes em que cada Frase foi emitida por ano de estudo..... **15**

Quadro 5 : Taxa de emissão realizada por ano..... **16**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** : Representação de Baleia Jubarte, *Megaptera novaengliae*(retirada da FAO-Food and Agriculture Organization..... **3**
- Figura 2** : Mapa da distribuição das baleias jubartes no Hemisfério Sul. Em vermelho (A e G), estão marcados os estoques reprodutivos de Baleia Jubarte, em verde (I a VII), as áreas de alimentação, e em Laranja)X a população do Mar da Arábia que não realiza migrações. IWC, 1998..... **4**
- Figura 3** : Demonstração da emissão sonora de um mysticeto. Em azul nos temos o trato digestivo, emvermelho o trato respiratório, o saco da laringe em rosa, onde se encontra a dobra U, análoga a corda vocal. (REINDENBERG e LAITMAN, 2007)..... **6**
- Figura 4** : Espectrograma que mostra as divisões de uma canção de baleia jubarte. **7**
- Figura 5** : Mapa da região de Abrolhos, onde os registros das vocalizações das baleias jubarte foram feitos. As áreas em vermelho estão demarcando as divisas do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos **9**
- Figura 6** : Espectrograma mostrando as divisões da canção de baleia jubarte, as setas mostram as duas divisões utilizadas neste estudo, Frases e Temas**11**
- Figura 7** : Exemplos de 3 Frases que aparecem em apenas 1 ano, dentre os anos de estudo. (A)- Frase 1; (B) - Frase 2; e (C) - Frase 3. FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann. **18**

Figura 8: Exemplos de 3 Frases que aparecem em apenas 1 ano, dentre os anos de estudo. **(D)** - Frase 14; **(E)** - Frase 15; e **(F)** - Frase 16 FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann. **19**

Figura 9 : Espectrograma de 3 Frases que aparecem em 2 anos, 2006 e 2007 dentre os anos de estudo **(A)**- Representa a Frase 4, **(B)**- representa a Frase 5 e o **(C)** representando a Frase 6. Todas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann..... **24**

Figura 10 : **(D, E e F)** – Espectrograma de 3 Frases que aparecem em 2 anos,2006 e 2007 para a Frase 7 e 8 e 2007 e 2011 para Frase 9. **(D)**- Representa a Frase 7, **(E)**- representa a Frase 8 e o **(F)** representando a Frase 9. Ambas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann **24**

Figura 11 : **(A, B)** – Espectrogramas de 3 Frases que aparecem em 2 anos, 2015 e 2016 para a Frase 11 e 2009 e 2011 para Frase 13. **(A)**- Representa a Frase 11, **(B)**- representa a Frase 13. Ambas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann **25**

Figura 12: Espectrograma da Frase 10 que aparece em 3 anos, 2006, 2007 e 2009 .Todas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann..... **25**

Figura 13 : Espectrograma da Frase 12 que aparece em 3 anos, 2013,2015, 2016. Ambas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann **27**

Figura 14 : Tema 1, composto por uma sequência de Frases 1. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann. **29**

Figura 15: Tema 2, composto por uma sequência de Frases 2. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	29
Figura 16 : Tema 3, composto por uma sequência de Frases 3. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	30
Figura 17: Tema 4, composto por três Frases 5 (Azul) e uma 4 (Vermelho). Aparece com essa configuração nos anos de 2006 e 2007. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	31
Figura 18 : Tema 5, composto inicialmente pela Frase 6 em 2006, Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.	31
Figura 19: Tema 5, composto inicialmente pela Frase 6 em 2006, tem um acréscimo da Frase 9 em 2007 Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	32
Figura 20: Tema 5, apenas com a Frase 9, remanescente, com a perda Frase 6, no ano de 2011. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.	33
Figura 21: Tema 6 composto pela Frase 7 (verde) e pela Frase 4 (roxo); este Tema aparece em 2006 e 2007. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	34
Figura 22: Tema 7 composto pela Frase 8 (Verde) e pela Frase 10 (Vinho); este tema aparece com essa configuração em 2006 e 2007, só apresentando a Frase 10 em 2009, perdendo assim a Frase 8. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	35

Figura 23 : Tema 8 composto por sequência de Frase 14. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	35
Figura 24 : Tema 9 composto pela Frase 15. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	36
Figura 25 : Tema 10 composto por sequência de Frases 13, com as unidades 13A e 13B. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	37
Figura 26 : Tema 11 composto por sequência de Frases 12. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.....	38
Figura 27 - Tema 12 composto por sequência de Frases 11. Configuração vista no ano de 2015 Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann	38
Figura 28 : Tema 12 composto por sequência de Frases 11, com a substituição da unidade C pela A, visto em 2016. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann	39
Figura 29 : Tema 13 composto por sequência de Frases 16, com Unidades 16A, 16B e 16C. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann	39
Figura 30 : Tema 1, encontrado no ano de 2002 (BRITO, 2015), com a Frase representativa tendo uma Unidade A0 e três Unidades B2. Espectrograma gerado com FFT 1024 pontos e janela Hann	41

Figura 31: Tema 6, representado pela Frase 6, em 2006, do presente estudo, com uma Unidade 6A e três Unidades 6B. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann..... **42**

Figura 32: (A)- Frase 10, encontrada em 2006, 2007 e 2009 no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann, (B) - Tema encontrado em Kauai em 1989. Espectrograma retirado de PACE (2013), (adaptado do documento de CERCHIO da Whale Conservation Society..... **43**

Figura 33: (A) - Tema 12, representado pela Frase 11 encontrado nos anos de 2015 e 2016, no presente estudo Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann,. (B)- Tema encontrado em Kauai em 1989 (adaptado do documento de CERCHIO da Whale Conservation Society..... **43**

Figura 34: (A)- Frase 5, encontrado nos anos de 2006 e 2007, no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann (B)- Tema encontrado em Antongil Bay em 1996. Espectrograma gerado com FFT de 512 pontos, Overlap 50% e janela de Hamming, retirado de RAZAFINDRAKOTO (2001) **44**

Figura 35: (A)- Frase 8, encontrada nos anos de 2006 e 2007, no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann (B)- Frase 11, configuração que apenas aparece em 2016 no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann (C)-: tema encontrado no Pacífico Sul, Nova Caledônia, Tonga e Austrália em 2007 e 2008. Espectrograma gerado com FFT 1024 pontos e janela de Blackmann- Harris, retirado de GARLAND *et al.* (2013)..... **44**

Figura 36: (A) Tema 5, representado pela Frase 6, do presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann, Tema 5, (B) - Tema encontrado na região de Madagascar e Austrália Ocidental no ano de 2006. Espectrograma gerado com FFT de 512 pontos, Overlap 90%, retirado de MURRAY *et al.* (2012), (C) - Tema encontrada no Pacífico Sul, Nova Caledônia. Espectrograma gerado com FFT 1024 pontos e janela de Blackmann- Harris, retirado de GARLAND *et al.* (2013). (D)- Frase encontrada na região da Península da Antártica em 2010. Espectrograma gerado com FFT de 2048 pontos, Overlap 50% e janela Hamming, retirado de STIMPERT *et al.* (2012).....**45**

Figura 37: (A) - Tema 6, encontrado nos anos de 2006 e 2007, no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann, (B) - Tema encontrado na região de Madagascar e Austrália Ocidental no ano de 2006 Espectrograma gerado com FFT de 512 pontos, Overlap 90%, retirado de MURRAY *et al.* (2012)..... **46**

Figura 38: (A) - Frase 9, encontrada com essa configuração no ano de 2011. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann (B)- Subfrase de um dos Temas encontrados na região de Madagascar no ano de 2006 Espectrograma gerado com FFT de 512 pontos, Overlap 90%, Retirado de MURRAY *et al.*(2012)..... **46**

Sumário

AGRADECIMENTOS	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTAS DE QUADROS	X
LISTA DE FIGURAS	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo Geral	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.2 Revisão da Literatura	2
1.2.1 Baleia jubarte <i>Megaptera novaeangliae</i> , Borowski, 1781	3
1.2.2 Propagação de Som no Ambiente Aquático	5
1.2.3 Mecanismo de Produção de Som	5
1.2.4 Canção de Baleia jubarte	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
2.1 Área de Estudo	8
2.2 Registros Sonoros	9
2.3 Análise dos Registros Sonoros	10
3. RESULTADOS	12
3.1 Análises Qualitativas das Emissões Sonoras	12
3.2 Identificação de Frases e Temas	13
3.2.2 Frases que foram emitidas em 2 anos ou mais	19
3.4 Representação dos Temas	28
4. DISCUSSÃO	40
4.1 Frases e Temas	40
4.2- Trabalhos Anteriores em Abrolhos	41
4.3 Estudos ao Redor do Mundo	42
5. CONCLUSÃO	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXO 1	60

1. INTRODUÇÃO

Os animais se comunicam a partir de mecanismos que lhes são característicos, de acordo com seus grupos (PALERMO-NETO e ALVES, 2010). Nesse contexto, sabemos que a comunicação entre os animais pode ser visual, tátil, química e sonora, usando essas formas para atrair parceiros, fugir ou afugentar predadores, estabelecer hierarquias sociais ou para demarcar territórios (DUMBAR, 1998).

Os mamíferos aquáticos se destacam por apresentarem uma comunicação sonora, sendo amplamente distribuídos ao longo de oceanos, mares e rios. Esta distribuição está frequentemente relacionada aos fatores demográficos, evolutivos e ecológicos, referentes às características do habitat (topografia de fundo, temperatura e profundidade) e à presença de fatores antropogênicos (FORCADA, 2002). Dependendo da espécie, população e momento do ano, os fatores determinantes são a distribuição e a densidade de suas presas principais (HASTIE *et al.*, 2004). Os mamíferos marinhos usam os sons em variados graus para interações sociais, forrageamento, evitar predadores e orientação social. Dessa forma, provavelmente, evoluíram capacidades sensoriais para tirar proveito da física do som na água (NORRIS e HARVEY, 1972), adaptando-se a níveis bastante variados de som natural, além de mecanismos que permitem que eles funcionem na presença de ruídos antropogênicos (RICHARDSON, *et al.*, 1995).

Os cetáceos se destacam pois tem a capacidade de emissão e percepção de sons tonais que vão abranger uma ampla faixa de frequências, acompanhadas ou não de modulações de amplitude (AM) e de frequência (FM) (RICHARDSON *et al.*, 1995; TOOD e MORRIN, 2015). Além dos sons citados anteriormente, alguns representantes dos cetáceos da subordem Odontoceti, produzem uma variedade de sons pulsantes que podem chegar à frequência de 100kHz, e são usados em um sistema de ecolocalização, semelhante a um sonar, que produz estalidos de alta frequência, detectando ecos refletidos de objetos distantes, fazendo um detalhamento do ambiente e auxiliando na identificação da forma e seus alvos, como a distância do objeto ou do fundo (RICHARDSON, *et al.*, 1995; TYACK, 1999).

Populações diferentes da mesma espécie apresentam repertórios distintos, onde existe uma base comum de sons que se diferenciam regionalmente. As estruturas podem apresentar diferenças ou semelhanças conforme as suas localidades e variações geográficas (WINN *et al.*, 1981; CLARK *et al.*, 1982; SAYIGH *et al.*, 1990; FORD, 1991; DING *et al.*, 1995; WATWOOD *et al.*, 2005; FIGUEIREDO e SIMÃO, 2009).

No trabalho realizado por BERCHOK *et al.* (2006), na região estuarina do Rio Saint Lawrence, Quebec, Canadá, conseguiram identificar um dialeto próprio da população de baleia azul, (*Balaenoptera musculus* Linnaeus, 1758) se comparado às emissões de outras regiões situadas no Atlântico Norte. Uma população isolada requer maiores cuidados nos planos de manejo e conservação, devido à sua vulnerabilidade às ações antrópicas. Outras espécies de cetáceos que também apresentam dialetos descritos são as orcas (*Orcinus orca*) e cachalotes (*Physeter macrocephalus*) (FORD *et al.*, 2018).

PAYNE e McVAY (1971) identificaram e classificaram os sons de machos de baleias jubarte como sons longos e complexos, apresentando características repetitivas, constituídos de uma organização hierárquica, isto é, são formados por UNIDADES, FRASES, TEMAS e CANÇÕES. Esta classificação é, atualmente, usada em vários estudos relacionados à identificação das emissões sonoras de baleias jubarte.

O acompanhamento do canto da baleia jubarte ao longo dos anos na região de Abrolhos, como realizado no presente estudo, poderá ajudar a elucidar de que forma acontecem as mudanças no surgimento das estruturas hierárquicas compostas numa canção, além de poder inferir se as populações de baleias situadas em estoques diferentes podem, de alguma forma,

trocar informações, tendo estruturas semelhantes em seu canto (WINN *et al.*, 1981; GUINEE e PAYNE, 1988; NOAD *et al.*, 2000; CERCHIO *et al.*, 2001; DARLING e SOUSA-LIMA, 2005; MURRAY *et al.*, 2012).

Devido à importância da comunicação acústica das baleias jubarte que utilizam a região de Abrolhos, principal sítio reprodutivo da espécie no Atlântico Sul Ocidental, faz-se necessário compreender as mudanças que ocorrem nesta comunicação, bem como, se dá a evolução do canto, para se criar medidas de conservação da espécie e do ambiente que visem evitar alterações causadas por interações antrópicas, sendo assim utilizadas para conservação da espécie e do ambiente (SOUSA-LIMA e CLARK, 2008; SOUSA-LIMA e CLARK, 2009; CERCHIO *et al.*, 2014).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O estudo teve como objetivo geral analisar a variação da estrutura do canto de baleia jubarte na Região do Banco de Abrolhos, durante o período de 2005 a 2016, descrevendo o nível hierárquico de Frases e Temas ao longo desse período.

1.1.2 Objetivos específicos

1- Descrever as Frases que aparecem entre os anos de 2005 a 2016 e suas mudanças ao longo deste período, tendo por hipótese que, uma mudança significativa estrutural da Frase ocorreria ao longo dos anos.

2- Descrever os Temas que aparecem entre os anos de 2005 a 2016 e suas mudanças ao longo deste período, tendo por hipótese que, uma mudança significativa estrutural do Tema ocorreria ao longo dos anos.

3- Comparação das Frases e Temas encontrados no estudo com os encontrados na Literatura, tendo por hipótese que, não ocorreriam semelhanças nos níveis hierárquicos do presente trabalho, com trabalhos que descrevem outros estoques reprodutivos.

1.2 Revisão da Literatura

Os cetáceos são indivíduos altamente especializados ao ambiente aquático. Evidências morfológicas, paleontológicas, embriológicas e moleculares sustentam a divisão dos cetáceos vivos em duas Parvorders: Odontoceti e Mysticeti, sendo representados por botos, golfinhos e baleias (GRAUR e HIGGINS, 1994; MCGOWEN *et al.*, 2009; SPAULDING *et al.*, 2009; MCGOWEN, 2014; COMMITTEE ON TAXNOMY, 2017). Produzindo assim um clado monofilético entre Cetáceos e Artiodactylas agrupando-os na Ordem dos Cetartiodactyla (AGNARSSON e MAY-COLLADO, 2008; SPAULDING *et al.*, 2009). Os cetáceos apresentam uma estrutura social bem definida e interações comportamentais marcantes.

1.2.1 Baleia jubarte *Megaptera novaeangliae*, Borowski, 1781

A baleia jubarte é um dos representantes da subordem Mysticeti, família Balaenopteridae, família esta que contém os maiores animais que já viveram (JEFFERSON,2015). Os Balaenopterideos têm como características principais o comprimento corporal que em todos os indivíduos ultrapassa 7m (média de 10 a 16m), apresentam hidrodinamismo e uma série de dobras longas chamadas de pregas que se estendem da ponta do focinho (rostro) até o umbigo, na superfície ventral (JEFFERSON,2015). Apresentam estruturas flexíveis de queratina, chamadas de barbatanas que permitem a abertura da mandíbula, através da qual, filtram da água do mar, peixes e crustáceos que são importantes componentes da sua dieta. As baleias jubarte são os misticetos mais estudados e conhecidos em todo o mundo, pois apresentam uma ampla distribuição em todos os oceanos, configurando assim, uma espécie cosmopolita (CLAPHAM e MEAD,1996; CLAPHAM,1999; BORTOLOTTO *et al.*, 2016).

É, provavelmente, a espécie que mais se distingue de maneira externa dos outros representantes da família Balaenopteridae (CLAPHAM e MEAD,1996). O que caracteriza e dá origem ao seu nome são as grandes nadadeiras peitorais, que podem chegar a um terço do comprimento do seu corpo. Seu nome *Megaptera* vem do grego “*Mega*”, grande e “*Ptera*”, asas. Entre as características da espécie, estão o corpo robusto, o rostro afilado, presença de tubérculos ou nódulos na cabeça, longas pregas ventrais, além de uma nadadeira dorsal pequena e altamente variável na forma (de baixa e virtualmente ausente, à alta e falcada) (CLAPHAM, 2009). O corpo é preto ou cinza escuro, podendo ser branco ventralmente, com nadadeiras brancas no lado ventral e variação de todo branco a preto na maior parte na superfície dorsal, medindo de 11 a 16 m as adultas, pesando pelo menos 35 toneladas, enquanto os filhotes têm de 4,5 a 5 m de comprimento (JEFFERSON, 2015).



Figura 1 : Representação de Baleia Jubarte, *Megaptera novaeangliae* (retirada da FAO).

As jubartes se distinguem de outras grandes baleias por serem extremamente acrobáticas e carismáticas, dando saltos, tapas e rabanadas com sua nadadeira peitoral e por produzirem longas canções (JEFFERSON, 2015).

As baleias jubarte são espécies migratórias, podendo ser encontradas tanto no Hemisfério Norte quanto no Hemisfério Sul, onde realizam suas migrações anuais, migrando para latitudes subtropicais durante o inverno, baixas latitudes, chamadas áreas de reprodução (BASTIDA *et al.*, 2007; JEFFERSON, 2015) para águas em latitudes altas no verão, áreas de alimentação (PAYNE e McVAY, 1971; WINN e WINN, 1978; TYACK,1981;DARLING, 1983; SILBER, 1986; BASTIDA *et al.*, 2014; JEFFERSON, 2015). A única população registrada que não realiza migrações é a do Mar da Arábia (MIKHALEV, 1997 ; POMILLA *et al.*,2014; MAHANTY, 2015).

Desde a proibição da caça, as populações têm aumentado e são agora uma espécie com menor risco de extinção (ZERBINI *et al.*,2006; ROSSI-SANTOS *et al.*, 2008; ANDRIOLO *et*

al., 2010). Pelo último censo aéreo realizado no ano de 2015 foi feita uma estimativa de 16.690 baleias jubarte se reproduzindo na costa brasileira do Rio Grande do Norte até o Rio de Janeiro (PAVANATO *et al.*, 2017). Outros trabalhos foram realizados, estimando a população em aproximadamente 20.000 indivíduos (BORTOLOTTO *et al.*, 2017).

A espécie foi extremamente explorada nas estações costeiras e águas pelágicas de todas as grandes bacias oceânicas (CHITTLEBOROUGH, 1965). Aproximadamente 200.000 baleias foram mortas depois de 1900, causando declínios incalculáveis para pequenas porcentagens dos seus níveis de pré exploração (FINFLAY, 2001). A população mundial de jubartes vem se recuperando ao longo do tempo, segundo o relatório da International Whaling Commission, em 2015, que apresentou o número populacional em cerca de 53.000 indivíduos, número baseado em trabalhos anteriores.

A Comissão Internacional de Baleias (International Whaling Commission), no Hemisfério Sul, protege as baleias jubarte desde 1966, dividindo-as em sete áreas de ocorrência (Figura 2; Quadro 1). A comissão também reconhece sete principais estoques reprodutivos de A a G, com alguns apresentando subdivisões (REILLY *et al.*, 2008).

De acordo com a International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2019) a espécie se encontra no status LC (Least Concern), que quer dizer pouco preocupante. No Brasil, a lista elaborada pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), apresenta em seu relatório, o status de Quase Ameaçadas (NT), para cuidados e atenção (MMA, 2014). Em 2018, a mesma lista, do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), retirou a jubarte do seu relatório de espécies ameaçadas devido ao crescimento da população (MMA, 2018).

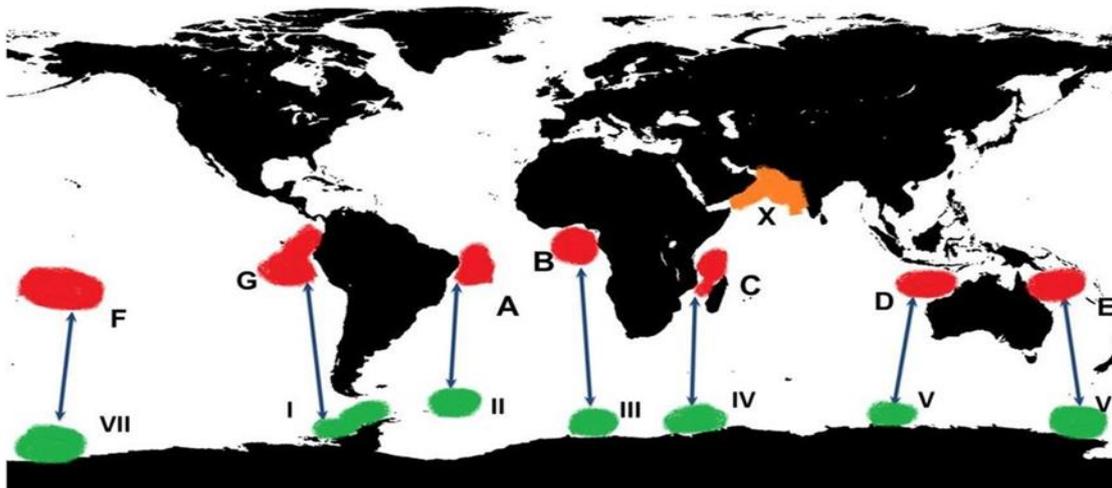


Figura 2 :Mapa da distribuição das baleias jubarte no Hemisfério Sul. Em vermelho (A e G), estão marcados os estoques reprodutivos de Baleia Jubarte, em verde (I a VII), as áreas de alimentação, e em laranja (X), a população do Mar da Arábia que não realiza migrações (IWC, 1998).

A população que frequenta a Costa Brasileira é representante do estoque reprodutivo A. Pesquisas realizadas por monitoramento de satélites, apontam como destino migratório as proximidades das Ilhas Geórgia do Sul e Sandwich do Sul, na região da Antártica (ZERBINI *et al.*, 2006 ; ZERBINI *et al.*, 2011).

São observadas nas proximidades do Arquipélago de Fernando de Noronha (3°51'S) e Trindade e Martins Vaz (20°30'S) (LODI, 1994). O Banco dos Abrolhos, no Brasil, é o principal sítio reprodutivo da espécie no Atlântico Sul Ocidental (ENGEL, 1996; SICILIANO, 1997; MARTINS *et al.*, 2001; ANDRIOLO *et al.*, 2006).

O número de jubartes na região de Abrolhos aumenta a partir do início de julho,

chegando a um pico em setembro, decrescendo até o final de novembro, período onde a maioria dos indivíduos já retornou para a área de alimentação (MORETE *et al.*, 2008). A maior densidade de indivíduos, bem como, a porcentagem mais elevada de grupos com filhotes recém-nascidos, é encontrada na região de Abrolhos no período de maio a dezembro (ZERBINI *et al.*, 2004).

Quadro 1 : Estoques reprodutivos de baleia jubarte no Hemisfério Sul, reconhecidos pela IWC, (REILLY *et al.*, 2008).

Grupo	Áreas
A	Sudoeste do Atlântico: costa do Brasil
B	Sudeste do Atlântico: costa da África Ocidental do Golfo da Guiné até a África do Sul
C	Sudoeste do Oceano Índico: costas do leste da África do Sul, Moçambique, Madagascar (costa sul, oeste e leste), Mayotte, Ilhas Comores e outros grupos nas ilhas ocidentais no Oceano Índico
D	Oceano Índico Sudeste: noroeste da Austrália
E	Sudoeste do Pacífico: nordeste da Austrália, Nova Caledônia, Tonga e Fiji
F	Centro do Pacífico Sul: Ilhas Cook e Polinésia Francesa
G	Sudeste do Pacífico: Equador, Galápagos, Colômbia, Panamá e Costa Rica

1.2.2 Propagação de Som no Ambiente Aquático

O som subaquático pode se propagar rapidamente por grandes distâncias, podendo chegar a velocidade 1.500m/s, sendo aproximadamente cinco vezes maior que a do ar, que atinge 340 m/s, propagando-se ao longo de vários quilômetros. Como a visibilidade encontrada nos oceanos é muito baixa, chegando algumas vezes a 30m e sendo na maioria próxima a zero, a audição bastante desenvolvida, principalmente dos mamíferos marinhos, favorece a existência de comunicação sonora. (HOPP, 1998).

1.2.3 Mecanismo de Produção de Som

No trabalho realizado por REIDENBERG e LAITMAN (2007), onde examinaram 8 baleias jubarte, tiveram como resultado a descoberta de uma estrutura chamada dobra U (U-fold) no lúmen da laringe, que seria homóloga às cordas vocais encontradas nos mamíferos terrestres. Ao contrário do que acontece com as pregas vocais dos mamíferos terrestres, que têm o mecanismo de ficar perpendiculares ao fluxo de ar, nos mysticetes a dobra U, ficaria paralela ao fluxo de ar. O grande tamanho, além da complexidade da laringe deste animal, indica que se trata de um órgão com múltiplas funções como, proteção durante a respiração, deglutição, regulação do fluxo de ar, pressões nos espaços respiratórios e geração de sons.

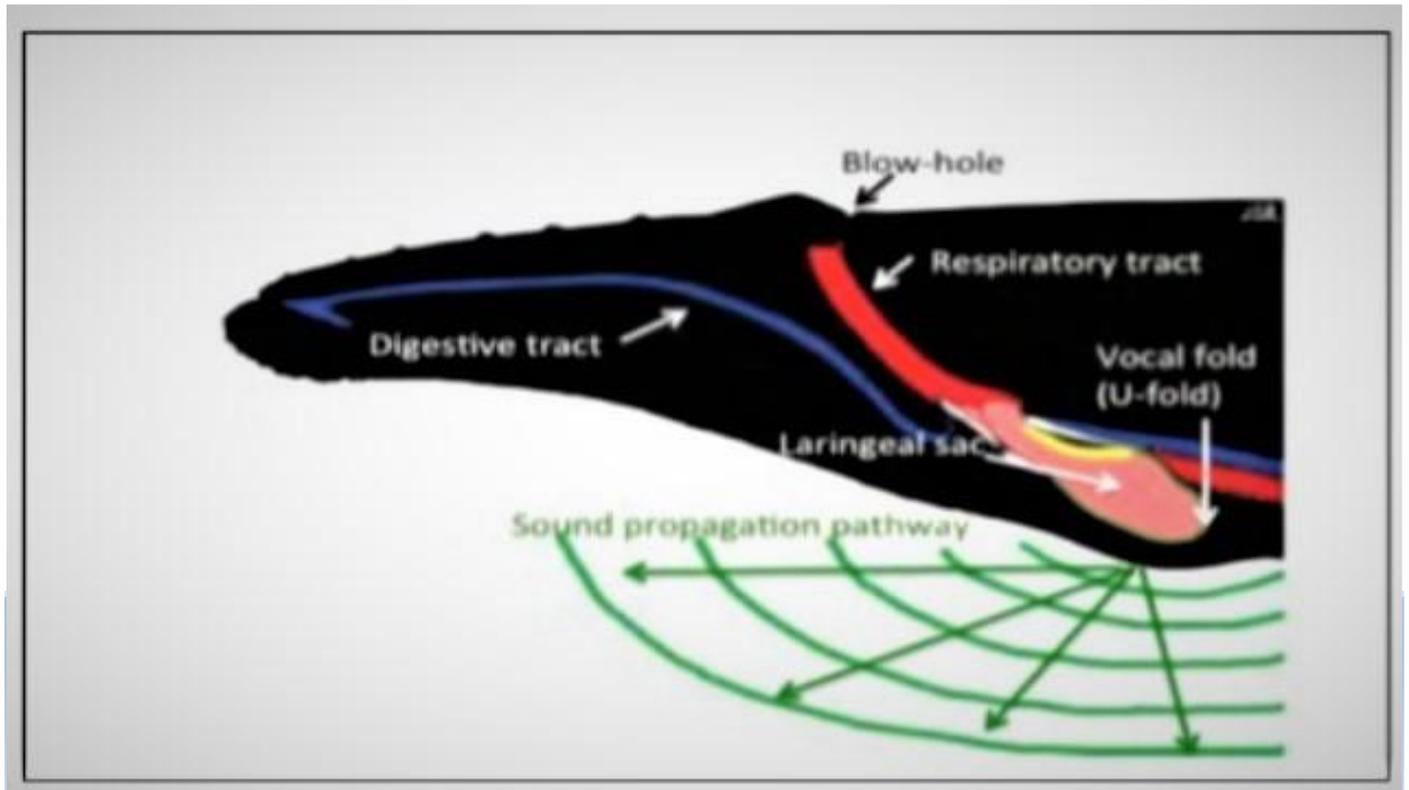


Figura 3 : Demonstração da emissão sonora de um mistoceto. Em azul nós temos o trato digestivo, em vermelho o trato respiratório, o saco da laringe em rosa, onde se encontra a dobra U, análoga à corda vocal (REINDENBERG e LAITMAN, 2007).

1.2.4 Canção de Baleia jubarte

As primeiras gravações de baleia jubarte de que se tem conhecimento, foram obtidas a partir de gravações feitas por Schreiber em 1952, com a instalação de um hidrofone da Marinha, na estação subaquática de Oahu, Havaí (SCHREIBER, 1952). Contudo, ele não identificou que esses sons eram de baleia jubarte. Posteriormente Schevil, em 1964, identificou que os sons se tratavam de baleia jubarte (SCHEVIL, 1964). Frank Watlington, em Bermudas, usou um hidrofone com uma instalação semelhante ao de Schreiber, durante a migração da primavera (1953 a 1954) no talude do Oceano Atlântico Norte (RICHARDSON *et al.*, 1995). Apenas em 1971, identificaram as emissões como sendo de machos de baleia jubarte, classificando-as de modo hierárquico em Unidades, Frases, Temas e Canção (PAYNE e McVAY, 1971). O som mais curto e contínuo é a Unidade. Pulsos rapidamente sequenciados são as Subunidades. Uma série de Unidades constituem as Frases e uma sequência ininterrupta de Frases semelhantes é um Tema. Vários Temas distintos formam uma Canção e uma série de Canções, que não apresentam uma pausa de menos de um minuto, são denominados Música, que podem durar muitas horas. Essa classificação é bastante usual para a caracterização das emissões sonoras de baleia jubarte em todo o mundo até hoje (PAYNE e McVAY, 1971).

As baleias jubarte dentro dos Mysticeti são aquelas que apresentam um repertório acústico bem elaborado, já conhecido em várias partes do mundo. As vocalizações vão diferir durante as épocas de alimentação e reprodução: nas áreas de alimentação vão ser realizadas emissões sonoras mais simples, na área de reprodução, elas produzem canções altamente complexas (PAYNE e McVAY, 1971; RICHARDSON *et al.*, 1995; AU *et al.*, 2006).

São assim descritos três tipos de vocalizações de *Megaptera novaeangliae*: 1- “Canções” que são sons emitidos nos períodos de reprodução, no final do outono, inverno e primavera (GLOCKNER, 1983; PACE, 2013), realizados apenas por machos da espécie (TYACK, 1981; TYACK e WHITEHEAD, 1983; SILBER, 1986; MOBLEY *et al.*, 1988; CERCHIO *et al.*, 2001). 2- “Sons Sociais”, que são produzidos por ambos os sexos, sem apresentar sons complexos, emitidos por baleias que estão em grupos de inverno e verão (MOBLEY *et al.*, 1988; CERCHIO e DAHLHEIM, 2001; FRAZER e MERCADO, 2000; SIMÃO e MOREIRA, 2005; DUNLOP, 2007) e 3- “Sons de Alimentação”, caracterizados como sons emitidos em áreas de alimentação no verão, realizados por grupos de 7 a 9 indivíduos de ambos os sexos (MOBLEY *et al.*, 1988).

As frequências das canções podem variar de 20Hz a 4kHz, variando de 140 a 174dB (AU *et al.*, 2006), com duração de 12 a 25 minutos e repetição da canção de até 22 horas (PAYNE e McVAY, 1971). Também foram encontrados pulsos de baixa frequência de 40Hz, sem função identificada (DARLING, 2015). SILBER (1986) identificou sons sociais no Havaí com frequências em sua maioria abaixo de 3Hz e duração de 0,25 a 5s. MOBLEY *et al.* (1988) descreveram sons de alimentação no Havaí, onde as frequências variaram de 45 a 550Hz, com uma duração média de 2,9s.

As emissões podem ser detectadas por um hidrofone a uma distância entre 13 a 15km (WINN *et al.*, 1973). Alguns autores averiguaram que a propagação pode ocorrer a uma distância entre 30km a 40km (WINN e WINN, 1978; HELWEG, *et al.*, 1990).

As canções de machos de baleias jubarte apresentam sons complexos e repetitivos, com uma hierarquia bem definida (PAYNE e McVAY, 1971; TYACK, 1981; TYACK e WHITEHEAD, 1983; ARRAUT e VIELLARD, 2004; CHOLEWIAK *et al.*, 2012).

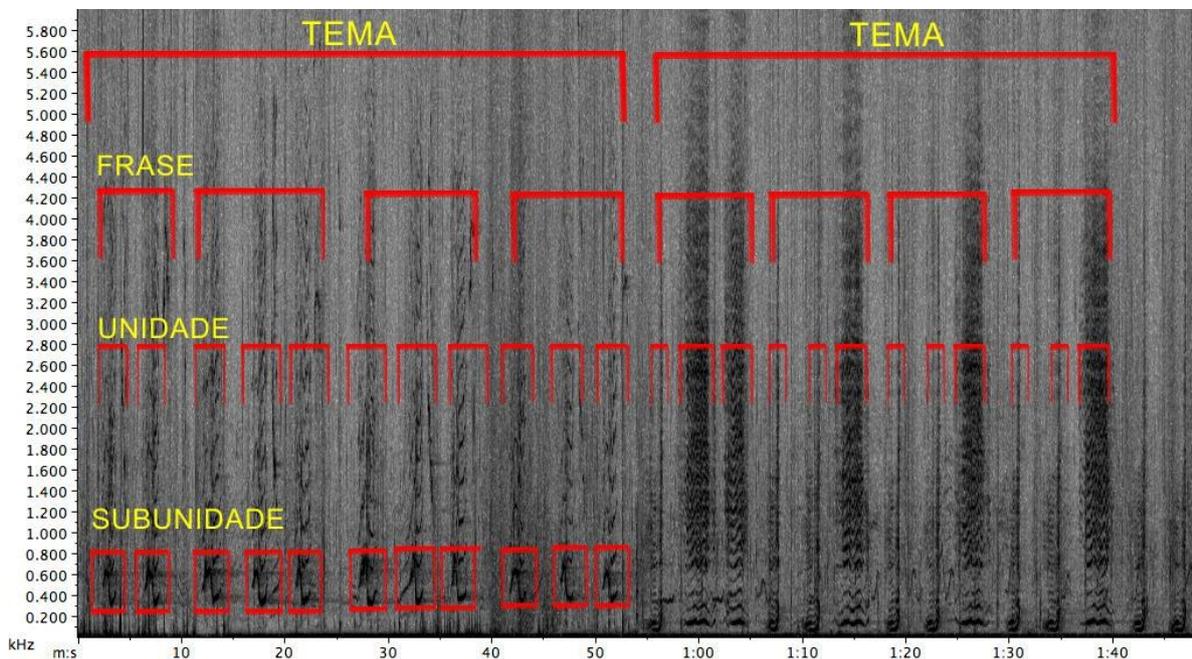


Figura 4 : Espectrograma que mostra as divisões de uma canção de baleia jubarte.

A hipótese inicial é que essas canções sejam importantes, funcionando como um sinal intersexual, podendo também ter outras finalidades (CLAPHAM, 1996; PACE, 2013). Foi proposto que a complexidade encontrada e as mudanças que ocorrem nas canções poderiam ser demonstradas pela escolha feminina (TYACK, 1981). Nas últimas duas décadas, vários pesquisadores concluíram que a provável função do canto seria atrair as fêmeas, depreciar os

machos ou sinalizar sua intenção de se defender se forem atacados (TYACH e WHITEHEAD, 1983; MEDRANO, 1994; FRANKEAL, 1995; CLAPHAM, 1996). Dentro desse contexto as jubartes poderiam seguir o sistema de acasalamento do tipo lek, onde os machos se agregam, exibem e atraem parceiros (HERMAN e TAVOLGA, 1980; MOBLEY e HERMAN, 1985; CLAPHAM, 1996).

Um outro contexto surgiu a partir do comportamento masculino, que é a competição ostensiva pelo acesso à fêmea (DARLING *et al.*, 1983; TYACK e WHITEHEAD, 1983, 1985; MOBLEY e HERMAN, 1985; SILBER, 1986). Essas hipóteses juntas fornecem a base para dizer que as baleias jubarte teriam um sistema de poligamia dominante (DARLING, 1983; MOBLEY e HERMAN, 1985; BROWN e CORKERON, 1995; CLAPHAM, 1996). O trabalho de DARLING e BERUBÉ (2001) indicou que a canção pareceu facilitar a ordem social masculina de alguma forma, usando a canção para localizar a posição de um outro cantor, ao qual eles poderiam se juntar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A região do Banco de Abrolhos apresenta como área de extensão aproximadamente 56 mil km², entre as latitudes de 16° a 19° e longitudes de 37° a 39°, apresentando 246 km de largura na expansão da plataforma continental (LIMA *et al.*, 1999 ; LEÃO, 2003). Tem como limite ao sul, a foz do Rio Doce (ES) e ao Norte a Foz do Rio Jequitinhonha (BA). A principal característica da região é a presença de uma estreita plataforma continental de extensão de aproximadamente 15 km (NETO, 2010). A média de profundidade ao longo da plataforma é de 20 a 70m e a amplitude da maré varia entre 0,1 a 2,6m. Esta grande porção de águas rasas estende-se a distâncias de até 200km da costa (CASTRO e PIRES, 2001 ; LEO, 2003). Nesta região está localizado o Parque Nacional Marinho de Abrolhos, com uma área de mais de 90 mil hectares, sob jurisdição da Marinha do Brasil. O Banco de Abrolhos apresenta uma grande diversidade de estruturas sedimentares, que vão englobar recifes de coral, que são considerados os mais importantes do Atlântico Sul (MOURA *et al.*, 2013), recifes rasos (CUNHA, 2013), além de algas calcárias, lamas calcíferas e areias (LEÃO, 1982).

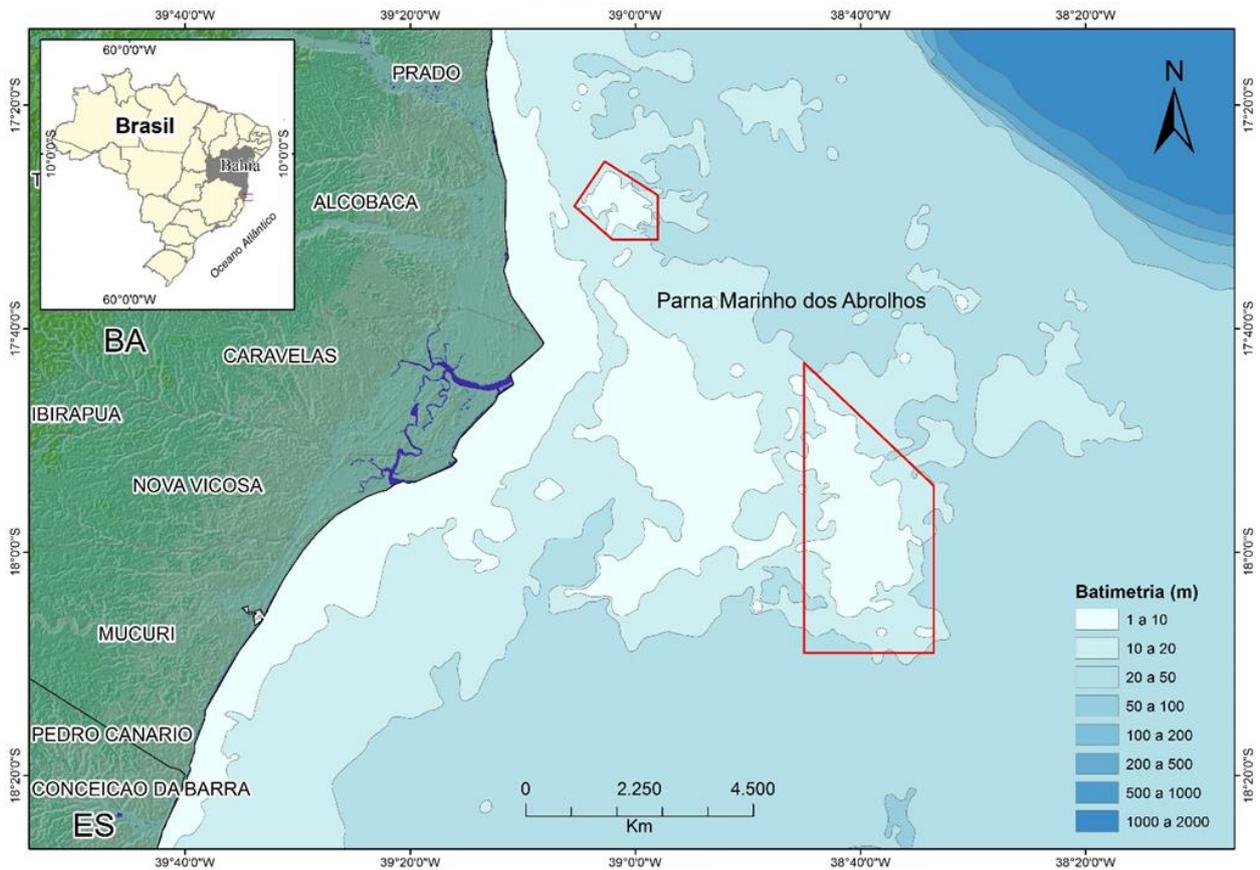


Figura 5: Mapa da região de Abrolhos, onde os registros das vocalizações das baleias jubarte foram feitos. As áreas em vermelho estão demarcando as divisas do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos.

2.2 Registros Sonoros

Os registros das vocalizações das baleias jubarte foram realizados pela equipe do Instituto Baleia Jubarte (IBJ) de 2005 a 2016. Os dados coletados não tiveram um protocolo de coleta específico, variando em tempo de gravações, tipo de equipamentos e número de animais na área de coleta. Conforme a finalização dos outros trabalhos em campo (foto-identificação, coleta de material biológico) a embarcação, de madeira do tipo saveiro de 15m e motor a diesel de 250hp, desligava os motores e assim era possível realizar as gravações. Ao longo dos anos, o equipamento de registros sonoros variou em função do crescente avanço tecnológico que derivou nos sistemas de aquisição de áudio e vídeo digitais. Entre os anos 2005 e 2007, as emissões foram registradas utilizando um sistema analógico gravador cassete Sony TCD-5M (resposta de frequência de 24kHz) ou, eventualmente, um sistema analógico-digital (vídeo-câmera Sony VX-1000, Sony). A partir de 2008, passou-se a utilizar um sistema digital para registros sonoros, isto é, um minigravador digital M-Audio MicroTrack II (Avid Technology, Inc.), com taxa de amostragem de 48kHz. Os sistemas de registros sonoros sempre estiveram plugados ao hidrofoneo HTI 94 SSQ (High Tech, Inc.), com resposta de frequência entre 2Hz - 30kHz. Mesmo com os diferentes equipamentos as gravações das emissões sonoras de jubarte apresentaram boa qualidade para o estudo.

Os registros foram feitos a partir de cruzeiros realizados na temporada de baleia jubarte entre os meses de Julho, Agosto, Setembro, Outubro e Novembro. Os dados do sistema digital foram obtidos pelo armazenamento de áudio (WAV- Waveform Audio File Format). Estes

dados se encontram na tabela abaixo. As coletas dos dados foram realizadas em 10 anos durante as temporadas.

Quadro 2 : Anos de coleta com os respectivos registros de sonoros obtidos.

Ano do Registro	Mês de Registro	Duração do Registro(hh:mm:ss)	Tamanho do Registro(Mb)
2005	JULHO/AGOSTO	00:21:38	237
2006	JULHO	00:35:32	358
2007	JULHO	00:36:25	182,9
2008	AGOSTO	00:21:28	237
2009	OUTUBRO	01:52:31	1853
2010	AGOSTO	01:02:25	1825
2011	NOVEMBRO	00:20:05	202
2013	OUTUBRO	00:09:48	80,8
2015	OUTUBRO	01:24:30	540
2016	JULHO	00:10:19	28,3
2016	AGOSTO	00:10:11	27,9
2016	SETEMBRO	00:40:08	110,1
2016	OUTUBRO	00:10:20	28,4
TOTAL		07:53:20	5710,4

Só foram utilizadas as amostras que apresentaram qualidade suficiente para a realização das análises. Amostras com muito ruído ou com muitas baleias vocalizando ao mesmo tempo não foram utilizadas.

2.3 Análise dos Registros Sonoros

Todas as gravações foram analisadas no Laboratório de Bioacústica e Ecologia de Cetáceos (LBEC) do Departamento de Ciências Ambientais do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (IF/UFRRJ). Só foram utilizadas as amostras que apresentaram qualidade suficiente para a realização das análises. Amostras apresentando baixa qualidade, com alto ruído ou com muitas baleias vocalizando ao mesmo tempo não foram utilizadas. neste estudo. As emissões sonoras foram analisadas qualitativamente por meio do software Raven Pro 1.5 (Cornell Laboratory of Ornithology), o qual forneceu o sinal sonoro no domínio da frequência (espectrograma).O estudo se concentrou em análise de Frases e Temas de acordo os critérios utilizados por CHOLEWIAK *et al.* (2012).

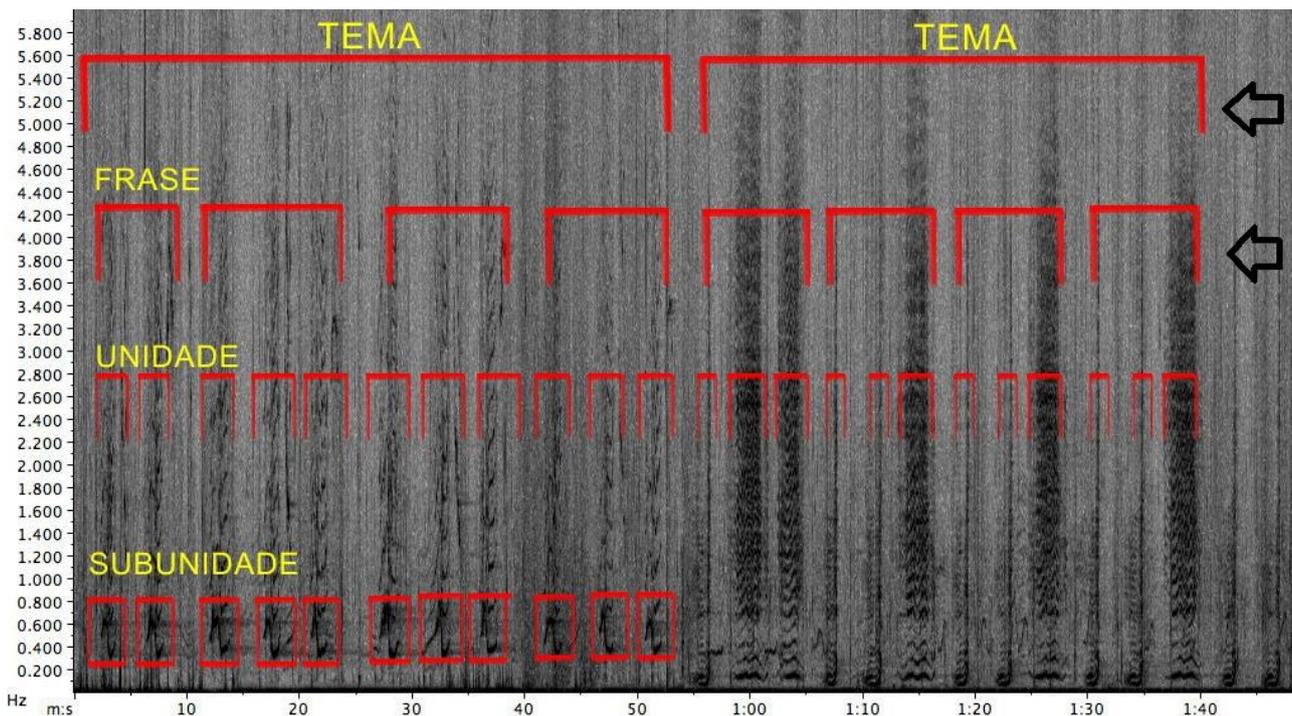


Figura 6 : Espectrograma mostrando as divisões da canção de baleia jubarte, as setas mostram as duas divisões utilizadas neste estudo, Frases e Temas.

Foram medidos 5 parâmetros para análise das Frases usando o software Raven 1.5 (Cornell Laboratory of Ornithology, NY, EUA). Os dados gerados das análises foram organizados em planilhas “.XLS” (Microsoft Excel). Os parâmetros estão abaixo:

- 1- Menor Frequência - A frequência inferior ligada à seleção. (Hz)
- 2- Maior Frequência - A frequência superior ligada à seleção. (Hz)
- 3- Delta da Frequência - A diferença entre os limites de frequência superior e inferior da seleção. (Hz)
- 4- Frequência Pico- A frequência onde ocorre o maior pico energia na seleção. (Hz)
- 5- Duração do tempo- Diferença entre o tempo inicial e o final da seleção. (s)

Foram calculados a média, o desvio padrão (Dp), o valor mínimo (Vmin) e o valor máximo (Vmax) de cada parâmetro de cada Frase analisada. Estas mesmas análises também foram feitas separadamente em Frases que ocorreram em dois anos ou mais. Os dados gerados foram registrados em uma planilha digital de formato. XLS (Microsoft Excel). Para verificar a variação entre as Frases que apareceram em dois anos, foi utilizado o teste t-Student de amostras independentes, com nível de significância de 5%. Foram realizadas, também, análises de variâncias (ANOVA) com nível de significância de 5% e o teste de Tukey aplicados apenas nas Frases que ocorreram em três anos, para verificar se houve variações significativas entre os anos de estudo. Com o valor do teste Post Hoc onde o $p < 0,05$ representa variação significativa

ao ano e o $p > 0,05$ não representa variação significativa ao ano. Os testes foram realizados pelo software Statistical Product and Service Solutions (SPSS 20).

Para a caracterização dos Temas foram selecionadas as Unidades que compunham as Frases apresentando um sinal-ruído (SNR) de boa qualidade (-10Bd) o qual fornece representações gráficas do sinal sonoro no domínio da frequência (espectrograma). A análise destas unidades mediu a Frequência Pico (Hz) e duração do tempo(s).

A identificação dos Temas foi feita a partir do trabalho de PAYNE e PAYNE (1985) que os classificaram em três tipos diferentes baseados em sua organização: 1- Temas estáticos são aqueles com uma sequência quase idênticas de Frases. 2- Temas progressivos são aqueles em que Frases sucessivas evoluem progressivamente de uma forma para outra. As Unidades podem mudar gradualmente em frequência e/ou forma, ter acréscimo de Unidades ou perda e ser entregue a uma taxa mais lenta ou mais rápida (ou seja, em intervalos interunidades diferentes). As Frases podem evoluir de tal forma que as mudanças são progressivas, sistemáticas e irreversíveis a cada repetição sucessiva. 3- Temas não padronizados são aqueles que um número variável de Unidades não tem organização clara e, portanto, não são subdivididos em Frases repetitivas.

3. RESULTADOS

3.1 Análises Qualitativas das Emissões Sonoras

Num total de aproximadamente 8 horas de gravação (6GB), foi possível analisar 6 horas e 09 minutos e 04 segundos (3,7GB). Os anos utilizados foram os de 2005, 2006, 2007, 2008 (apesar de muitas baleias vocalizando foi possível filtrar informações relevantes), 2009, 2011, 2013, 2015 e 2016, nesses três últimos anos com amostras boas em qualidade e outras não utilizadas. O estudo, com isso, teve uma abrangência de 9 anos e apenas o ano de 2010, sem condições de análises pela grande quantidade de ruído antropogênico existente nas amostras. Os registros com qualidade relevante para análise são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 3: Informações sobre os registros sonoros utilizados para as análises.

Ano do Registro	Mês de Registro	Duração do Registro(hh:mm:ss)	Tamanho do Registro(Mb)
2005	JULHO/AGOSTO	00:21:38	237
2006	JULHO	00:35:32	358
2007	JULHO	00:36:25	182,9
2008	AGOSTO	00:21:28	237
2009	OUTUBRO	01:52:31	1853
2011	NOVEMBRO	00:20:05	202
2013	OUTUBRO	00:09:48	80,8
2015	OUTUBRO	01:00:59	452,8
2016	JULHO	00:10:19	28,3
2016	AGOSTO	00:10:11	27,9
2016	SETEMBRO	00:30:08	82,6
TOTAL		06:09:04	3742,3

3.2 Identificação de Frases e Temas

As Frases e Temas foram identificados a partir da classificação utilizada de PAYNE e McVAY (1971), onde o som mais curto e contínuo é considerado a *Unidade*. A tabela abaixo é um comparativo ao longo dos anos de Frases e Temas, mostrando a quantidade de Frases e Temas, além da constituição de cada Tema, com suas respectivas Frases. (Tabela 1). Nota-se que o primeiro ano do estudo, 2005, é composto por uma pequena quantidade de Frases que tem uma longa duração. Os anos de 2006 e 2007 são mais abundantes em relação à quantidade e alternância de Frases, onde as Frases de 2005 não aparecem mais. Os anos que se seguem, de 2008 a 2016, notamos o aparecimento de novas Frases e a manutenção de umas poucas, de anos anteriores (Tabela 1).

No ano de 2005, apenas três Frases são registradas (Tabela 1). No ano seguinte, 2006, as Frases do ano anterior não aparecem mais, sendo renovadas com o surgimento de seis Frases novas. Em 2007, além do conteúdo que aparece no ano anterior, duas novas Frases surgem, configurando o ano de maior ocorrência de Frases do presente estudo, oito Frases no total (Tabela 1). Em 2008, apesar de apenas uma Frase ter sido selecionada para análise, devido à grande quantidade de animais vocalizando ao mesmo tempo, provavelmente as Frases que apareceram nos anos anteriores podem estar presentes, mas não puderam ser analisadas. Em 2009, a canção só vai manter uma Frase que foi encontrada nos anos anteriores, sendo acrescida de uma única nova Frase (Tabela 1).

Em 2011 são encontradas duas Frases remanescentes dos anos anteriores. A partir de 2013 até 2016 são encontradas Frases que não tinham aparecido anteriormente (Tabela 1). A canção parece ser um conjunto de material novo de ano para ano, sempre havendo acréscimo ou supressão de alguma Frase.

Tabela 1: Composição das Frases nos Temas.

ANO	FRASE	FRASE(n)	TEMAS	TEMAS(n)	Tema 1	Tema 2	Tema 3	Tema 4	Tema 5	Tema 6	Tema 7	Tema 8	Tema 9	Tema 10	Tema 11	Tema 12	Tema 13
2005	1,2, 3	três	1, 2, 3	Três	1,1,1,1,1, 1,1,1,1,1, 1,1,1,1,1	2,2,2	3,3,3,3,3, 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	4,5,6,7,8, 10	seis	4,5,6,7	Quatro	-	-	-	5,5,5,4,5, 5,5,4,5,5, 5,4,5,5,5, 4,5,5,5,4	6,6,6,6,6, 6,6,6,6,6, 6,6,	4,7,4,7,4, 7,4,7,4,7, 4,7,4,7,4, 7,4	8,10,8,10, 8,10,8,10	-	-	-	-	-	-
2007	4,5,6,7,8, 9,10,14	oito	4,5,6,7,8	Cinco	-	-	-	5,5,5,4,5, 5,5,4,5,5, 5,4,5,5,4, 5,5,4	9,6,9,6,6, 6,6,6,6,6,	4,7,4,7,4, 7,4,7,4,7, 4,7,4,7,4, 7,4,7,4	8,10,8,10, 8,10,8,10	14,14,14, 14,14,14, 14,14,14, 14,14,14,	-	-	-	-	-
2008	15	um	9	um	-	-	-	-	-	-	-	-	15,15,15	-	-	-	-
2009	10,13	duas	10,11	dois	-	-	-	-	-	-	10,10,10, 10, 10, perdend o o 8	-	-	13,13,13	-	-	-
2011	9,13	duas	11,6	dois	-	-	-	-	9,9,9 Perdend o 6	-	-	-	-	13,13,13	-	-	-
2013	12	um	12	um	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,12,12, 12	-	-	-
2015	11, 12	duas	11,12	dois	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,12,12, 12	11,11,11, 11	-	-
2016	11, 12,16	três	11,12,13	três	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,12,12, 12	11,11,11, 11	16,16,16, 16.16,16	-

Após uma visão ampla do panorama de todos os anos de estudo foram contabilizadas cada Frase a partir do ano de ocorrência. As Frases que aparecem repetidas em dois anos ou mais tendem, em sua maioria, a diminuir em quantidade de vezes em que são emitidas nos anos posteriores (Quadro 4), provavelmente, pela aprendizagem de Frases que não existiam anteriormente. As Frases 4, 5, 7 e 8 no ano de 2006 diminuem de quantidade em relação ao ano de 2007. A Frase 9 em 2007 aparece em uma quantidade maior do que em 2011. A mesma coisa acontece com a Frase 13 que ocorre em maior quantidade em 2009 do que em 2011 (Quadro 4).

A Frase 10 aparece em três anos, diminuindo em quantidade de 2006 para 2007 e aumentando bastante em 2009 (Quadro 4). A Frase 12, que também aparece em três anos, tem um aumento de 2013 para 2015, mas com uma queda em 2016, provavelmente pelo aparecimento da nova Frase 16 (Quadro 4).

Quadro 4 : Número de vezes em que cada Frase foi emitida por ano de estudo.

FRASE	Quantidade de Frases x Ano									
	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013	2015	2016	
1	30	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	-	41	11	-	-	-	-	-	-	
5	-	55	12	-	-	-	-	-	-	
6	-	33	53	-	-	-	-	-	-	
7	-	21	9	-	-	-	-	-	-	
8	-	20	4	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	14	-	-	5	-	-	-	
10	-	20	4	-	188	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	383	112	
12	-	-	-	-	-	-	40	50	18	
13	-	-	-	-	255	37	-	-	-	
14	-	-	70	-	-	-	-	-	-	
15	-	-	-	28	-	-	-	-	-	
16	-	-	-	-	-	-	-	-	149	
ANO	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013	2015	2016	

A mesma coisa acontece com a taxa de emissão por ano de cada Frase que foi calculada a partir da quantidade de Frases observadas, dividido pelo tempo de gravação de cada ano.

Quadro 5: Taxa de emissão realizada por ano.

	Taxa de Emissão x Ano								
1	1,4031	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,1403	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,2338	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	1,1608	0,3114	-	-	-	-	-	-
5	-	1,5172	0,331	-	-	-	-	-	-
6	-	0,9343	1,462	-	-	-	-	-	-
7	-	0,5945	0,2482	-	-	-	-	-	-
8	-	0,5662	0,1103	-	-	-	-	-	-
9	-	-	0,3862	-	-	0,2493	-	-	-
10	-	0,5662	0,1103	-	1,6739	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	6,3211	2,2231
12	-	-	-	-	-	-	4,2194	0,8252	0,3572
13	-	-	-	-	2,2705	1,8453	-	-	-
14	-	-	1,931	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	1,3157	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9575
ANO	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013	2015	2016

Foram obtidos a média, o desvio padrão, e os valores mínimo e máximo de todas as Frases, independente dos anos de ocorrência (Tabela 2).

Tabela 2 : Valores das médias (M), desvios padrões (Dp) mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros das 16 Frases em todos os anos de estudo.

Parâmetros	Menor Frequência (Hz)		Maior Frequência (Hz)		Delta da Frequência (Hz)		Frequência Pico (Hz)		Duração do Tempo (s)	
	Frases	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp
1	63,1±35,0	37,6 - 146,2	3988,2±739,8	3285,5 - 5885,4	3925,1±713,1	3218,6 - 5739,2	318,7±154	76-659	16,7±1,6	14,167 - 20680
2	63,1±35,1	82,1- 91,9	4966,5±135,2	4848,5- 5114	4880±137,8	4762,9- 5031,9	215,8±19,9	193-231	20,4±1	19,272-21,221
3	63,1±35,2	128,6-171,6	7342,8±79,8	7215,8-7416,3	7200,1±71,7	7087,2- 7270,6	496,3±96,5	334-563	13,6±0,8	12,217- 14748
4	63,1±35,3	127,3-219,7	5410,5± 953,9	3858,7- 7795, 9	5223,1±960,7	3670,5- 7625,4	375,9±133,5	250-743	7,9±0,6	6,881-10,697
5	63,1±35,4	21,9- 51,9	4542,4±543,9	3516,6-5569,3	4504,1±545,9	3473,8- 5545,6	216,2±122,2	43-673	4,6±1,1	2,698- 7,517
6	63,1±35,5	17,8- 348,2	7384,5±939,9	5934,2- 8873,8	7218,9±942,5	5820,3- 8686,3	665,3±723,5	148-4008	15,6±1,4	11,334- 18,715
7	63,1±35,6	58,6- 145,7	4920,1±968,5	3315,5- 6583,3	4817,8±965,3	3256,9- 6462,7	189,7±87	108-463	10,7±1,8	8,178- 14,572
8	63,1±35,7	21,4- 45,8	5824,1±1088,2	4314,1-7608,3	5793,3±1092,8	4289,6- 7586,5	184,1±62,4	83-334	12,1±2,8	5,725-16,281
9	63,1±35,8	17,2-221,3	4770,6±1094,6	3201,9-6551,1	4703,2±1098,1	3161,4-6517,2	189,8±125	51-377	8,9±1,7	6,650- 13,177
10	63,1±35,9	181,9 -376,5	8054,7±944,8	4758,5- 10160,6	7769,2±940,4	4446,6-9867,4	489,8±141,6	281-826	11,2±1,7	6,592-18,446
11	63,1±35,10	37,4- 277,3	4528,9±1770,6	2896,7- 11423,1	4452,2±1763	2800,5- 11346,9	480,1±264	107- 3372	5,9±1,1	3,759- 11,297
12	63,1±35,11	24,3-113,1	4778,5±2315,4	3261- 11638	4717,3±2307,9	3190,3- 11540,5	563,2±420,2	76-2010	3,2±0,7	1,758- 6,040
13	63,1±35,12	28,4- 107,1	7690,2±1242,5	3929,3- 9985,4	7632,2±1246,5	3856,1- 9921,5	223,2±123,4	41-891	10,4±1,5	6,534- 14,919
14	63,1±35,13	17,1- 58,5	4189,1±549,2	3193,7-5423,2	4152,6±550,9	3147,3- 5384,2	125,5±69,7	19-479	4,5±0,4	3,701- 5,609
15	57,5±7,3	44,2- 77,8	1396,8±300,9	1096,8 -1976,9	1339,3±303,3	1041-1930,4	408,8±158,4	76- 577	7,1±0,4	6,129- 7,806
16	94,7± 23,1	49,9 - 178,0	5959,7±1988,5	3182,1- 11000	5865±1978,8	3122,4- 10932,6	440,5±216	119 -1648	6,7±0,6	5,357- 8,211

A análise dos valores da média (M), o desvio padrão (Dp), o valor mínimo (Vmin) e o valor máximo (Vmax) de cada parâmetro revela que as Frases 1, 2, 3, 14, 15 e 16 aparecem apenas em um (01) ano entre os anos de estudo e, portanto, não foram realizados nem o teste t-Student, nem os testes Anova e Tukey para essas Frases. Abaixo temos imagens de exemplos das Frases 1, 2 e 3, que apareceram no ano de 2005 (Figura 7).

3.2.1 – Frases que foram emitidas em apenas um Ano

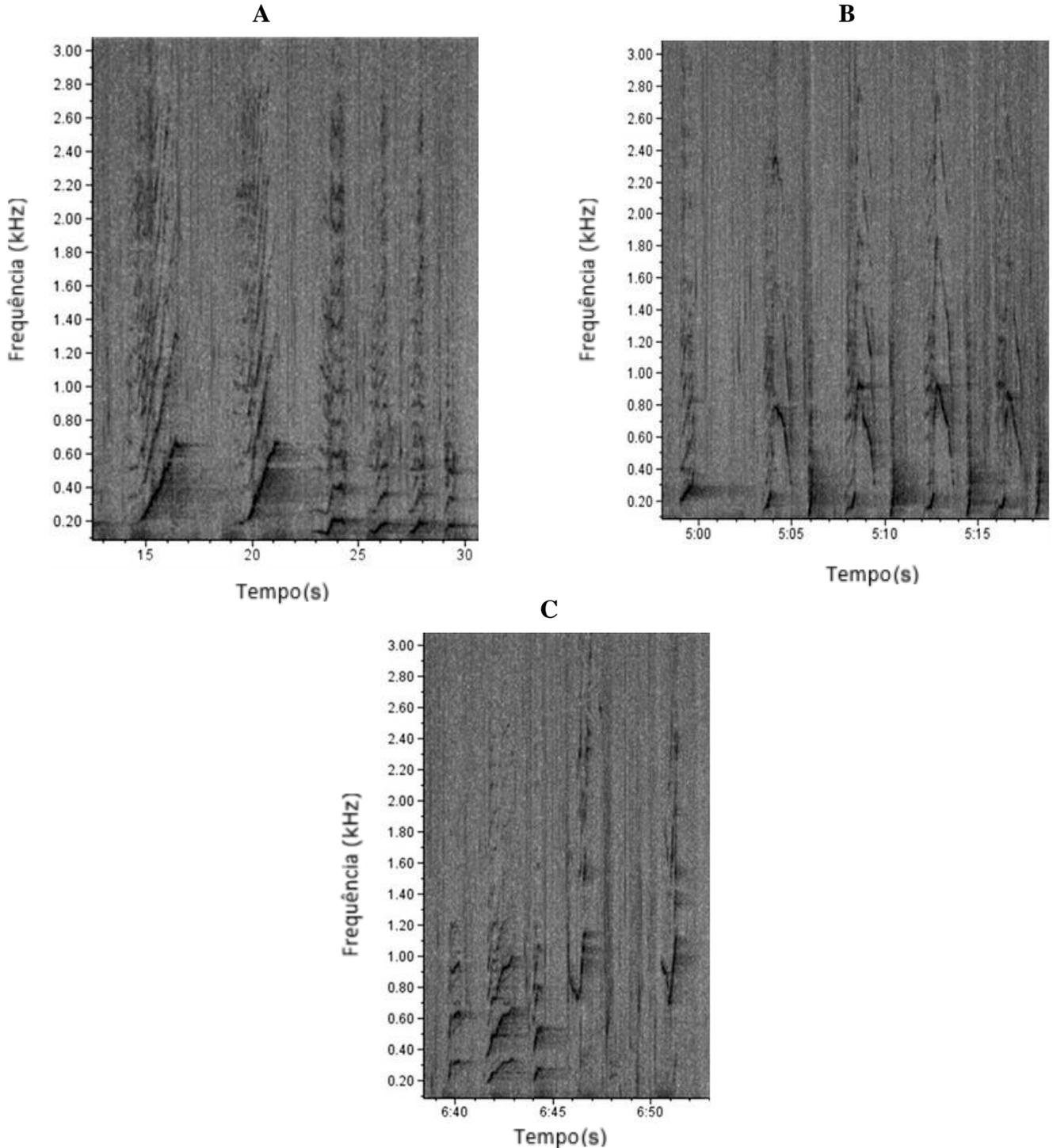


Figura 7: Exemplos de 3 Frases que aparecem em apenas 1 ano, dentre os anos de estudo. (A)- Frase 1; (B) - Frase 2; e (C) - Frase 3. FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

As Frases 14, 15 e 16, apareceram em apenas um ano, respectivamente, 2007, 2008 e 2016. Abaixo as imagens das três frases (Figura 8).

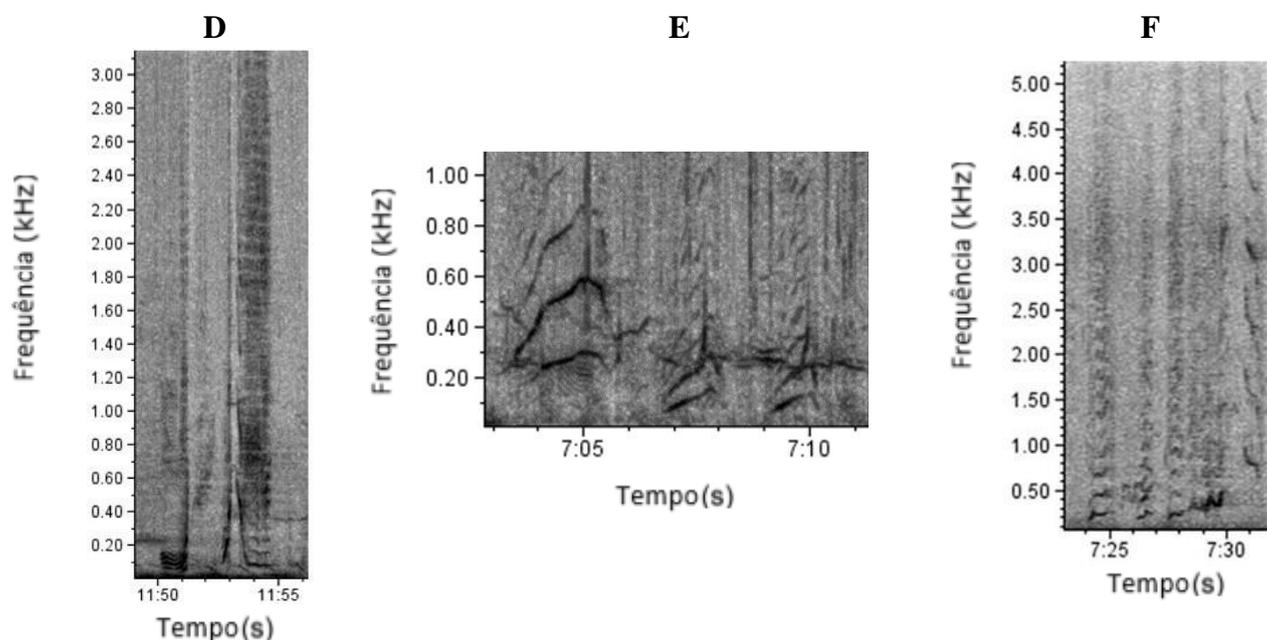


Figura 8:Exemplos de 3 Frases que aparecem em apenas 1 ano, dentre os anos de estudo. (D) - Frase 14; (E) - Frase 15; e (F) - Frase 16 FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

3.2.2 Frases que foram emitidas em 2 anos ou mais

Para estas Frases também foram calculados a média (M), o desvio padrão (Dp), o valor mínimo (Vmin) e o valor máximo (Vmax) de cada parâmetro (Tabela 2). As Frases 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 e 13 apareceram em 2 anos. Já as Frases 10 e 12 foram emitidas em 3 anos.

Uma das Frases que aparecem em dois anos é a 4, isto é, 2006 e 2007. (Tabela 3). Nas Frases que são repetidas em dois anos, a partir da mensuração dos parâmetros, constata-se que, em pelo menos um deles, existe uma variação significativa, apesar de serem as mesmas Frases. Parece existir sempre uma diferença entre elas, que pode ser ocasionada pela constante variação encontrada em uma canção. Isto acontece nas Frases 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 e 13 (Tabelas 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 e 10).

De acordo com os resultados relativos à Frase 4, houve apenas uma variação significativa ($p < 0,05$) em relação ao Delta da Duração (s), enquanto nos outros quatro parâmetros não houve variação significativa (Tabela 3).

Tabela 3: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 4, e os dos valores obtidos (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t- Student (Amostras independentes %).

ANOS	2006		2007		2006-2007	2006-2007
	Parâmetros	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	p-valor ¹ F
Menor Frequência (Hz)	186,5±19,4	127,3- 219,7	190,7±16,2	165,9- 219,4	0,632	0,520
Maior Frequência (Hz)	5404,6±1015,1	3859-7796	5362,2±720,7	4314-6367	0,293	0,898
Delta da Frequência (Hz)	5218,1±1023,4	3670,5- 7625,4	5171,6±720	4114,3- 6163,9	0,273	0,888
Frequência Pico (Hz)	388,1±147,9	250,3- 742,9	801,6±1576	288- 5552,9	p<0,05	0,405
Delta da Duração (s)	7,8±0,5	6,881 - 8,880	8,4±1	6,881-10,697	0,062	p<0,05

De acordo com os resultados do teste t-Student, relativos à Frase 5 pode-se constatar que temos uma variação significativa em todos os cinco parâmetros calculados (Tabela 4).

Tabela 4: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 5, e os valores obtidos pelo (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t- Student (Amostras independentes %).

ANOS	2006		2007		2006-2007	2006-2007
	Parâmetros	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	p-valor ¹ F
Menor Frequência (Hz)	39,6±6,9	23,2- 51,9	32,7±6,5	21,9-43,9	0,812	p<0,05
Maior Frequência (Hz)	4614,5±556,6	3516,6- 5569,3	4212,4±330,8	3635,1-4673,6	0,118	p< 0,05
Delta da Frequência (Hz)	4574,8±559,7	3473,8- 5545,6	4179,7±331,9	3596,1-4637,1	0,112	p<0,05
Frequência Pico (Hz)	235,4±115,2	61,9- 672,9	128,3±119	43,1-414,5	0,882	p<0,05
Delta da Duração (s)	4,2±0,6	2,698-6,688	6,3±0,9	4,742-7,517	p<0,05	p<0,05

De acordo com os resultados do teste t-Student, relativos à Frase 6, verificamos uma variação significativa em um parâmetro, que foi a Frequência Pico (Tabela 5).

Tabela 5: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 6, e os valores obtidos pelo (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t- Student (Amostras independentes %).

ANOS	2006		2007		2006-2007	2006-2007
Parâmetros	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	p-valor ¹ F	p-valor ² t
Menor Frequência (Hz)	184,1±41,2	127,9 -263,6	154±75,3	17,8 - 348,2	p<0,05	p<0,05
Maior Frequência (Hz)	7790,6±915,3	6546,1,-8873,8	7131,6±871	5934,2-8788	0,245	p<0,05
Delta da Frequência (Hz)	7606,6±942,8	6310,7- 8686,3	6977,5±866,1	5820,3- 8622,3	0,135	p<0,05
Frequência Pico (Hz)	552,4±392,3	207,3- 1477,7	735,6±864,7	148-4007,9	p<0,05	0,256
Delta da Duração (s)	15,3±0,9	13,415- 18,715	15,8±2,7	11,334- 18,388	p<0,05	p<0,05

Dos parâmetros que caracterizam a Frase 7, dois mostram variação significativa, a partir do teste t -Student (Tabela 6).

Tabela 6: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 7, e os valores obtidos (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t- Student (Amostras independentes %).

ANOS	2006		2007		2006-2007	2006-2007
Parâmetros	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	p-valor ¹ F	p-valor ² t
Menor Frequência (Hz)	103,5±14,7	78,1-145,7	99,7±25,8	58,6- 124,7	p<0,05	0,690
Maior Frequência (Hz)	5368,6±743,4	3972,8 - 6583,3	3873,7± 508,9	3315,5-4646,9	0,282	p<0,05
Delta da Frequência (Hz)	5265,2±741,2	3868,6- 6462,7	3374±503,3	3256,9- 4526	0,265	p<0,05
Frequência Pico (Hz)	204,3±100,5	107,7-463	155,5±17,5	134,6- 185,7	p<0,05	p<0,05
Delta da Duração (s)	10,3±1,4	8,543- 13,095	11,6±2,3	8,178- 14,5732	p<0,05	0,144

Dos parâmetros que caracterizam a Frase 8, dois mostram variação significativa, a partir do teste t -Student (Tabela 7).

Tabela 7: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 8, além dos valores obtidos (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t- Student (Amostras independentes %).

ANOS	2006		2007		2006-2007	2006-2007
Parâmetros	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	p-valor ¹ F	p-valor ² t
Menor Frequência (Hz)	29,9±7,3	21-46	35,5±7,8	25-43	0,854	0,173
Maior Frequência (Hz)	6079,6±1006,9	4759-7608,3	4546,4±212,6	4314,1- 4758,5	p<0,05	p<0,05
Delta da Frequência (Hz)	6049,8±1011,6	4724,1- 7586,5	4282,9±432,2	3796,7- 4719,8	p<0,05	p<0,05
Frequência Pico (Hz)	180,9±60,4	129,2-333,8	200,5±79,3	83,4- 258,4	0,549	0,577
Delta da Duração (s)	12,9±2,2	5,725-16,281	8±2,4	5,956- 11,494	0,601	p<0,05

A Frase 9 a partir do teste t-Student, só não apresenta variação significativa no parâmetro Menor Frequência (Tabela 8).

Tabela 8 : Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 9, além dos valores obtidos (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t- Student (Amostras independentes %).

ANOS	2007		2011		2007-2011	2007-2011
Parâmetros	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	p-valor ¹ F	p-valor ² t
Menor Frequência (Hz)	77±77,4	17,2- 221,3	40,6±5,4	32,8- 48,1	p<0,05	0,103
Maior Frequência (Hz)	5172,9±978	3638,2-6551,1	3644,2±362	3201,9-3961,1	0,068	p<0,05
Delta da Frequência (Hz)	5095,9±999	3590- 6517,2	3603,7±361,9	3161,4-3913	p<0,05	p<0,05
Frequência Pico (Hz)	248±109,6	78,1-376,8	70,5±21,3	51,1-105	p<0,05	p<0,05
Delta da Duração (s)	8±0,9	6,650-9,714	11,3±1,1	10,454- 13,177	0,760	p<0,05

Quanto à Frase 11, de acordo com o Teste t-Student, verificamos que todos os cinco parâmetros, possuem uma variação significativa p<0,05 (Tabela 9).

Tabela 9: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 11, além dos valores obtidos pelo (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t-Student (Amostras independentes %).

ANOS	2015		2016		2015-2016	2015-2016
Parâmetros	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	p-valor ¹ F	p-valor ² t
Menor Frequência (Hz)	69,6±18,5	37,4- 116,8	100,9±41,3	44- 277,3	p<0,05	p<0,05
Maior Frequência (Hz)	3967,9±513,6	2897- 5329	6447,2±2871,4	3509-11423	p<0,05	p<0,05
Delta da Frequência (Hz)	3898,3±512,7	2800,5- 5272,6	6346,3± 2872,3	3406,9- 11346,9	p<0,05	p<0,05
Frequência Pico (Hz)	448,2±113,5	106,9-917	589,3±500,3	118,7- 3372,1	p<0,05	p<0,05
Delta da Duração (s)	5,5±0,8	3,759- 8,436	7,2±1,2	5,051- 11,297	p<0,05	p<0,05

De acordo com o teste T-student realizado para a Frase 13, verificamos que todos os parâmetros mostraram uma variação significativa p<0,05 (Tabela 10).

Tabela 10: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 13, além dos valores obtidos pelo (1) Teste de Levene (Variâncias iguais) e do (2) Teste t-Student (Amostras independentes %).

ANOS	2009		2011		2009-2011	2009-2011
Parâmetros	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	p-valor ¹ F	p-valor ² t
Menor Frequência (Hz)	56,5±13,6	28,4-107,1	68,4±11,9	49,4- 94,9	0,638	p<0,05
Maior Frequência (Hz)	8066,6±746,5	6334,9- 9985,4	5096,1±792,1	5096,1±792,1	0,055	p<0,05
Delta da Frequência (Hz)	8010,1±746,9	6292- 9921,5	5027,7±800,6	3856,1- 5823,3	p<0,05	p<0,05
Frequência Pico (Hz)	220,7±131,5	41- 890,6	240,8±29,2	150,7- 312,2	p<0,05	p<0,05
Delta da Duração (s)	10,7±1,3	6534, 14,919	7,9±0,7	7,006 - 9,800	p<0,05	p<0,05

As frases 4, 5, e 6 que foram descritas em dois anos, 2006 e 2007 estão representadas pela figura 9.

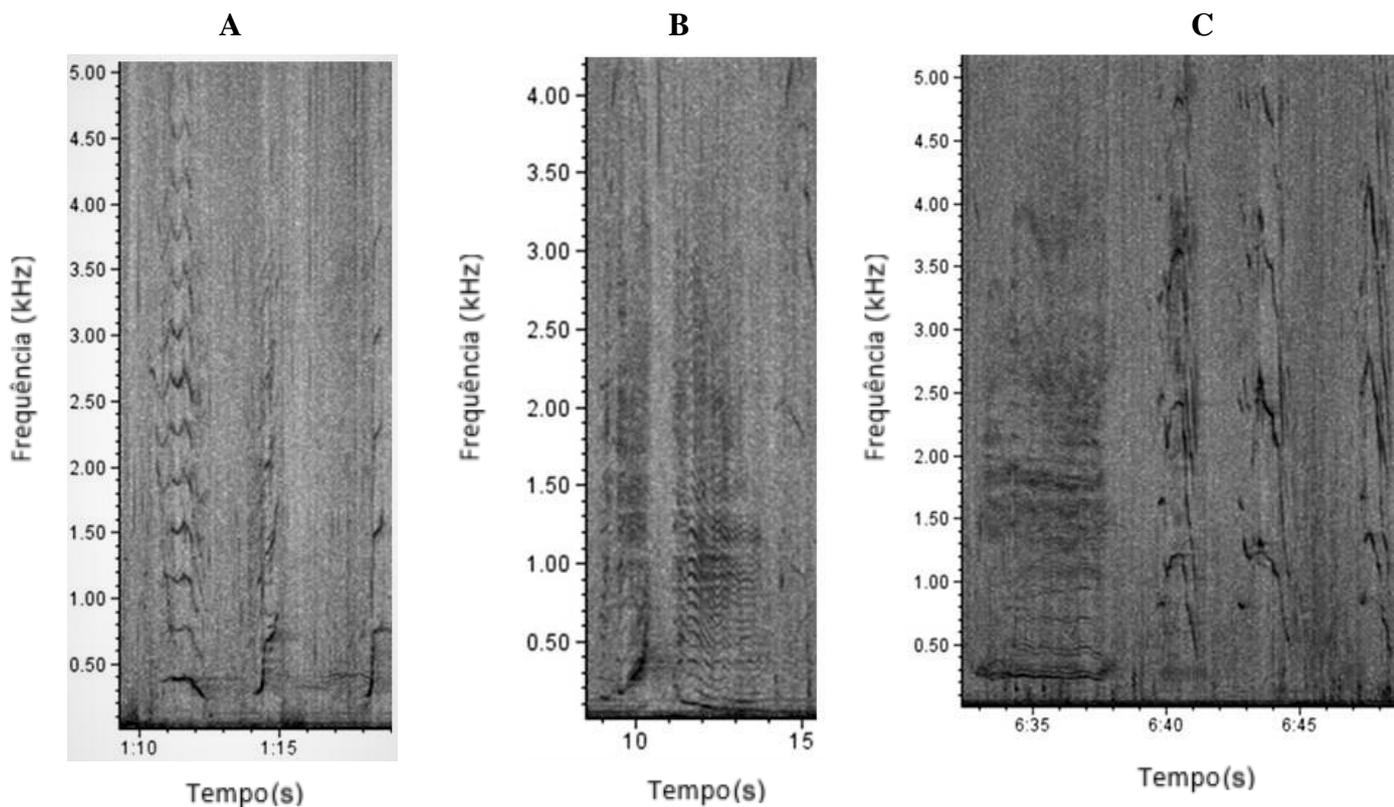


Figura 9: (A, B e C) – Espectrograma de 3 Frases que aparecem em 2 anos, 2006 e 2007 dentre os anos de estudo (A)- Representa a Frase 4, (B)- representa a Frase 5 e o (C) representando a Frase 6. Todas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

As Frases 7, 8 e 9 que foram descritas nos anos de 2006, 2007 e 2009 respectivamente estão representadas pela figura 10.

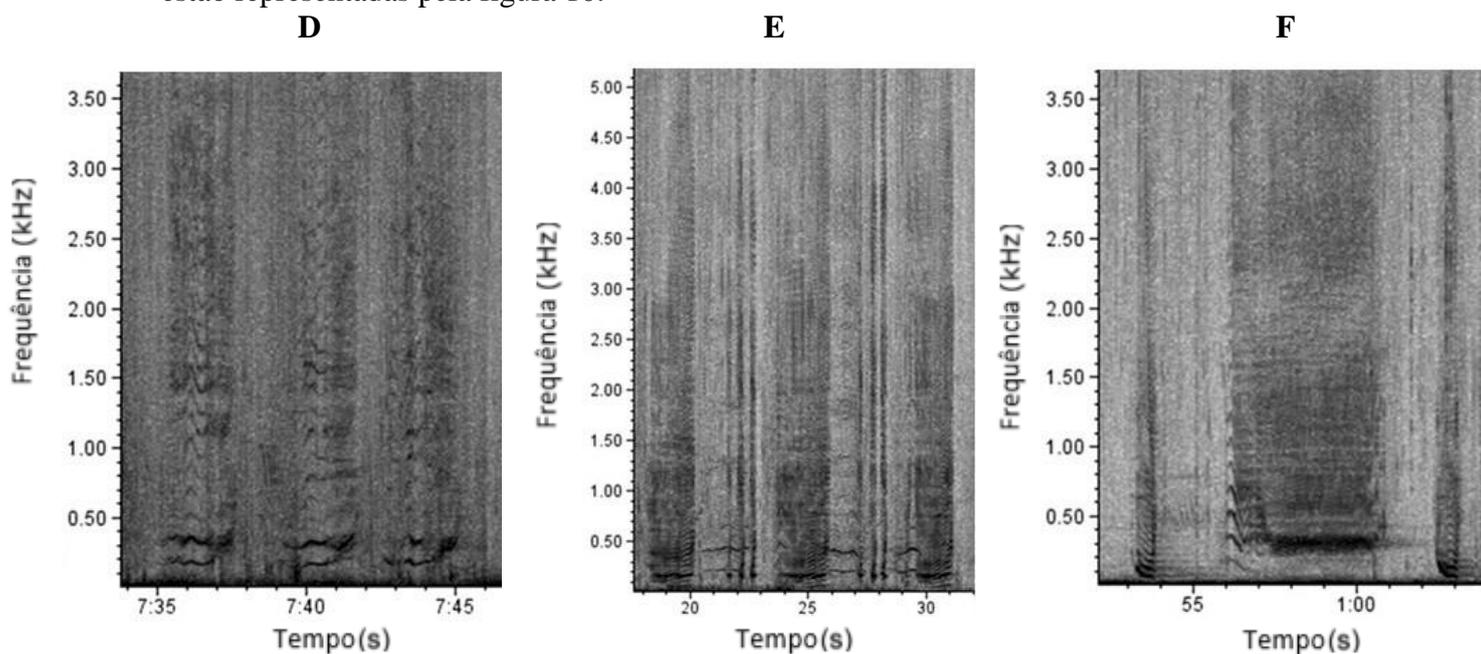


Figura 10: (D, E e F) – Espectrograma de 3 Frases que aparecem em 2 anos, 2006 e 2007 para a Frase 7 e 8 e 2007 e 2011 para Frase 9. (D)- Representa a Frase 7, (E)- representa a Frase 8 e o (F) representando a Frase 9. Ambas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

A Frase 11 (2015 e 2016) e a Frase 13(2009 e 2011) estão descritas na figura 11.

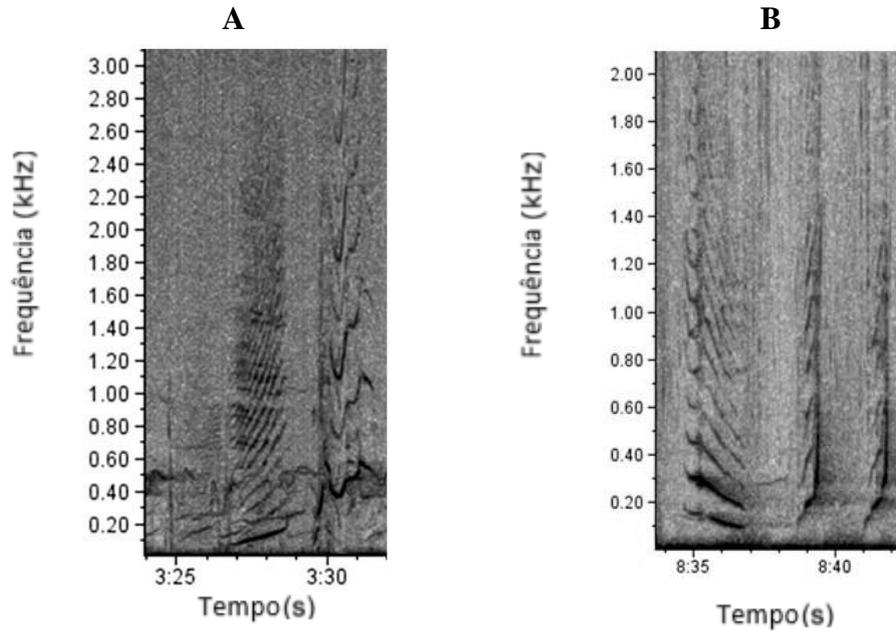


Figura 11: (A, B) – Espectrogramas de 2 Frases que aparecem em 2 anos, 2015 e 2016 para a Frase 11 e 2009 e 2011 para Frase 13. (A)- Representa a Frase 11, (B)- representa a Frase 13. Ambas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

Somente duas Frases ocorreram em três anos: a 10 e a 12. A Frase 10 foi registrada nos anos de 2006, 2007 e 2009, e a Frase 12 em 2013, 2015 e 2016. Foi também realizado para estas Frases o cálculo da média (M), o desvio padrão (Dp), o valor mínimo (Vmin) e o valor máximo (Vmax) de cada parâmetro. A imagem destas Frases Frase 10 aparece abaixo (Figura 12).

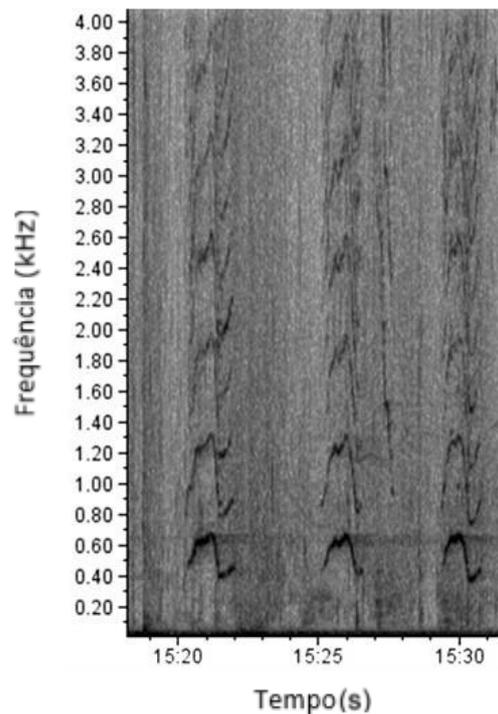


Figura 12: Espectrograma da Frase 10 que aparece em 3 anos, 2006, 2007 e 2009. Todas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

Os valores da média (M), do desvio padrão (Dp), do valor mínimo (Vmin) e o valor máximo (Vmax) de cada parâmetro da Frase 10 são mostrados na tabela a seguir (Tabela 11).

Tabela 11: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 10, além dos valores obtidos pelo teste Anova.

ANOS	2006		2007		2009	2006/2007/2009	
Parâmetros	M±Dp	Vmin- Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	Anova p- value
Menor Frequência (Hz)	323,2±24,8	274,7-358,3	283,7±27,2	255-311,9	281±45,7	181,9-376,5	p<0,05
Maior Frequência (Hz)	7369,6±1218	5433,2-8962,8	5373,6±470,7	4758,5-5830,9	8184,6±795	6048- 10160,6	p<0,05
Delta da Frequência (Hz)	7046,4±1214,4	5125,4-8614,5	5089,9±483,7	4446,6- 5564,1	7903,1±785,4	5768,6-9867,4	0,147
Frequência Pico (Hz)	440,3±97,8	341,8-681	419,9±92,8	331,1 - 538,3	496,5±145,3	281,2-826,2	p<0,05
Delta da Duração (s)	8,5±0,5	7,334- 10,119	7,8±1,2	6,592- 8,905	11,6±1,5	7,401-18,446	p<0,05

Pelo uso do teste Post Hoc foi verificada uma variação não significativa ($p>0,05$) no parâmetro Frequência Pico nos três anos, 2006, 2007 e 2009. O valor de $p>0,962$, 2006 e 2007, o valor de $p> 0, 210$, 2006 e 2009 e o valor de $p> 0,530$, 2007 e 2009. Na Tabela 12, abaixo, estão descritos todos os valores analisados. A Frase 10, apresenta uma maior similaridade entre os anos subsequentes do que entre os que são mais distantes (Tabela 12).

Tabela 12: Valores encontrados de acordo com o teste de Tukey, para a da Frase 10, dos parâmetros em relação aos anos de ocorrência da mesma.

FRASE 10			
Menor Frequência (Hz)			
Anos	2006	2007	2009
2006		0,233	p<0,05
2007	0,233		0,992
2009	p<0,05	0,992	
Maior Frequência (Hz)			
Anos	2006	2007	2009
2006		p<0,05	p<0,05
2007	p<0,05		p<0,05
2009	p<0,05	p<0,05	
Delta da Frequência (Hz)			
Anos	2006	2007	2009
2006		p<0,05	p<0,05
2007	p<0,05		p<0,05
2009	p<0,05	p<0,05	
Frequência Pico (Hz)			
Anos	2006	2007	2009
2006		0,962	0,210
2007	0,962		0,530
2009	0,210	0,530	
Delta da Duração (s)			
Anos	2006	2007	2009
2006		0,628	p<0,05
2007	0,628		p<0,05
2009	p<0,05	p<0,05	

O espectrograma se referindo a Frase 12, está sendo mostrada na figura 13.

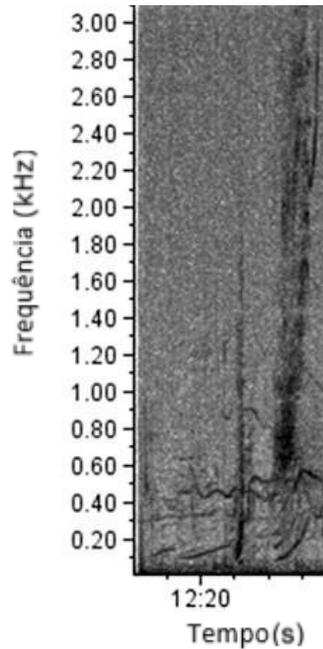


Figura 13:Espectrograma da Frase 12 que aparece em 3 anos, 2013,2015, 2016. Ambas geradas com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

Os valores da média, do desvio padrão (Dp), do valor mínimo (Vmin) e o valor máximo (Vmax) de cada parâmetro analisado na Frase 12 são mostrados na tabela 13.

Tabela 13: Valores das médias (M), desvios padrões (Dp), valores mínimos (Vmin) e máximos (Vmax) dos parâmetros da Frase 12, além dos valores obtidos pelo teste Anova.

ANOS	2013		2015		2016		2013/2015/2016 Anova p- value
	Parâmetros	M±Dp	Vmin - Vmax	M±Dp	Vmin- Vmax	M±Dp	
Menor Frequência (Hz)	41,3±9,4	24,3-59,4	72,2± 22,7	33,6 - 113,1	75,2±13	48,6- 98,1	p<0,05
Maior Frequência (Hz)	3626,5± 165,2	3383,4- 3947,3	3888,2± 303,6	3261,9-4402,5	9812±1065,1	8538,5- 11638,6	p<0,05
Delta da Frequência (Hz)	3585,1± 161,4	3359,1-3891,5	3816±298,5	3190,3-4329,1	9736,8±1061,8	8,471,8- 11540,5	p<0,05
Frequência Pico (Hz)	293,2±40,6	184,6 - 360,4	615,3±385,4	134,8- 2009,8	1018,5± 529,4	76,2- 1986	p<0,05
Delta da Duração (s)	3,3±0,4	2,477- 4,540	2,7±0,4	1,758- 3,903	4,2±0,5	2,984- 6,040	p<0,05

Pelo uso do teste Post Hoc foi verificada uma variação não significativa ($p>0,05$) nos parâmetros: Menor Frequência com valor de $p>0,809$ entre os anos de 2015 e 2016; Maior Frequência com valor de $p>0,340$ entre os anos de 2013 e 2015; e o parâmetro Delta da Frequência com valor de $p>0,680$, entre os anos de 2013 e 2015 (Tabela 14). Portanto, a similaridade é maior para os anos de 2013-2015, em relação ano de 2016.

Tabela 14: Valores encontrados de acordo com o teste de Tukey, para Frase 12, dos parâmetros em relação aos anos de ocorrência da mesma.

FRASE 12			
Menor Frequência (Hz)			
Anos	2013	2015	2016
2013		p<0,05	p<0,05
2015	p<0,05		0,809
2016	p<0,05	0,809	
Maior Frequência (Hz)			
Anos	2013	2015	2016
2013		0,340	p<0,05
2015	0,340		p<0,05
2016	p<0,05	p<0,05	
Delta da Frequência (Hz)			
Anos	2013	2015	2016
2013		0,680	p<0,05
2015	0,680		p<0,05
2016	p<0,05	p<0,05	
Frequência Pico (Hz)			
Anos	2013	2015	2016
2013		p<0,05	p<0,05
2015	p<0,05		p<0,05
2016	p<0,05	p<0,05	
Delta da Duração (s)			
Anos	2013	2015	2016
2013		p<0,05	p<0,05
2015	p<0,05		p<0,05
2016	p<0,05	p<0,05	

3.4 Representação dos Temas

Foram observados 13 Temas ao longo de todos os anos de estudo sendo selecionadas as Unidades com melhor visualização para análise da medição da Frequência Pico e duração das Unidades das Frases que compõem cada Tema. Os temas apresentaram variações nas quantidades de unidades em todos os anos. Os Temas do presente estudo, como ocorre nas Frases, também mudam ao longo do tempo. Dos treze Temas encontrados, dez Temas foram classificados como estáticos (1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 e 13) e três como progressivos (5, 7 e 12). Dos dez Temas estáticos, seis foram classificados como estáticos de um ano (1, 2, 3, 8, 9 e 13) e quatro estáticos que aparecem em dois anos (4, 6, 10 e 12). Quatro Temas eram em algum momento de ocorrência compostos por duas Frases (4, 5, 6 e 7) e nove compostos por apenas uma Frase (1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12 e 13).

Todos os valores resumidos da Frequência Pico e do Delta da Duração das Unidades que compõem as Frases que formam os Temas são apresentados (Anexo 1). Os Temas apresentaram variações nas quantidades de Unidades em todos os anos.

O Tema 1 é composto apenas pela Frase 1 (Figura 14). É um Tema estático de um ano, só aparecendo no ano de 2005. Ele apresenta algumas configurações ao longo do Tema, com duas Unidades 1A e a sequência de Unidades 1B, duas Unidades 1A, intercaladas de Unidades 1B e 1C com duas Unidades 1A, uma Unidade 1B e sequência de unidades C. A Unidade 1A (40/65 das Unidades selecionadas) apresenta uma Frequência Pico de média de 319Hz variando de 193 a 554Hz, com uma duração de média em torno de 2 segundos. A Unidade 1B (40/43 das Unidades selecionadas) apresenta uma média de Frequência Pico de 250Hz, variando de 111 a 514Hz e uma duração em torno de 1,5 segundo. A Unidade 1C (45/102 das Unidades

selecionadas) apresenta uma média de Frequência Pico de 88Hz, variando de 73 a 126Hz e uma duração de um pouco mais de 1 segundo (Anexo 1).

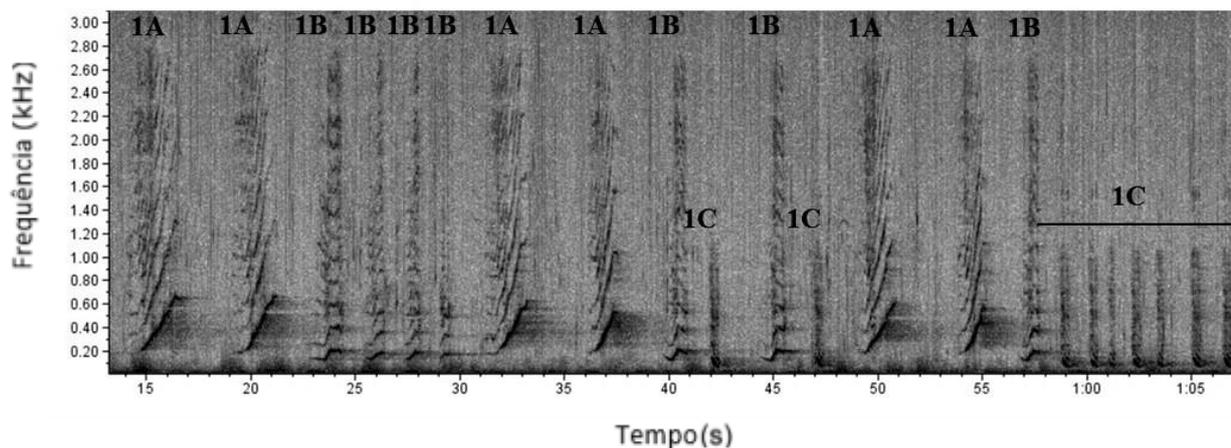


Figura 14: Tema 1, composto por uma sequência de Frases 1. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 2 é composto por uma sequência de Frases 2 e é classificado como um Tema estático de um ano (Figura 15). Essa Frase só aparece no ano de 2005 e foi registrado somente três vezes nesta amostra. A Frase que representa o Tema é composta por uma Unidade 2A, e Unidades 2B e 2C intercaladas. A Unidade 2A (3/3 das Unidades selecionadas) apresenta uma Frequência Pico com média de 230Hz, variando de 223 a 237Hz, com uma duração entre 1,5 e 2 segundos. A Unidade 2B (13/13 das Unidades selecionadas) apresenta uma média de Frequência Pico de 564Hz, variando de 161 a 931Hz, com duração entre 1 e 2 segundos. A Unidade 2C (12/12 das Unidades selecionadas) apresenta uma média de Frequência Pico de 219Hz, variando de 190 a 310Hz, com duração entre 1 e 1,5 segundos.

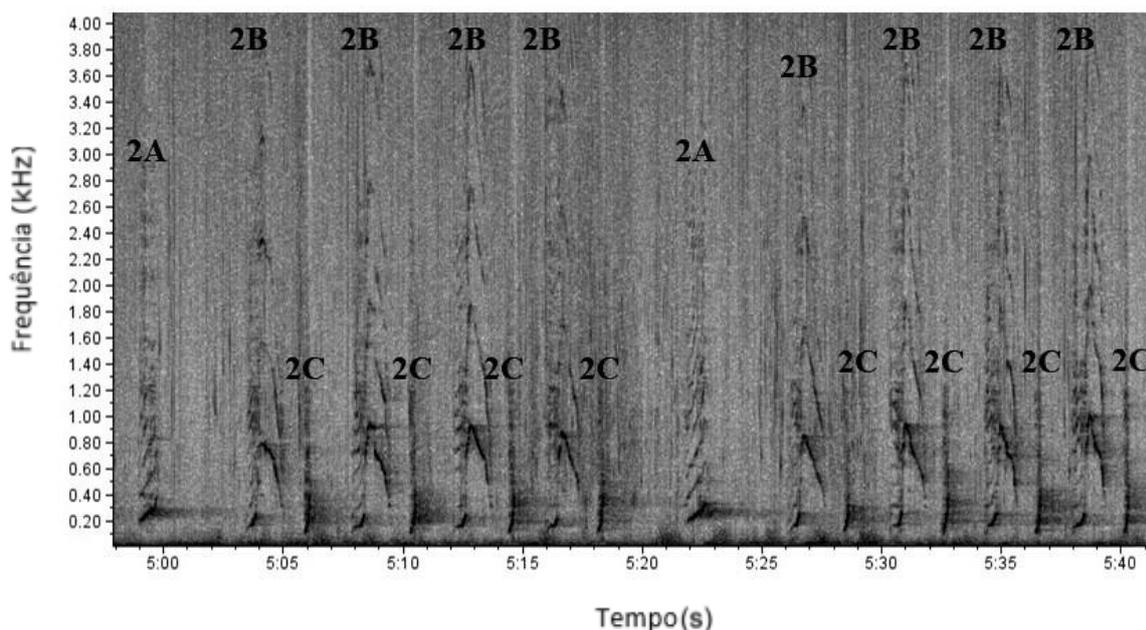


Figura 15: Tema 2, composto por uma sequência de Frases 2. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 3 é composto apenas pela Frase 3 (Figura 16). É um Tema estático de um (01) ano, aparecendo apenas em 2005. Ela apresenta uma configuração com 3 Unidades, 3A e duas Unidades 3B. A Unidade 3A (15/15 das Unidades selecionadas) apresenta uma média de Frequência Pico de 476Hz variando de 231 a 631Hz com duração de média em torno de 2 segundos. A Unidade 3B (10/10 das Unidades selecionadas) apresenta uma média de Frequência Pico de 751Hz, variando de 331 a 1031Hz e duração média em torno de 1,5 segundo.

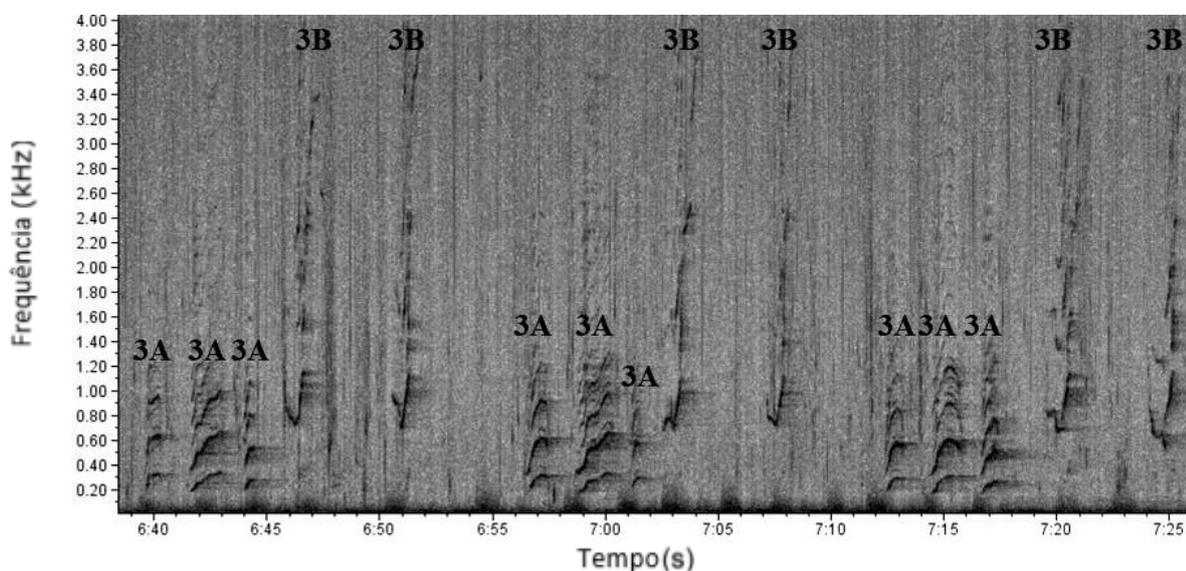


Figura 16: Tema 3, composto por uma sequência de Frases 3. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 4 é composto por duas Frases (Figura 17): a Frase 5, com duas Unidades; e a Frase 4, com três Unidades, aparecendo nos anos de 2006 e 2007, constituindo um tema estático de dois anos.

Em 2006, a Frase 5 tem a Unidade 5A (30/46 das Unidades selecionadas) que apresenta como média de Frequência Pico, 238 Hz, variando de 129 a 360Hz, com uma duração entre 1 e 2 segundos. Apresenta também uma Unidade 5B (30/49 das Unidades selecionadas) que tem uma média de Frequência Pico de 68Hz, variando de 56 a 116Hz com duração variando entre 1,5 e 3 segundos. A Frase 4 tem uma Unidade 4A (10/17 das Unidades selecionadas) que apresenta uma média de Frequência Pico de 334 Hz, variando de 304 a 377Hz, com uma duração de aproximadamente 2 segundos, e duas Unidades 4B (10/17 das Unidades selecionadas) que apresentam como média de Frequência Pico 458Hz, variando de 234 a 719Hz, com duração entre 1 e 1,5 segundo.

No ano de 2007, o Tema 4 aparece bem menos. Por isso, foi selecionado uma quantidade de Unidades bem mais baixa do que no ano de 2006. A Unidade 5A (11/13 das Unidades selecionadas) teve média de Frequência Pico de 390Hz, variando de 226 a 514Hz com duração aproximada de 1,5 segundo. A Unidade 5B (11/23 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 95Hz, variando de 64 a 126Hz, com duração entre 2 e 3 segundos. A Unidade 4A (2/3 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 363Hz, variando de 347 a 379Hz, com duração de aproximadamente 2 segundos. A Unidade 4B (4/6 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 532Hz, variando 222 a 1219Hz variando de com duração de aproximadamente 1,5 segundo.

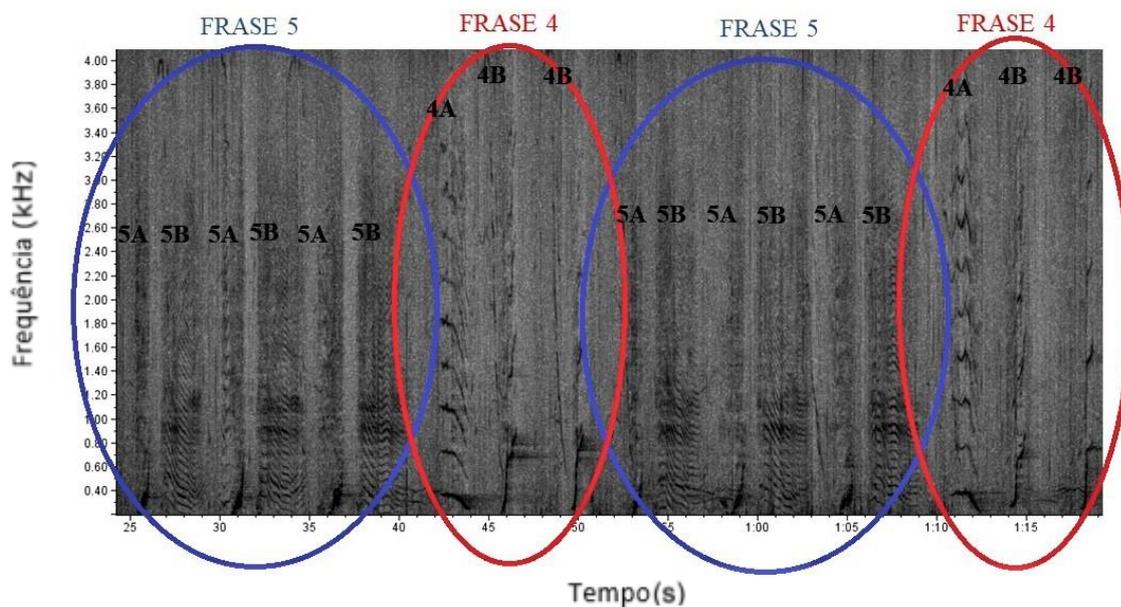


Figura 17: Tema 4, composto por três Frases 5 (Azul) e uma 4 (Vermelho). Aparece com essa configuração nos anos de 2006 e 2007. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

No ano de 2006, o Tema 5 foi composto unicamente por uma sequência de Frases 6 (Figura 18). Entretanto, no ano de 2007 ele foi acrescido pela Frase 9. Em 2011, o Tema sofre nova modificação e passa a ser constituído por somente a Frase 9. É considerado, portanto, como tema progressivo. A Frase 6 é composta por uma Unidade 6A e três Unidades 6B.

No ano de 2006, a Unidade 6A (20/34 das Unidades selecionadas) tem como média de Frequência Pico 289Hz, variando de 199 a 433Hz com duração de aproximadamente 5 segundos. A Unidade 6B (57/99, das Unidades selecionadas) tem como média de Frequência Pico de quase 1600Hz variando de 732 a 3772Hz com duração entre 1,5 e 2,5 segundos.

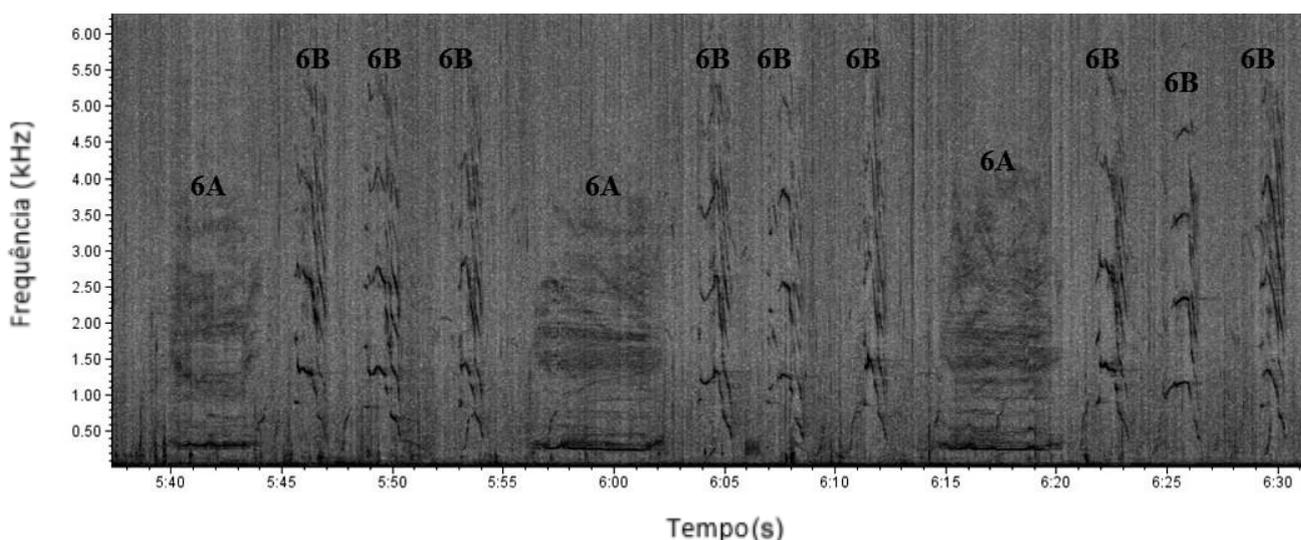


Figura 18: Tema 5, composto inicialmente pela Frase 6 em 2006, Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

No ano de 2007, o Tema é acrescido a Frase 9 (Figura 19). A Unidade 6A da Frase 6 (16/53 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 279Hz, variando de

148 a 479Hz, com duração de aproximadamente 5 segundos. A Unidade 6B (48/155 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 1241Hz, variando de 493 a 3973Hz com duração entre 2 e 2,5 segundos. A Frase 9, tem três unidades: 9A, 9B e 9C. A Unidade 9A (7/17 das Unidades selecionadas), tem como média de Frequência Pico 321Hz, variando de 283 a 344Hz, com duração entre 1 e 1,5 segundos. A Unidade 9B (7/17 das Unidades selecionadas) tem como média da Frequência Pico de 135Hz, variando de 91 a 220Hz, com duração entre 2,5 e 3,5 segundos. A Unidade 9C (7/17 das Unidades selecionadas) tem como média de Frequência Pico 240Hz, variando de 129 a 384Hz, com duração entre 1 e 1,5 segundos.

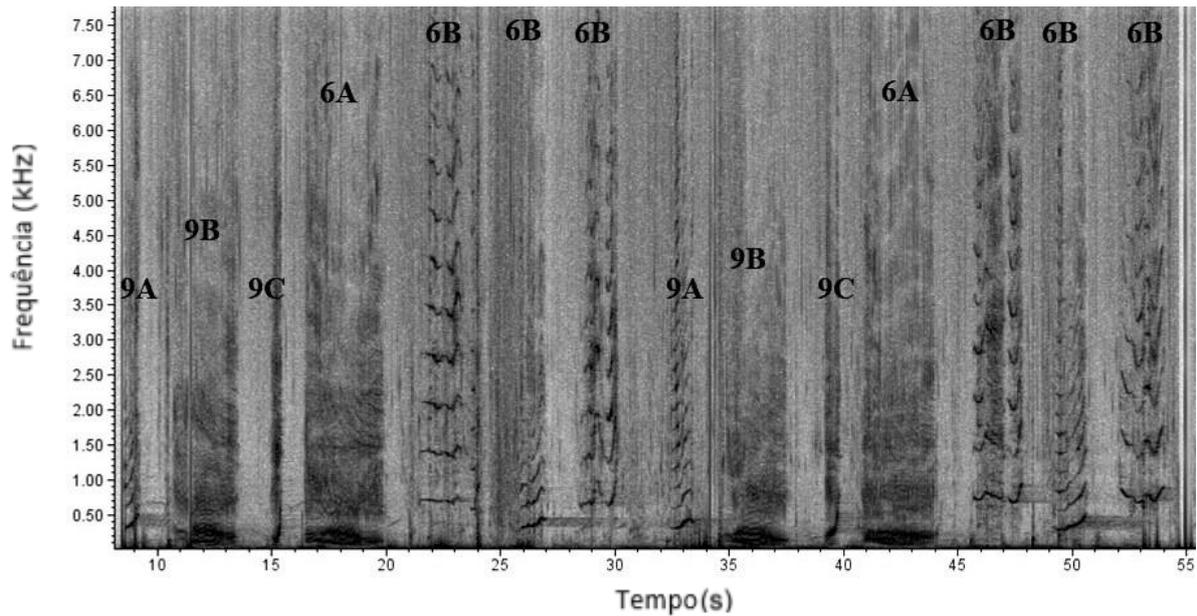


Figura 19: Tema 5, composto inicialmente pela Frase 6 em 2006, tem um acréscimo da Frase 9 em 2007. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

No ano de 2011, só a Frase 9 aparece como parte do Tema 5 (Figura 20). A Unidade 9A é substituída pela unidade 9C e assim temos duas Unidades 9C e uma Unidade 9B. A Unidade 9C (14/14 das Unidades selecionadas) tem como média de Frequência Pico 68Hz, variando de 51 a 101Hz, com duração entre 1 e 2 segundos. A Unidade 9B (7/7 das Unidades selecionadas), tem com média de Frequência Pico 276Hz, variando de 223 a 312Hz, com duração de aproximadamente 5 segundos.

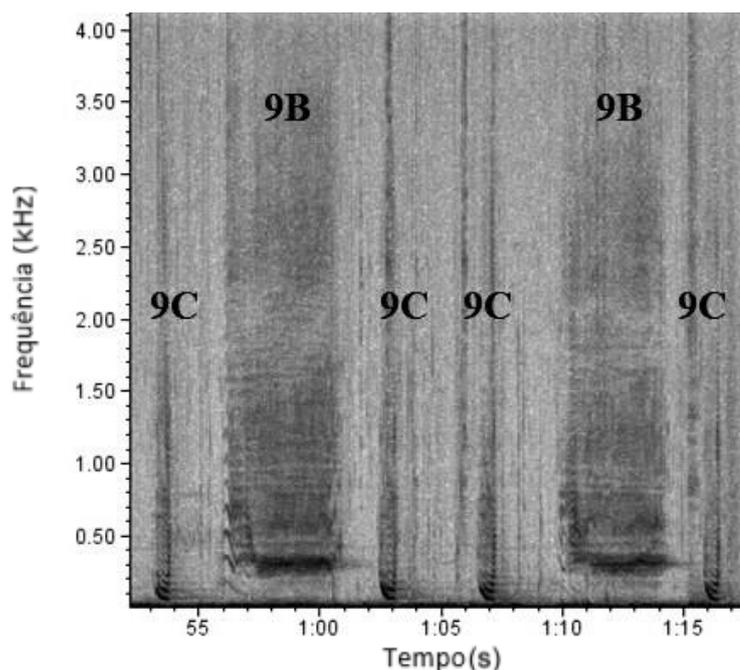


Figura 20: Tema 5, apenas com a Frase 9, remanescente, com a perda da Frase 6, no ano de 2011. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 6 é composto pela Frase 7, com três ou quatro Unidades 7A, e a Frase 4 composta por uma Unidade 4A e duas Unidades 4B. Esse Tema aparece nos anos de 2006 e 2007, constituindo um Tema estático de dois anos. (Figura 21).

Em 2006, a Unidade 7A (30/71 Unidades selecionadas) tem uma média de Frequência Pico de 231Hz, variando de 116 a 345Hz e com uma duração entre 1,5 e 3,5 segundos. A Unidade 4A (14/21 das Unidades selecionadas) tem uma média de Frequência Pico de 326Hz, variando de 269 a 366Hz e com duração de aproximadamente 2 segundos. A Unidade 4B (28/42 das Unidades selecionadas) tem uma média de Frequência Pico de 656Hz, variando de 291 a 840Hz, com duração entre 1 e 2 segundos.

Em 2007, a Unidade 7A (28/30 das Unidades selecionadas) tem uma média de Frequência Pico de 158Hz, variando de 113 a 247Hz, com duração de 1,5 e 3,5 segundos. A Unidade 4A (8/8 das Unidades selecionadas), que tem uma média de Frequência Pico de 319Hz, variando de 288 a 342Hz, com duração de aproximadamente 2 segundos. A Unidade 4B (16/16 das Unidades selecionadas) tem uma média de Frequência Pico de 340Hz, variando de 218 a 440Hz, com duração de 1,5 segundos.

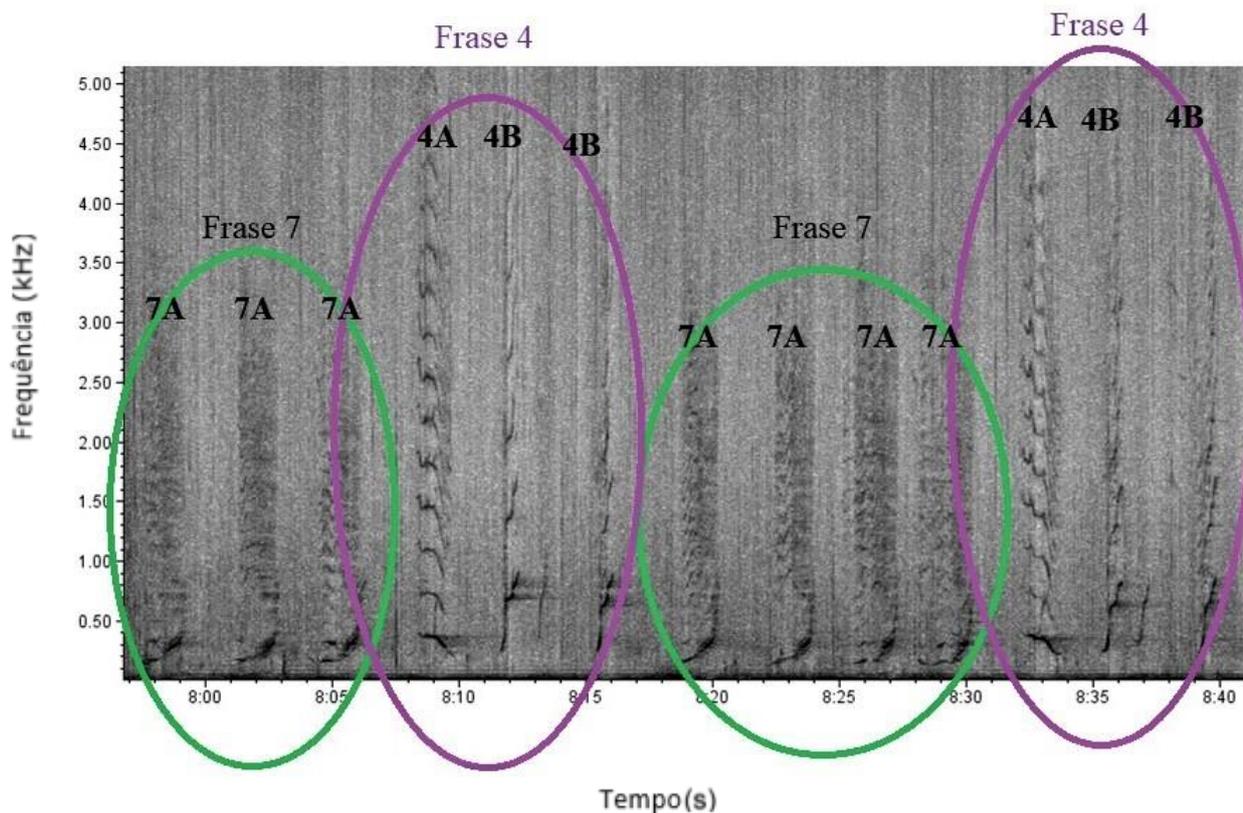


Figura 21: Tema 6 composto pela Frase 7 (verde) e pela Frase 4 (roxo); este Tema aparece em 2006 e 2007. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 7 é considerado um tema progressivo (Figura 22). Ele aparece em três anos 2006, 2007 e 2009. Em 2006 e 2007, apresenta uma Frase 8 e uma 10; em 2009, apresenta apenas uma grande sequência de Frases 10, perdendo assim as Unidades que compõem a Frase 8.

Em 2006, a Frase 8 é composta por três Unidades 8A e duas Unidades 8B. A Unidade 8A (24/63 das Unidades selecionadas) tem média de Frequência Pico de 164Hz, variando de 121 a 341Hz, com duração aproximada de 2,5 segundos. A Unidade 8B (16/40 das Unidades selecionadas) de Frequência Pico de 169Hz, variando de 129 a 231Hz com duração entre 1,5 e 2 segundos. A Frase 10 é composta por 3 Unidades 10A. As 30 melhores foram selecionadas com uma média de Frequência Pico de 451 Hz, variando de 341 a 1133Hz e com duração entre 1,5 e 2,5 segundos.

Em 2007, o número de Frases desse tema diminui e por isso apresentou uma quantidade de Unidades menores do que as do ano anterior. A Unidade 8A (6/8 das Unidades selecionadas) apresentou média de Frequência Pico de 91Hz, variando de 75 a 115Hz e duração de 2 segundos, aproximadamente. A Unidade 8B (3/4 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 239Hz variando de 226 a 258Hz e duração entre 2 e 2,5 segundos. A Unidade 10A (6/8 das Unidades selecionadas) teve média de Frequência Pico de 437Hz variando de 323 a 554Hz e duração de aproximadamente 1,5 segundos.

Em 2009 só a Frase 10 pertencente ao Tema aparece. Como havia uma grande quantidade de Unidades neste ano, foram selecionadas as 30 melhores, como foi feito para o ano de 2006. A Unidade 10A teve como média de Frequência Pico. A Unidade 10A teve como média de Frequência Pico 548Hz, variando de 322 a 744Hz, com duração entre 1,5 e 2 segundos.

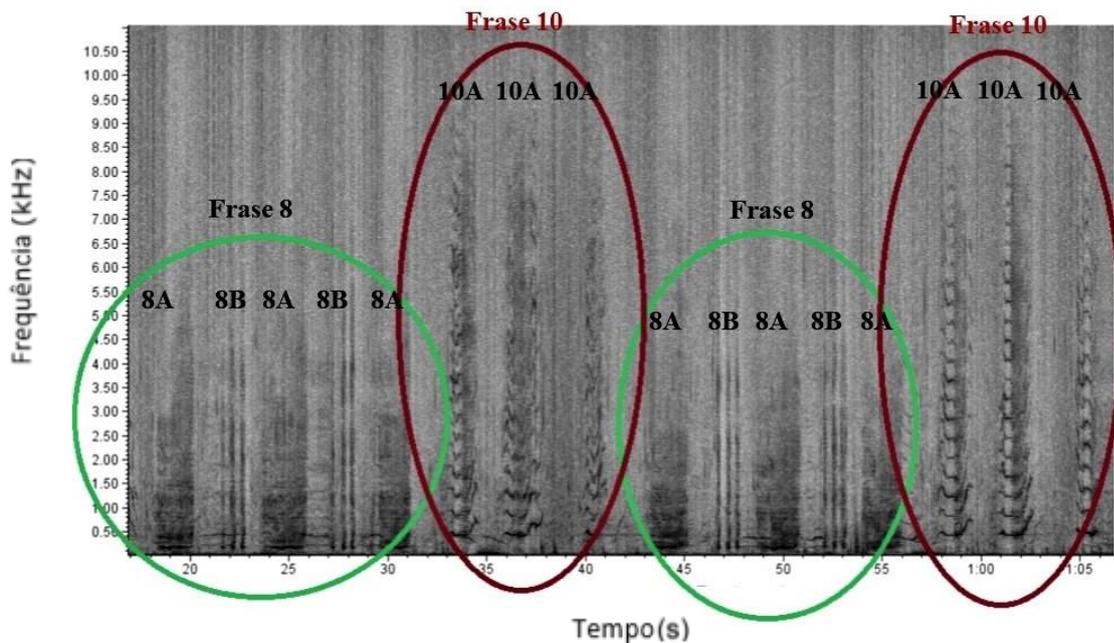


Figura 22: Tema 7 composto pela Frase 8 (Verde) e pela Frase 10 (Vinho); este Tema aparece com essa configuração em 2006 e 2007, só apresentando a Frase 10 em 2009, perdendo assim a Frase 8. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 8 aparece apenas no ano de 2007. Ele é considerado um tema estático de um ano, sendo composto por Unidades A, B e C (Figura 23).

A Unidade 14A (13/72 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 102Hz, variando de 62 a 126Hz, com duração de um pouco mais de 1 segundo. A Unidade 14B (13/72 das Unidades selecionadas) tem como média de Frequência Pico 204Hz, variando de 126 a 331Hz, com duração que não chega a 1 segundo. A Unidade 14C (13/72 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 480Hz, variando de 290 a 713Hz, com duração entre 1 e 1,5 segundos.

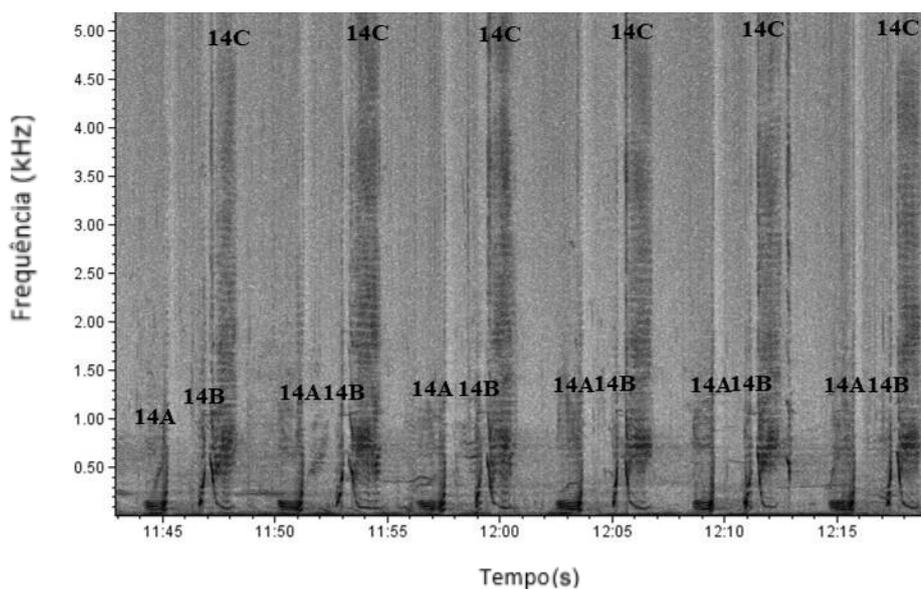


Figura 23: Tema 8 composto por sequência de Frase 14. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 9 aparece apenas no ano de 2008, sendo considerado um Tema estático de um ano. A Frase que compõe o Tema 9 é a Frase 15, composta por uma Unidade 15A e duas 15B (Figura 24). A Unidade 15A (10/28 Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 433Hz, variando de 234 a 547Hz, com duração de 2 segundos, aproximadamente. A Unidade 15B (20/56 das Unidades selecionadas), teve como média de Frequência Pico 96Hz, variando de 76 a 138Hz, com duração entre 1 e 1,5 segundos.

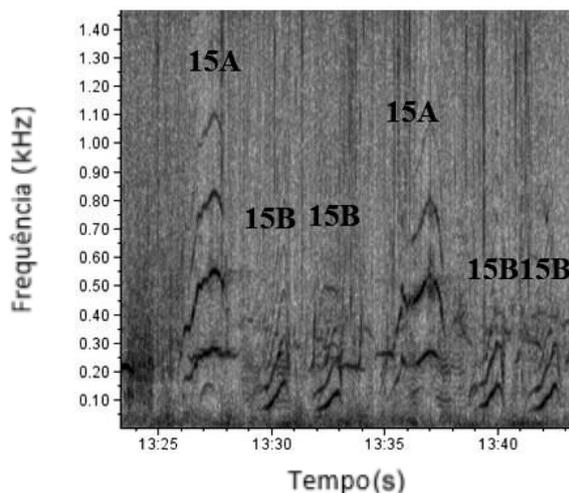


Figura 24: Tema 9 composto pela Frase 15. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 10 é composto unicamente pela Frase 13 (Figura 25). Aparece nos anos de 2009 e 2011, sendo considerado um tema estático de dois anos. A Frase 13 é composta por uma Unidade 13A e duas Unidades 13B. Em 2009 havia uma grande quantidade de Frases 13 e, portanto, as 30 melhores unidades foram selecionadas da Unidade 13A e 60 unidades da 13B.

Em 2009, a Unidade 13 A teve como média da Frequência Pico 438Hz, variando de 152 a 574Hz, com duração entre 2 e 3 segundos. A Unidade 13B teve uma média de Frequência Pico de 181Hz, variando de 99 a 298Hz, com duração entre 1 e 2 segundos.

Em 2011, também foram selecionadas as melhores 30 Unidades da 13A e as 60 melhores da Unidade 13B. A Unidade 13A teve uma média de Frequência Pico de 245Hz, variando de 94 a 850Hz, com duração entre 2 e 3 segundos. A Unidade 13B teve uma média de Frequência Pico de 243Hz, variando de 150 a 317Hz, com duração entre 1 e 2 segundos.

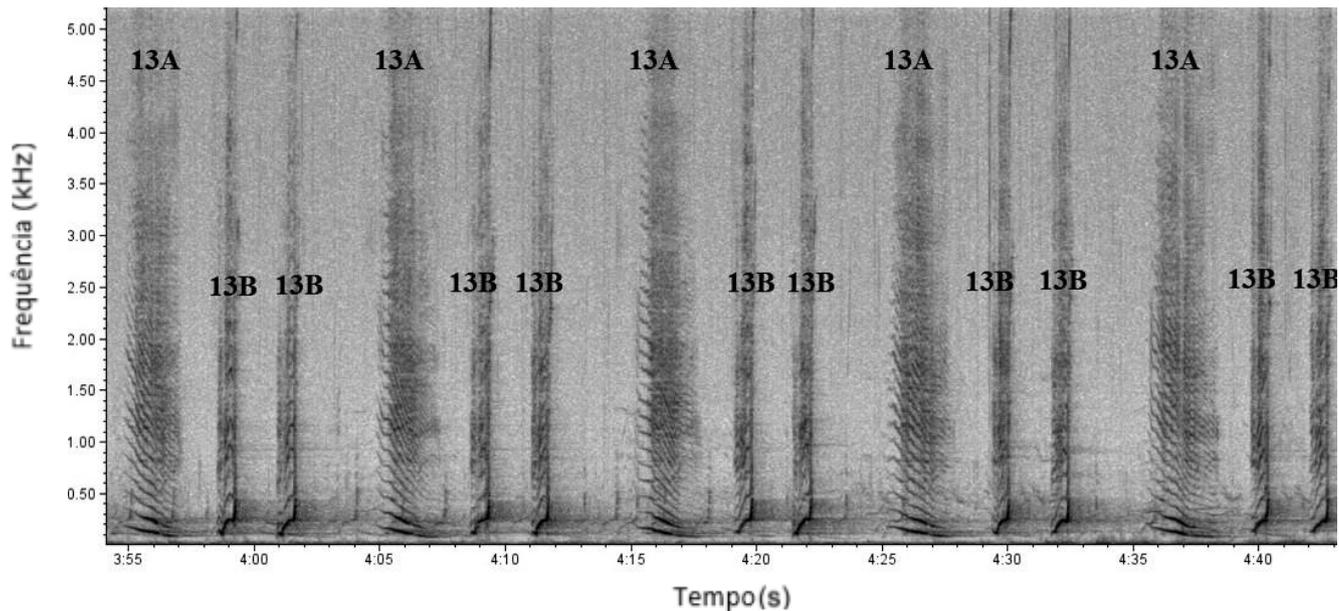


Figura 25: Tema 10 composto por sequência de Frases 13, com as unidades 13A e 13B. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 11 aparece em três anos e é composto pela Frase 12 (Figura 26). Tem uma Unidade 12A seguida de uma 12B. Constitui um tema estático de mais de 2 anos. Em 2013, a Unidade 12A (10/40 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 240Hz, variando de 140 a 351Hz, com duração de aproximadamente 1 segundo. A Unidade 12B (10/40 das Unidades selecionadas) teve com média de Frequência Pico 268Hz, variando de 214 a 316Hz, com duração média de aproximadamente 1,5 segundo.

Em 2015, a Unidade 12A (10/50 das Unidades selecionadas) teve como média da Frequência Pico 202Hz variando de 67-506Hz com duração de aproximadamente 1 segundo. A Unidade 12B (10/50 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 665Hz, variando de 552 a 753Hz, com duração entre 1 e 1,5 segundo.

Em 2016, a Unidade 12A (10/18 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 332Hz, variando de 89 a 589 Hz, com duração de aproximadamente 1 segundo. A Unidade 12B (10/18 das Unidades selecionadas) teve como média de Frequência Pico 958Hz, variando de 549 a 1673Hz, com duração entre 1,5 e 2 segundos.

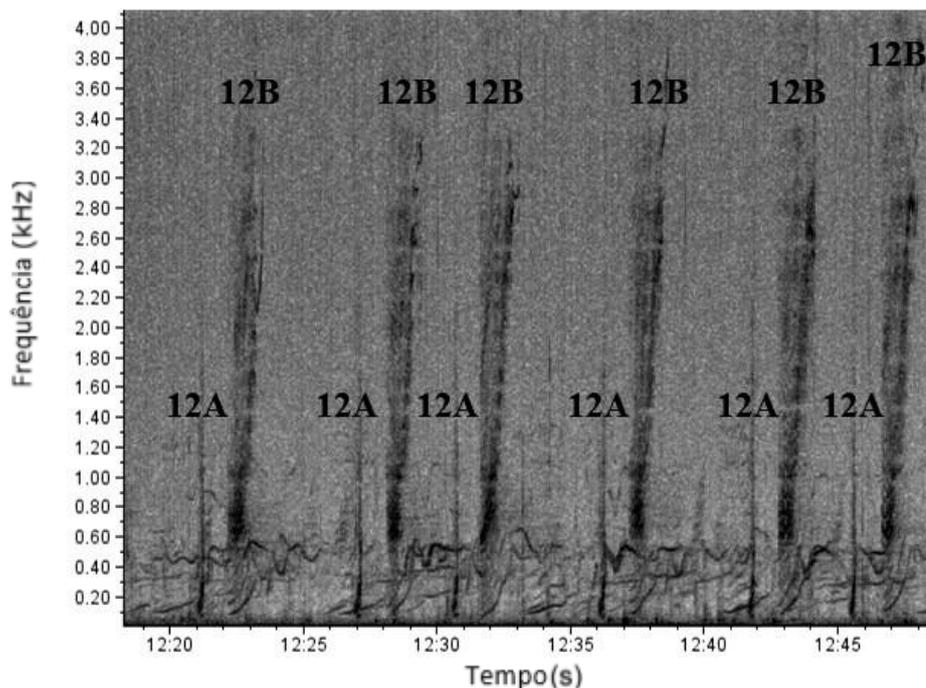


Figura 26: Tema 11 composto por seqüência de Frases 12. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 12 é composto pela Frase 11, com uma Unidade 11 A e uma 11B (Figura 27). É classificado como progressivo.

Foram seleccionadas as melhores 40 Unidades 11A e 11B, para o ano de 2015. A Unidade 11A tem uma média de Frequência Pico de 173Hz, variando de 100 a 914Hz, com duração entre 2 e 3 segundos. A Unidade 11B tem uma média de Frequência Pico de 419 Hz, variando de 310 a 512Hz e com duração entre 1,5 e 2 segundos.

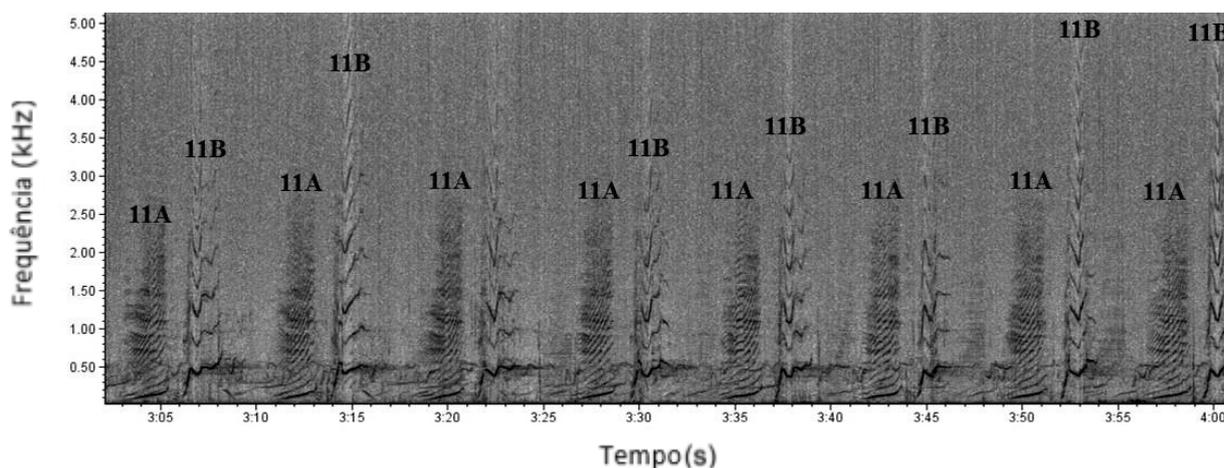


Figura 27: Tema 12 composto por seqüência de Frases 11. Configuração vista no ano de 2015. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

A Frase 11, aparece em menor quantidade no ano de 2016 do que no ano anterior. A configuração da Frase como 11A e 11B (Figura 28) que é identificada no ano de 2015, permanece também no ano de 2016, mas em menor quantidade. Uma nova configuração aparece neste ano de 2016, com a substituição da Unidade A pela C (Figura 28). Foram seleccionadas 10 unidades da 11A que têm como média de Frequência Pico de 302 Hz, variando

de 144 a 390Hz, com duração entre 3 a 4 segundos. Da Unidade 16B, que está presente nas duas configurações da Frase 11, foram selecionadas 20 Unidades, que tiveram como média de Frequência Pico 629Hz, variando de 458-823Hz, com duração entre 1,5 e 3 segundos. Da Unidade 11C também foram selecionadas 10 Unidades, que têm como média de Frequência Pico 244Hz, variando de 146 a 804Hz, com duração de 4 a 5,5 segundos.

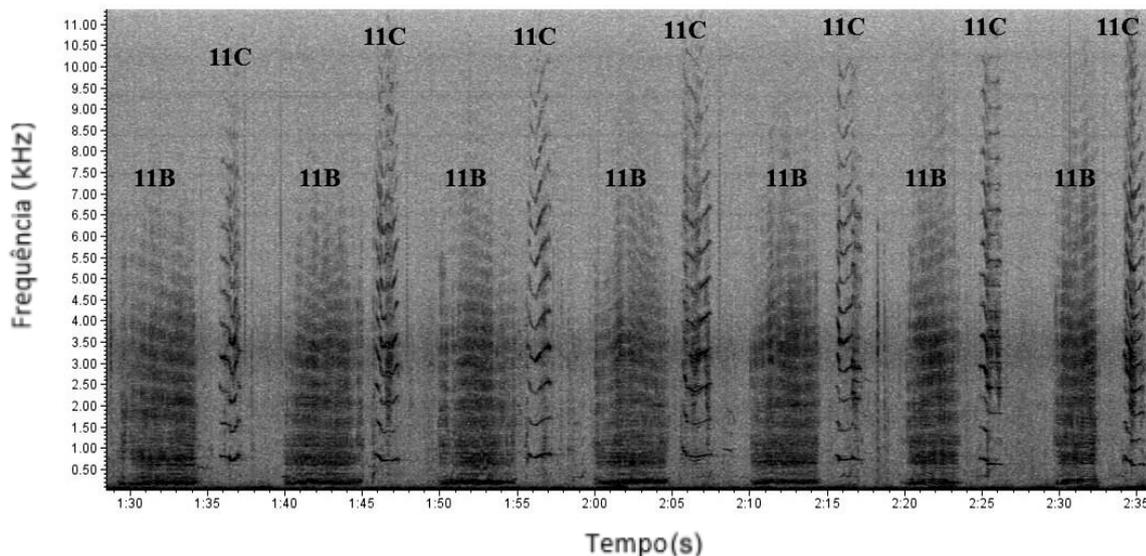


Figura 28: Tema 12 composto por sequência de Frases 11, com a substituição da unidade C pela A, vista o ano de 2016. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

O Tema 13 é composto pela Frase 16 que foi encontrado apenas no ano de 2016 (Figura 29). É considerado um Tema estático de um ano. É composto por Unidades A B e C, variando na quantidade de Unidades A, podendo ser 3, 2 ou 1. Devido ao grande número de Unidades 16A, foram selecionadas as 25 melhores Unidades que tiveram como média de Frequência Pico 195Hz, variando de 124 a 378Hz, com duração entre 1 e 2 segundos. Da Unidade 16B, foram selecionadas 16 Unidades, que apresentaram como média de Frequência Pico 372Hz, variando entre 267 a 491Hz, com duração de 1 a 2 segundos. Foram selecionadas 16 Unidades também da Unidade 16C, tendo uma média de Frequência Pico de 797Hz, variando de 750 a 884Hz, com duração entre 1 e 1,5 segundo.

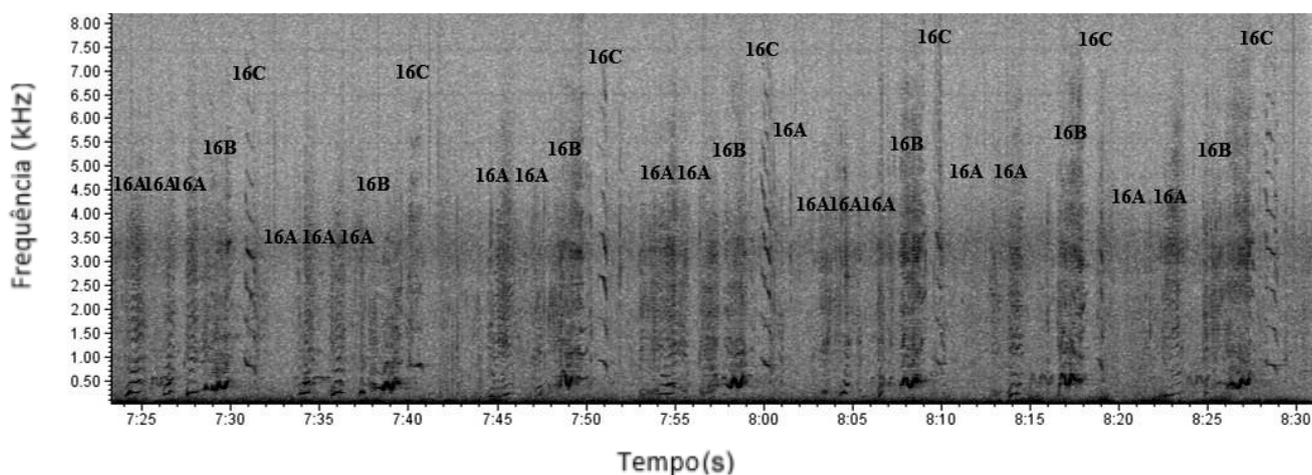


Figura 29: Tema 13 composto por sequência de Frases 16, com Unidades 16A, 16B e 16C. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

As Unidades formadoras das Frases que compõem os Temas que apareceram em dois anos parecem não ter um padrão de mudança da Frequência Pico entre os anos de ocorrência, tendo para alguns, aumento e para outros, diminuição (Anexo 1). Os Temas que apresentam um aumento de Frequência Pico entre as Unidades entre os dois anos de ocorrência são os Temas 4 e 12. Os Temas 7, 10 e 11 não apresentam um padrão de variação da Frequência Pico com aumento e diminuição da mesma. Os Temas 5 e 6 apresentam diminuição da Frequência Pico de todas as Unidades das Frases que compõem estes Temas.

Nos dados deste estudo, parece que os Temas encontrados em dois anos ou mais, apresentando duas Frases, em pelo menos uma delas, observa-se expansão em relação ao tempo de duração, configurando uma forma mais lenta de emissão. Isto ocorre com o Tema 4, composto pelas Frases 4 e 5, onde ambas sofrem um aumento de tempo de duração. No Tema 5, este aumento do tempo de duração aparece apenas na Frase 9. O Tema 6, composto pelas Frases 4 e 7, da mesma forma que o Tema 4, apresenta um aumento no tempo de duração. O Tema 7 tem um aumento do tempo de duração para a Frase 10 no ano de 2009, provavelmente pela perda da Frase 8, que compunha esse Tema anteriormente.

4. DISCUSSÃO

4.1 Frases e Temas

O presente estudo descreve qualitativamente dezesseis Frases de canções de baleia jubarte entre os anos de 2005 e 2016, a partir das características correspondentes à estrutura hierárquica proposta por PAYNE e McVAY (1971).

Parece ocorrer uma renovação de Frases ao longo dos anos, com perda e acréscimo, provavelmente explicada pela modificação que a canção sofre no intervalo de tempo de 3 a 4 anos, onde na totalidade, os elementos da canção vão sendo modificados (PAYNE e PAYNE, 1985). O que se pode observar em relação às Frases do presente estudo é que há mais similaridade estrutural em anos seguidos. Nos anos de 2006-2007 e 2015-2016, por exemplo, esta constatação é observada, o que não acontece se compararmos com anos cuja distância é maior, como 2005-2009 e 2011-2015.

O estudo também descreve qualitativamente treze Temas entre os anos de 2005 e 2016, igualmente de acordo com as características correspondentes à estrutura hierárquica proposta por PAYNE e McVAY (1971). Foram encontrados Temas estáticos e progressivos como descritos por PAYNE e PAYNE (1985). Neste sentido, é reforçada no presente trabalho, a visão de que os Temas não evoluem de forma semelhante, mudando estruturalmente ao longo do tempo. A identificação progressiva da origem do aparecimento dos Temas entre os anos, como proposta por CHOLEWIAK *et al.* (2012), possibilita uma melhor visualização das modificações que ocorrem entre os anos estudados, proporcionando um acompanhamento das origens dos Temas analisados, onde outros estudos comparando estações não exploram as origens de cada Tema (PAYNE *et al.*, 1983; FRUMHOFF, 1983; CERCHIO *et al.*, 2001; ERICKSEN *et al.*, 2005).

A evolução progressiva da canção também se dá, provavelmente, pela mudança que pode ser vista nas Unidades que compõem as Frases que constituem os Temas, podendo apresentar alongamento, inserção e/ou perda das mesmas (WINN e WINN, 1978; PAYNE *et al.*, 1983; PAYNE e PAYNE, 1985; CATO, 1991). No presente estudo, as Unidades formadoras das Frases que compõem os Temas que apareceram em dois anos parecem não ter um padrão

de mudança de Frequência Pico entre os anos de ocorrência, tendo para alguns, aumento e para outros, diminuição (Anexo 1).

É documentado que a baleia jubarte canta um mesmo Tema mais lentamente de um ano para outro, ou seja, expandindo suas Unidades de modo que cada Frase demora mais tempo de duração para ser emitida (PAYNE *et al.*, 1985). Isso pode ser constatado no presente trabalho.

4.2- Trabalhos Anteriores em Abrolhos

O fato do canto da baleia jubarte mudar com o tempo tem sido observado por diversos autores (WINN e WINN, 1978; PAYNE e PAYNE, 1985; MATILLA *et al.*, 1987; GUINEE e PAYNE, 1988; CATO, 1991; DAWBIN e EYRE, 1991, NOAD *et al.*, 2000; CERCHIO *et al.*, 2001). A evolução da canção da baleia jubarte na costa brasileira foi estudada em anos anteriores ao presente estudo. Em 2000, ARRAUT e VILLEARD (2004) encontraram 5 Temas no canto da baleia jubarte na região de Abrolhos. BRITO (2014) analisou a canção de 3 anos, 2000, 2001 e 2002. Em 2000, assim como ARRAUT e VILLEARD (2004), este autor selecionou 5 Temas. Em 2001 os Temas aumentaram em quantidade chegando a 7 Temas e em 2002, 8 temas. HATTUM (2015), em seu trabalho continuou a encontrar a evolução do canto para os anos subsequentes, de 2003 e 2004, encontrando 8 Temas em 2003, com pequenas mudanças para os 8 encontrados em 2002. Em 2004, um novo Tema apareceu, configurando 9 Temas. Apenas um Tema se assemelha aos encontrados no presente estudo, que descreveu o canto de 2005 a 2016. O Tema 1, que foi encontrado nos trabalhos anteriores realizados em Abrolhos de 2000 a 2004, foi encontrado em 2006 no presente estudo, com a mesma configuração que foi encontrada em 2002, nos estudos realizados anteriormente. A Frase que representa o Tema 1 em 2002 (BRITO, 2015) está na Figura 30.

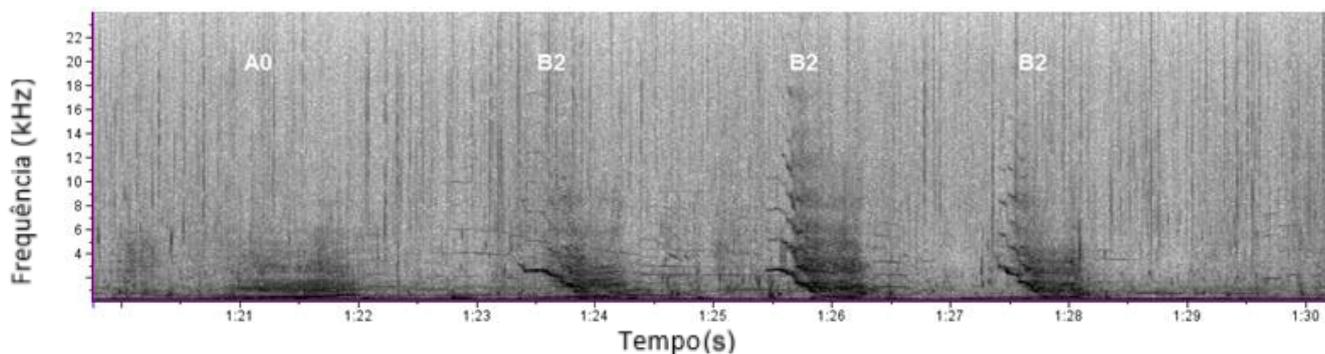


Figura 30: Tema 1, encontrado no ano de 2002 (BRITO, 2015), com a Frase representativa tendo uma Unidade A0 e três Unidades B2. Espectrograma gerado com FFT 1024 pontos e janela Hann.

A Frase que se assemelha a ela em 2006 e que representa o Tema 5 do presente estudo está na Figura 31. A Unidade marcada anteriormente em 2002 como A0, é a Unidade 6A, em 2006, como as Unidades B2, em 2002, são as Unidades 6B em 2006.

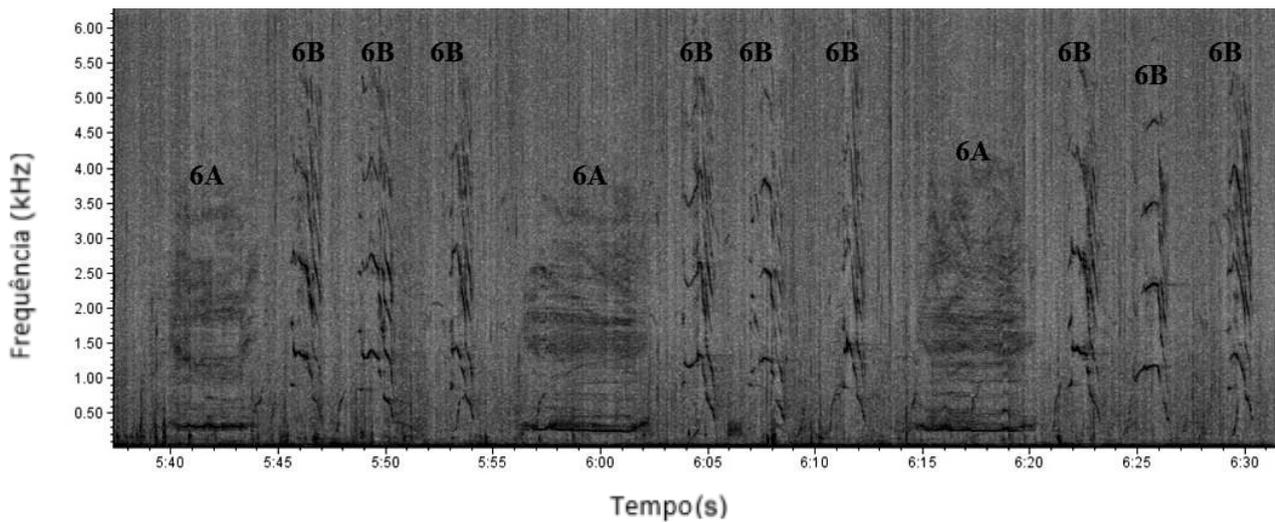


Figura 31: Tema 6, representado pela Frase 6, em 2006, do presente estudo, com uma Unidade 6A e três Unidades 6B. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann.

A modificação, remoção e adição de apenas um tipo de Unidade combinado com os Temas progressivos parecem sugerir que os Temas apresentados pelas baleias jubarte não apresentam um padrão único de evolução gradual, o que gera a necessidade de criar diferentes critérios e mecanismos de avaliação para diferentes tipos de Tema (BRITO, 2015).

Essa explicação para a pouca similaridade encontrada entre os anos estudados anteriormente, como as encontradas neste estudo, é exatamente a constatação da renovação e modificação que a canção parece sofrer num intervalo de tempo de 3 a 4 anos (PAYNE e PAYNE, 1985).

4.3 Estudos ao Redor do Mundo

Muitos estudos foram feitos sobre a evolução do canto da jubarte, através das mudanças progressivas e graduais na estrutura ao longo dos anos (PAYNE *et al.*, 1983; FRUMHOFF, 1983; CERCHIO *et al.*, 2001; ERICKSEN *et al.*, 2005). Canções são homólogas sobre as águas do oceano; uma vez que os machos parecem compartilhar canções semelhantes em criadouros a milhares de quilômetros de distância nas mesmas bacias oceânicas (WINN e WINN, 1978; WINN *et al.*, 1981; PAYNE *et al.*, 1983; PAYNE e GUINEE, 1983; PAYNE e PAYNE, 1985; HELWEG *et al.*, 1988; CERCHIO *et al.*, 2001). De fato, a análise das canções das baleias jubarte está principalmente relacionada à comparação de canções entre diferentes populações e, nessa medida, os pesquisadores geralmente avaliam as semelhanças baseadas na Frase ou Sequência Temática (CERCHIO *et al.*, 2001; GARLAND *et al.*, 2011; MURRAY *et al.*, 2012).

As Frases mudam ao longo dos anos e isso pode estar relacionado a diferentes aspectos do comportamento sexual, variando entre as interações intersexuais, de busca de parceiros, e intrasexuais, para a formação de grupos ou comportamentos agonísticos (PACE, 2013).

Em alguns trabalhos ao redor do mundo encontramos algumas similaridades com os dados encontrados no presente estudo realizado em Abrolhos. O trabalho de PACE (2013) analisou gravações obtidas em Kauai, uma ilha havaiana. O Tema encontrado (Figura 32B) se assemelha bastante com a Frase 10, que aparece em 2006, 2007 e 2009 no presente estudo realizado em Abrolhos. Em 2009, a Frase 10 é única remanescente do Tema 7 (Figura 32A).

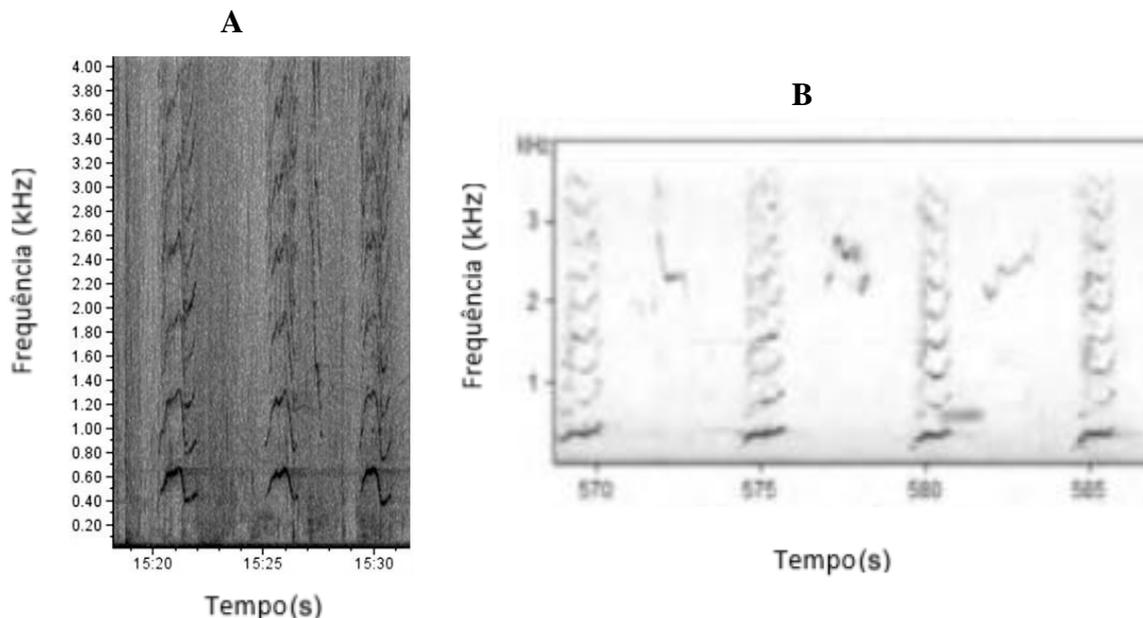


Figura 32: (A) - Frase 10, encontrada em 2006, 2007 e 2009 no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann (B) - Tema encontrado em Kuai em 1989. Espectrograma retirado de PACE (2013), (adaptado do documento de CERCHIO da Whale Conservation Society).

No mesmo trabalho de PACE (2013) em Kauai, foi encontrada um Tema (Figura 33B) que muito se assemelha ao Tema 12, representado pela Frase 11 encontrada no presente estudo em Abrolhos em 2015 e 2016 (Figura 33A).

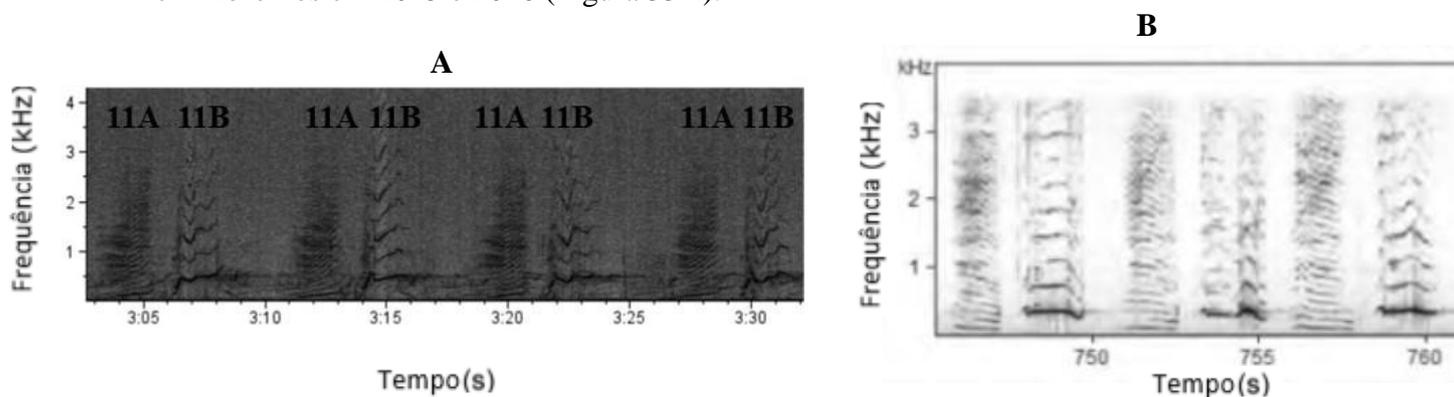


Figura 33: (A) - Tema 12, representado pela Frase 11 encontrado nos anos de 2015 e 2016, no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann (B)- representando um Tema encontrado em Kuai em 1989. Espectrograma retirado de PACE (2013), (adaptado do documento de CERCHIO da Whale Conservation Society).

No trabalho de RAZAFINDRAKOTO (2001), em Antogil Bay, a maior baía de Madagascar, foi encontrado um Tema em 1996 (Figura 34B), que se assemelha muito ao conjunto de Frases 5, que fazem parte do Tema 4, encontrado no presente estudo, em Abrolhos, em 2006 e 2007. (Figura 34A).

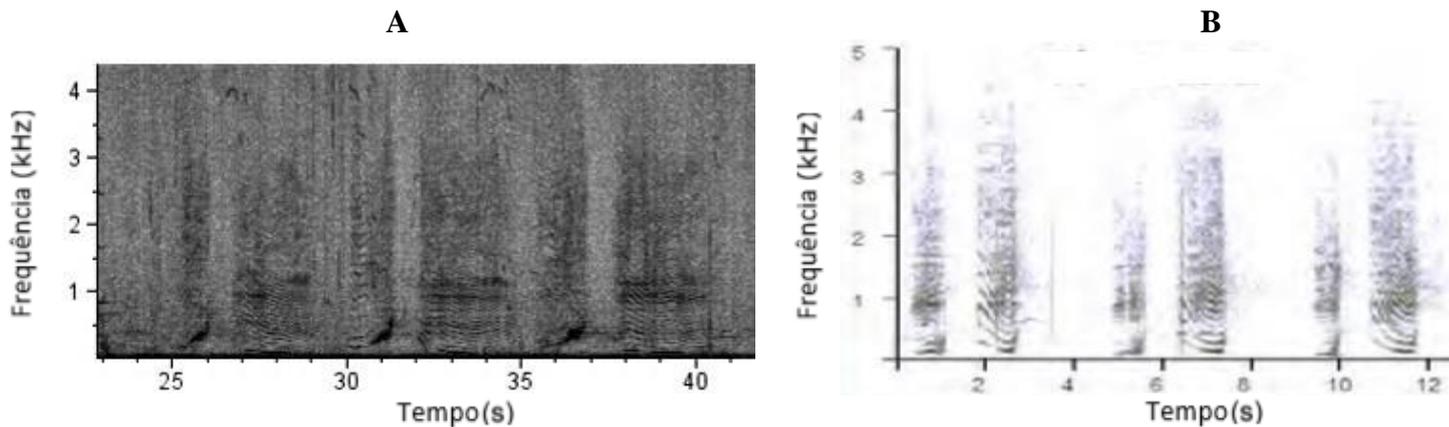


Figura 34:(A)- Frase 5, encontrado nos anos de 2006 e 2007, no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann (B)-:Tema encontrado em Antongil Bay em 1996. Espectrograma gerado com FFT de 512 pontos, Overlap 50% e janela de Hamming, retirado de RAZAFINDRAKOTO (2001).

No trabalho realizado por GARLAND *et al.*, (2013) no Pacífico Sul foi encontrado um Tema (Figura 35B) que é composto por duas Frases que aparecem separadamente no presente estudo, realizado em Abrolhos. A Frase 8, presente em 2006 e 2007 (Figura 35A) e a Frase 11, com uma configuração nova encontrada no ano de 2016 (Figura 35C).

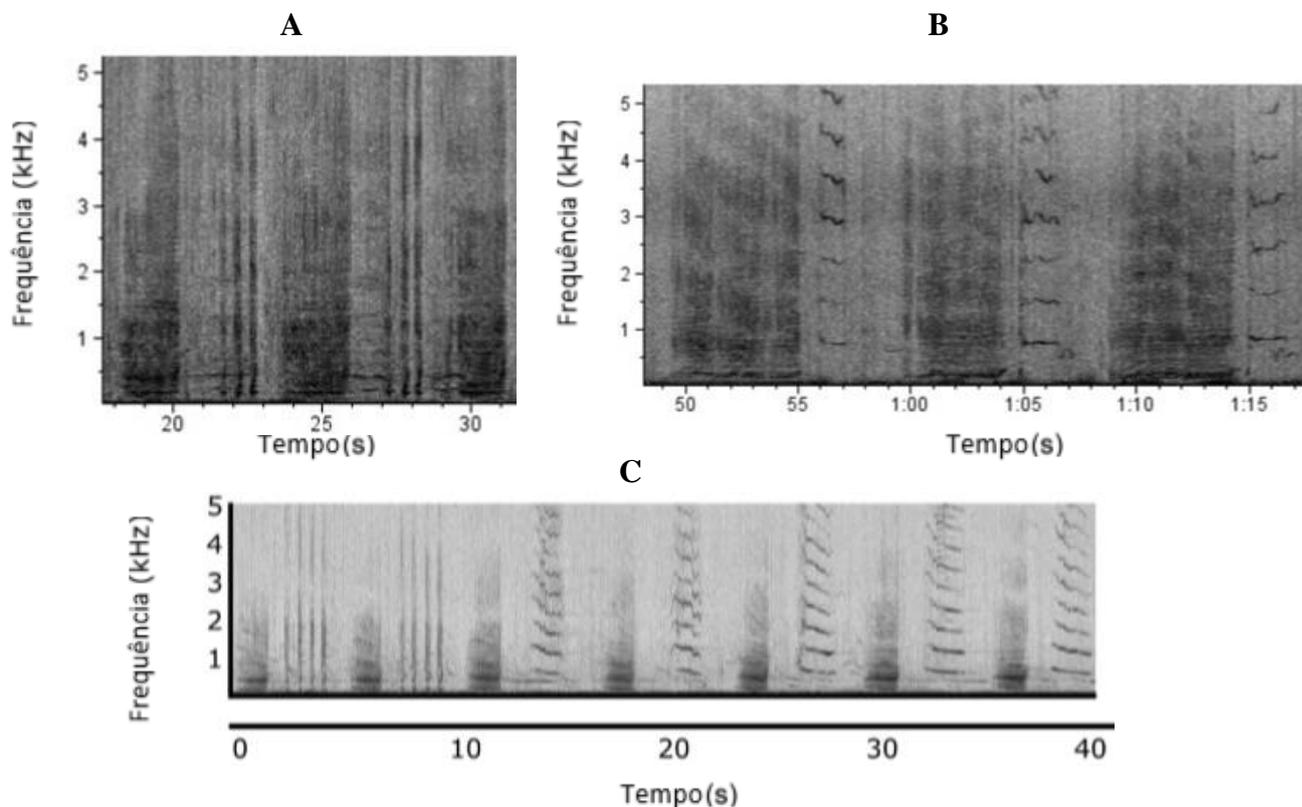


Figura 35: (A)- Frase 8, encontrada nos anos de 2006 e 2007, no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann (B)- Frase 11, configuração que apenas aparece em 2016 no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann (C) Tema encontrado no Pacífico Sul, Nova Caledônia, Tonga e Austrália em 2007 e 2008. Espectrograma gerado com FFT 1024 pontos e janela de Blackmann- Harris, retirado de GARLAND *et al.* (2013).

No trabalho de MURRAY *et al.* (2012), apenas um Tema é encontrado compartilhado tanto por Madagascar quando pela Austrália Ocidental (Figura 36B). Esse Tema apareceu de forma abundante em ambos os locais. Os autores hipotetizaram que a presença deste Tema nessas regiões no ano de 2006, além da similaridade na estrutura das Frases e na transformação da Unidade dentro do Tema B poderia ser evidenciada por uma transmissão cultural entre Madagascar e a Austrália Ocidental.

Esta hipótese levantada no trabalho de Murray, *et al* (2012) pode ser observada também pelo presente estudo realizado em Abrolhos, onde no mesmo ano (2006) foi encontrado o Tema 5, representado pela Frase 6 (Figura 36A).

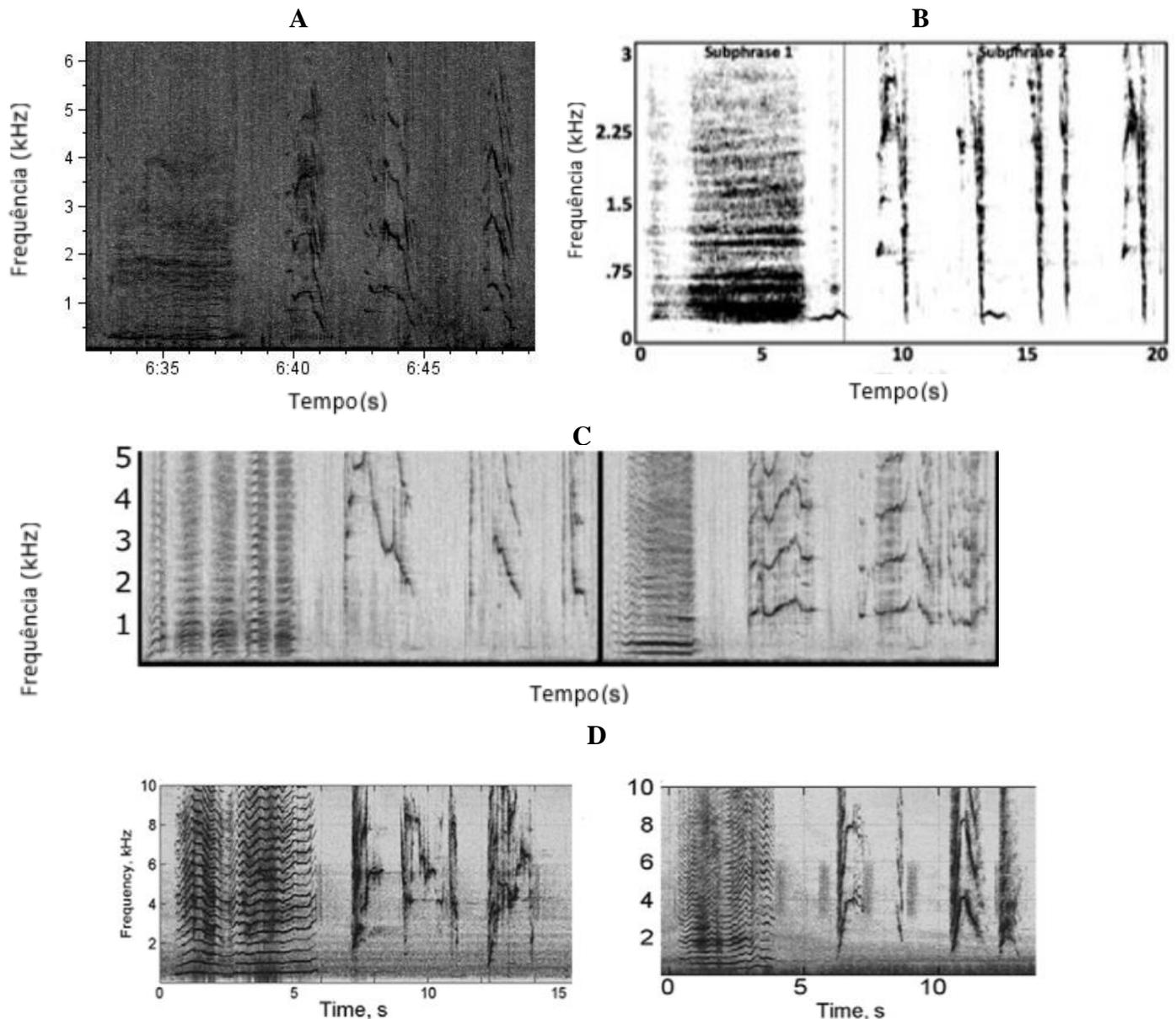


Figura 36: (A) - Tema 5, representado pela Frase 6, do presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann, Tema 5, (B) - Tema encontrado na região de Madagascar e Austrália Ocidental no ano de 2006. Espectrograma gerado com FFT de 512 pontos, Overlap 90%, retirado de MURRAY *et al.* (2012), (C) - Tema encontrada no Pacífico Sul, Nova Caledônia. Espectrograma gerado com FFT 1024 pontos e janela de Blackmann- Harris, retirado de GARLAND *et al.* (2013). (D)- Frase encontrada na região da Península da Antártica em 2010. Espectrograma gerado com FFT de 2048 pontos, Overlap 50% e janela Hamming, retirado de STIMPERT *et al.* (2012).

Outro Tema que foi encontrado no ano de 2006 é exclusivo de Madagascar, documentado por MURRAY *et al.* (2012). (Figura 37B) e se assemelha ao Tema 6 encontrado no presente estudo em Abrolhos em 2006 e 2007(Figura 37A).

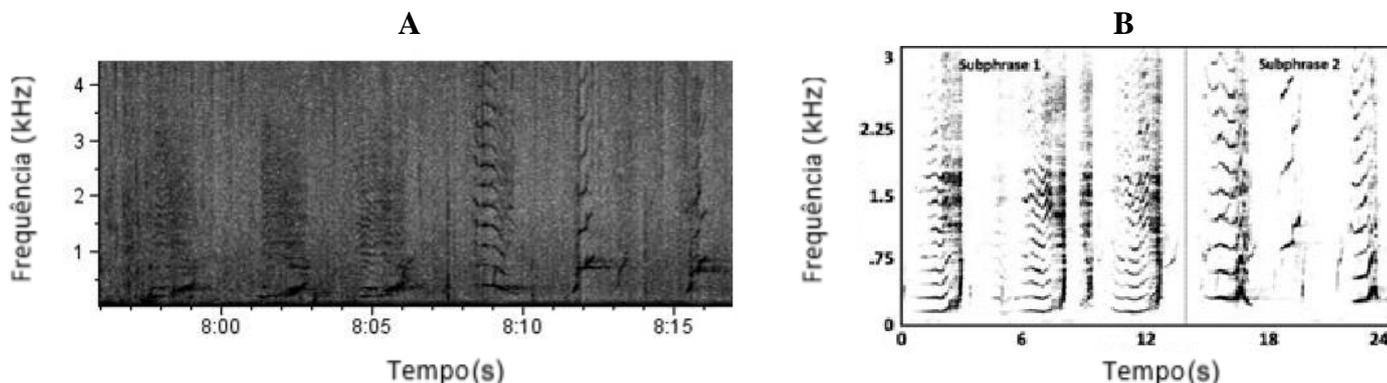


Figura 37: (A) -Tema 6, encontrado nos anos de 2006 e 2007, no presente estudo. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann. (B) - Tema encontrado na região de Madagascar e Austrália Ocidental no ano de 2006. Espectrograma gerado com FFT de 512 pontos, Overlap 90%, retirado de MURRAY *et al.* (2012).

No mesmo trabalho de MURRAY *et al.* (2012) em Madagascar foi encontrada uma Subfrase (Figura 38A) que muito se assemelha à Frase 9 encontrada no presente estudo em Abrolhos, que apresenta essa configuração no ano de 2011(Figura 38B).

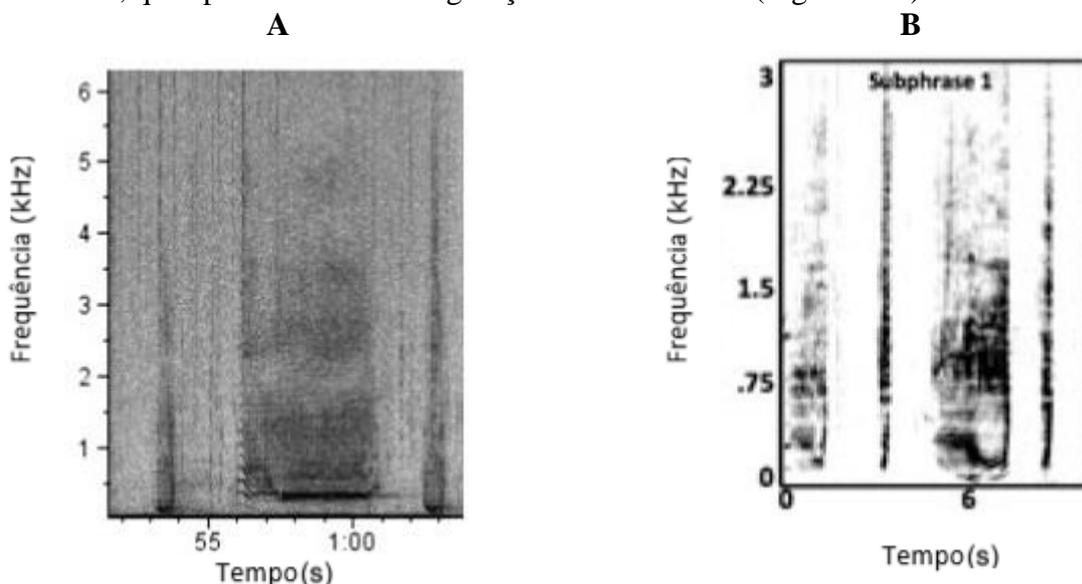


Figura 38: (A) - Frase 9, encontrada com essa configuração no ano de 2011. Espectrograma gerado com FFT de 6909 pontos, Overlap 85% e janela de Hann. (B) -, Subfrase de um dos Temas encontrados na região de Madagascar no ano de 2006. Espectrograma gerado com FFT de 512 pontos, Overlap 90%, retirado de MURRAY *et al.*(2012).

As semelhanças encontradas em trabalhos ao redor do mundo com o presente estudo em Abrolhos, pode evidenciar uma transmissão cultural que só poderia ocorrer se existisse uma transmissão via aprendizagem vocal de indivíduos, que poderiam estar em contato acústico, enquanto se sobreporiam geograficamente, podendo evidenciar alguma conectividade entre populações (MURRAY *et al.*, 2012).

Parece existir também, uma área de conectividade, que não só ocorre entre Madagascar e Austrália Ocidental, mas que poderia abranger, da mesma forma, as baleias que se reproduzem em Abrolhos. Essas interações oceânicas seriam possíveis de ocorrer no Hemisfério Sul, pois ao contrário do que ocorre no Hemisfério Norte, onde as baleias, tanto do Pacífico Norte e do Atlântico Norte, são completamente isoladas umas das outras devido às barreiras terrestres (MURRAY *et al.*, 2012).

Um exemplo de uma interação oceânica foi realizada no trabalho de POMILLA e ROSENBAUM (2005), onde eles documentaram uma migração interoceânica de um macho do Oceano Índico ao Oceano Atlântico.

No trabalho de LOO *et al.* (2007), eles analisaram que essas baleias poderiam estar se misturando na área de alimentação. O Canto é ouvido na área de alimentação no Hemisfério Norte, o que pode acontecer nas áreas de alimentação no Hemisfério Sul (MATILLA *et al.*, 1987; McSWEENEY *et al.*, 1989; CLARK e CLAPHAM, 2004).

Isso pode explicar o porquê de algumas estruturas apareceram no mesmo ano em estoques diferentes em Abrolhos e nos Estoques de Madagascar e Austrália Ocidental (WINN *et al.*, 1981; PAYNE e GUINEE, 1983; CERCHIO *et al.*, 2001).

Canções de baleias jubarte foram detectadas em latitudes mais altas, fora dos locais de reprodução e períodos reprodutivos, tanto nas rotas migratórias durante o início e final do outono (CLAPHAM e MATILLA 1990; NORRIS *et al.*, 1999; CHARIF *et al.*, 2001), na primavera e no meio do inverno, nas áreas de alimentação mais ao sul do Atlântico Norte (CLARK e CLAPHAM, 2004; VU *et al.*, 2012).

No trabalho de DARLING *et al.* (2014), a partir de estudos de fotoidentificação e de marcação dos indivíduos indicam um potencial de mistura de baleias jubarte, englobando toda a bacia do Pacífico Norte, principalmente em 3 regiões localizadas em Filipinas, Japão e Havaí (DARLING e CERCHIO, 1993; SALDEN *et al.*, 1999 ; ACEBES *et al.*, 2007 ; CALAMBOKIDIS *et al.* 2008) bem como entre estas áreas e o resto do Pacífico Norte, (DARLING e JURASZ, 1983; DARLING e McSWEENEY, 1985; GABRIELE, 1996; MATE 2007; CALAMBOKIDIS, 2008)

As mudanças que ocorrem numa canção podem ser autogeradoras ou causadas por alguma influência social. Se as mudanças forem autogeradoras, provavelmente, devem seguir uma regra preestabelecida, já que as baleias jubarte estão em contínua atualização de suas canções com o resto da população (GUINEE *et al.*, 1983). Se for a partir de influências sociais (que são mudanças vistas na demografia), como foi documentado na Austrália (NOAD, *et al.* 2000), deve ocorrer uma transmissão cultural, que também pode ser vista em alguns outros animais, como, por exemplo, os passeriformes. (MUNDINGER, 1980).

Se constatarmos que a canção é transmitida através da aprendizagem, como sugeriram PAYNE *et al.* (1983) e NOAD *et al.* (2000), os cantores têm habilidades diferentes para compor e aprender as canções. NOAD *et al.* (2000) propuseram que a novidade vai impulsionar a mudança da canção, fazendo com que as canções mais novas sejam mais atraentes do que as antigas e que os indivíduos que compõem ou aprendem, de forma mais ligeira, enviam informações sobre as suas habilidades de aprender diferencialmente, que poderiam ser usadas por outras baleias ou para não interagir com elas.

CERCHIO *et al.* (2001) propuseram que os machos que vão demonstrar alguma conformidade com a versão da canção atual e que vão apresentar algumas novidades podem ser beneficiados por uma vantagem adaptativa. Possivelmente pode existir alguma força motriz que poderia impulsionar os indivíduos a inventar novas estruturas e, de algum modo, fazer com os outros aprendam, no mínimo essas alterações e que a capacidade de acompanhar essas alterações possam ser um indício da aptidão de cada um deles.

A comparação entre o repertório de baleias brasileiras e de baleias africanas não é nova. No trabalho de DARLING e SOUSA (2005) foi feito um estudo com canções em Abrolhos e

canções de Gabão. O estudo mostrou uma similaridade bastante grande entre as canções de ambos os locais. Foi sugerido que as baleias de Brasil e Gabão, pudessem compartilhar um campo de alimentação em comum. CLARK e CLAPHAM, (2014) corroboram com essa hipótese que se isto ocorre haveria uma interação regular e uma possível troca de indivíduos e/ou canção entre áreas de reprodução e a manutenção da similaridade global de músicas de ano para ano.

A partilha de canções entre os locais de reprodução em Madagascar e no Gabão indica que os machos destes grupos reprodutores, em diferentes bacias oceânicas, estão em contato acústico em algum ponto do ciclo migratório (RAZAFINDRAKOTO, 2009).

A transmissão de canções entre as populações da região ocidental e central do Pacífico Sul é mais provável de ocorrer através do movimento individual masculino entre estações e/ou canto enquanto em rotas migratórias compartilhadas, do que por machos que se deslocam entre populações em uma única estação.(GARLAND *et al.*, 2013).

Evidências encontradas no Pacífico sugeriram que, embora a maioria das baleias possam mostrar algum grau de certa fidelidade a seu território, existe alguma troca de indivíduos que pode ocorrer entre populações amplamente separadas (WINN *et al.*, 1981; PAYNE e GUINEE, 1983; DARLING e McSWEENEY, 1985; DARLING e MORI, 1992; DARLING e CERCHIO 1993; NOAD *et al.*, 2000; CALAMBOKIDIS *et al.*, 2001; CERCHIO *et al.*, 2001).

A semelhança, por exemplo, da canção em constante evolução entre populações no México e Havaí, que são separadas por aproximadamente 4.000 km já foi documentada (WINN *et al.*, 1981; PAYNE e GUINEE, 1983; CERCHIO *et al.*, 2001), bem como, a troca de indivíduos entre esses locais (DARLING e JURASZ,1983; DARLING e McSWEENEY, 1985).

A superfície do oceano vai variar de um refletor liso brilhante a uma superfície muito áspera e turbulenta que dispersa o som de maneira aleatória, com a velocidade do som na camada isotérmica profunda aumentando gradualmente com a profundidade, com um gradiente de velocidade do som positivo (BURDIC,1991). A região de transição entre a termoclina principal e a camada isotérmica profunda dá origem a um efeito de lente acústica no oceano (BURDIC,1991).

Com isso os sons realizados em baixa frequência, como é o caso da canção da baleia jubarte, podem ser propagados em centenas ou milhares de quilômetros, onde certas condições oceânicas criam um canal de som oceânico que são guias de ondas sonoras que vão conservar a energia sonora, propagando-a a longas distâncias na escala de bacias oceânicas (RICHARDSON *et al.*, 1995).

5.CONCLUSÃO

Foi evidenciado que a canção de baleia jubarte é bastante complexa e variável em relação às suas estruturas, principalmente entre Unidades, Frases e Temas para os anos estudados na região do Banco dos Abrolhos. Isto corrobora com estudos realizados anteriormente que negam um padrão fixo na estrutura do canto. Se faz importante um contínuo monitoramento das canções a longo prazo para fornecimento de informações com critérios mais resistentes para os níveis hierárquicos que as compõem, além se ser de extrema importância para um plano de conservação da população de jubartes local.

Com isso, ajudaria na contribuição da proteção do meio ambiente e a manutenção do papel e da integridade estrutural desse ecossistema único. É de extrema importância identificar os mecanismos do canal acústico que possibilitam sons de baixa frequência, como os de baleia jubarte, se propagarem a grandes distâncias no Oceano, podendo possibilitar semelhanças da canção de baleia jubarte em bacias oceânicas extremamente afastadas.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEBES, J. M. V.; DARLING, J. D.; YAMAGUCHI, M. Status and distribution of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in northern Luzon, Philippines. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 9, n. 1, p. 37, 2007.

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

ANDRIOLO, A.; KINAS, P. G.; ENGEL, M. H.; MARTINS,C.C.A.; RUFINO, A.M. Humpback whales within the Brazilian breeding ground: distribution and population size estimate. **Endangered Species Research**, v. 11, n.3, p.233-243, 2010.

ANDRIOLO, A.; MARTINS, C.C. A.; ENGEL M. H.; PIZZORNO, J.L.; MÁ-ROSA, S.; FREITAS, A.C.; MORETE, M. E.; KINAS P. G. The first aerial survey of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to estimate abundance in the breeding ground off Brazil (Breeding Stock A). **Journal of Cetacean Research Management**, v.8, n.3, p.307–311, 2006.

ARRAUT, E.M.; VIELLIARD, J.M.E. The song of the Brazilian population humpback whale *Megaptera novaeangliae* in the year 2000: individual song variations and possible implications. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.76, n. 2, p. 373-380, 2004.

AU, W. W. L.; PACK, A. A.; LAMMERS, M. O.; HERMAN, L. M.; DEAKOS, M. H.; ANDREWS, K. Acoustic properties of humpback whale songs. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v.120, n.2, p.1103-1110, 2006.

BASTIDA,R.; RODRÍGUEZ, D.; SECCHI, E.; SILVA, V. **Mamíferos Acuáticos, Sudamerica Antártida**. 1.ed. Buenos Aires: Vazquez Mazzini Editores,2007.368p.

BERCHOK, C.; BRADLEY, D.; GABRIELSON, T. St. Lawrence blue whale vocalizations revisited: characterization of calls detected from 1998 to 2001. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v.120, p. 2340–2354, 2006.

BORTOLOTTO, G.A.; DANILEWICZ, D.; HAMMOND, P.S.; THOMAS, L.; ZERBINI, A.N. Whale distribution in a breeding area: spatial models of habitat use and abundance of western South Atlantic humpback whales_ **Marine Ecology Progress Series**. v. 585, p. 213-227,2017.

BORTOLOTTO, G. A.; DANILEWICZ, D.; ANDRIOLO, A.; SECCHI, E. R.; ZERBINI, A. N. Whale, whale, everywhere: increasing abundance of western South Atlantic humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in their wintering grounds. **PLoS One**, v. 11, n. 10, p. e0164596, 2016.

BRITO, M.R.M. **Evolução do Canto da Baleia Jubarte (*Megaptera novaengliae*) no Banco dos Abrolhos, Bahia, Brasil entre os anos 2000 e 2002**. 2014.47f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil.

BROWN, M.; CORKERON, P. Pod characteristics of migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off the east Australian coast. **Behavior**, v.132, n.3, p.163-179, 1995.

BURDIC, W. S. Underwater acoustic systems analysis. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 89, n. 6, p. 3020-3021, 1991.

CALAMBOKIDIS, J.; FALCONE, E. A.; QUINN, T. J.; BURDIN, A. M.; CLAPHAM, P. J.; FORD, J. K. B.; STRALEY, J. M. **Unpublished report submitted by Cascadia Research Collective to USDOC, Seattle, WA under contract AB133F-03-RP-0078 [available from the author]**, 2008.

CALAMBOKIDIS, J.; STEIGER, G. H.; STRALEY, J.M .; HERMAN, L.M .; CERCHIO, S.; SALDEN, D.R.; URBAN, J.R.; JACOBSEN, J.K.; VON ZIEGESAR, O.V.; BALCOMB, K.C.; GABRIELE, C.M.; DAHLHEIM, M.E.; UCHIDA, S.; ELLIS, G.; MIYAMURA, Y.; LADRON, P.G.P.; YAMAGUCHI, M.; SATO, F.; MIZROCH, S.A.; SCHLENDER, S.; BARLOW, J.; QUINN, T. J. Movements and population structure of humpback whales in the North Pacific. **Marine Mammal Science**, v.17, n.4, p.769–794, 2001.

CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. **Phyllogorgia dilatata** (Esper, 1806), In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (eds). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Ministério do Meio Ambiente/SBF**, Série Biodiversidade 19, Brasília, 2008, p.168-169.

CATO D, H. Songs of Humpback Whales: the Australian perspective. **Memoirs Queensland Museum**, v.30, p .277-290, 1991.

CERCHIO, S.; STRINBERG, S.; COLLINS, T.; BENNET, C.; ROSENBAUM, H. Seismic surveys negatively affect humpback whale singing activity off northern Angola. **PLoS One**, v.9, n.3, p.86-464, 2014.

CERCHIO, S.; M. DAHLHEIM. Variation in vocalizations of humpback whale *Megaptera novaeangliae* from southeast Alaska. **Bioacoustics**, v.11, p. 277-295, 2001.

CERCHIO, S.; JACOBSEN, J.K.; NORRIS, T.F. Temporal and geographical variation in songs of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*: synchronous change in Hawaiian and Mexican breeding assemblages. **Animal Behaviour**, v. 62, n. 2, p. 313-329, 2001.

CHARIF, R.A.; CLAPHAM, P.J.; CLARK, C.W. Acoustic detections of singing humpback whales in deep waters off the British Isles. **Marine Mammal Science**, v. 17, n. 4, p. 751-768, 2001.

CHITTLEBOROUGH, R.G. Dynamics of two populations of humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski). **Australia Journal Marine Freshwater Research**, v.16, n.1, p.33-128, 1965.

CHOLEWIAK, D.M.; SOUZA-LIMA, R.S.; CERCHIO, S. Humpback whale song hierarchical structure: Historical context and discussion of current classification issues. **Marine Mammal Science**, v.29, n.3, p.312- 332, 2012.

- CLAPHAM, P. J. Humpback whale: *Megaptera novaeangliae*. In: **Encyclopedia of marine mammals**. Academic Press, 2009. p. 582-585.
- CLAPHAM P.J.; MEAD, J.G. *Megaptera novaeangliae*. **Mammalian Species**, v.604, p. 1-9, 1999.
- CLAPHAM, P.J. The social and reproductive biology of humpback whales: an ecological perspective. **Mammal Review**, v. 26, n.1, p.27–49,1996.
- CLAPHAM, P. J.H.; MATTILA, D. K. Humpback whale songs as indicators of migration routes. **Marine Mammal Science**, v. 6, n. 2, p. 155-160, 1990.
- CLARK, C.W.; CLAPHAM. P, J. Acoustic monitoring on a humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) feeding ground shows continual singing into late spring. Proceedings of the Royal Society: **Biological Series**, v.271, n.1051, p.1051–1057,2004.
- CLARK, C. W. The acoustic repertoire of the southern right whale, a quantitative analysis. **Animal Behaviour**, v.30, p. 1060-1071, 1982.
- COMMITTEE ON TAXONOMY. List of marine mammal species and subspecies. **Society for Marine Mammalogy**, 2017.
- CUNHA, T. J.; GUTH, A. Z.; BROMBERG, S.; SUMIDA, P. Y. G. Macrofauna associated with the brown algae *Dictyota* spp. (Phaeophyceae, Dictyotaceae) in the Sebastião Gomes Reef and Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Continental Shelf Research**, v.70, p.140-149.2013.
- DARLING, J.D. Low frequency, ca. 40 Hz, pulse trains recorded in the humpback whale assembly in Hawaii. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v.138, n.5, p.452-458, 2015.
- DARLING, J. D.; ACEBES, J. V.; YAMAGUCHI, M. Similarity yet a range of differences between humpback whale songs recorded in the Philippines, Japan and Hawaii in 2006. **Aquatic Biology**, v. 21, n. 2, p. 93-107, 2014.
- DARLING, J.D.; SOUSA- LIMA, R.S Songs indicate interaction between humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) populations in western and eastern South Atlantic Ocean. **Marine Mammal Science**, v.21, n.1, p.557–566, 2005.
- DARLING, J. D.; BÉRUBÉ, M. Interactions of singing humpback whales with other males. **Marine Mammal Science**, v. 17, n. 3, p. 570-584, 2001.
- DARLING, J. D.; CERCHIO, S. Movement of a humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) between Japan and Hawaii. **Marine Mammal Science**, v. 9, n.1, p.84–91, 1993.
- DARLING,J.D.;MORI,K. Recent observation of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Japanese waters, Ogasawara and Okinawa. **Canadian Journal of Zoology**, v.71, n.2, p. 325–333,1992.

DARLING, J. D.; MCSWEENEY, D.J. Observations on the migrations of North Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). **Canadian Journal of Zoology**, v.63, n.2, p. 308–314,1985.

DARLING, J. D.; JURASZ, C.M. Migratory destinations of North Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). 1983.p.359-368 In. PAYNE,R ed. **Communication and behavior of whales. AAAS Selected Symposia Series, Westview Press, Boulder, CO.**

DARLING, J. D. Migratory destinations of North Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). **Communication and behavior of whales**, p. 359-368, 1983.

DARLING, D. **Migrations, abundance and behavior of Hawaiian humpback whales (*Megaptera novaeangliae*)** (Boroski). 1983.294f. Tese de (Doutorado) - Universidade da California, Santa Cruz, USA.

DAWBIN, W. H; EYRE, E.J. Humpback whale songs along the coast of Western Australia and some comparison with east coast songs. **Memoirs Queensland Museum.**, v. 30, p. 249-254, 1991.

DING, W.; WÜRSIG, B.;EVANS W.E. Whistles of dolphins: Comparisons among populations. **Aquatic Mammals**, v. 21, n. 1, p. 65-77, 1995.

DUNBAR, R. **Grooming, gossip, and the evolution of language.** 1.ed.United States: Harvard University Press, 1998. 242p.

DUNLOP, R.; NOAD, M. J.; CATO, D. S. The social vocalization repertoire of east Australian migrating. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 122, n. 5, p. 2893-2905, 2007

ENGEL, M. Comportamento reprodutivo da baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) em Arolhos. **Anais de Etologia**, v.14, p.275–284, 1996.

ERIKSEN, N.; MILLER, L. A.; TOUGAARD, J.; HELWEG, D. A. Cultural change in the songs of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) from Tonga. **Behaviour**, v.142, n.3, p. 305-328,2005.

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations – Disponível em <http://www.fao.org/fishery/species/2745/en> . Acessado em 21 de Julho de 2018.

FRAZER, N.; MERCADO, E. A Sonar Model for Humpback Whale Song. **IEEE Journal of Ocean Engineering**, v. 25, p. 160-182, 2000.

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

FINDLAY, K.P. A review of humpback whale catches by modern whaling operations in the Southern Hemisphere. **Memoirs Queensland Museum**, v. 47, n.2, p.411–420, 2001.

FORCADA, J. Distribution, In: PERRIN, W.F., WURSIG, B., THEWISSEN, J.G.M. 2ed. In: **Encyclopedia of Marine Mammals**, Academic Press. 2.ed. San Diego, United States : Academic Press, 2002 p.327-333.

FORD, J. K.B. Dialects. In: **Encyclopedia of marine mammals**. Academic Press, 2018. p. 253-254.

FORD, J. K. B. Vocal tradition among resident killer whale (*Orcinus orca*) in coastal waters of British Columbia. **Canadian Journal of Zoology**, v. 69, p. 1454-1483, 1991.

FRANKEAL, S. C. W.; CLARK, M.; HERMAANN, D. C.; GABRIELE, C.M. Spatial distribution, habitat utilization, and social interactions of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, of Hawaii determined using acoustic and visual techniques. **Canadian Journal of Zoology**, v.3, n.6, p.1134-1146, 1995.

FRUMHOFF, P. Aberrant songs of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*): clues to the structure of humpback songs. **Communication and behavior of whales**, p.81-127.1983.

GABRIELE, C.M.; STRALEY, J.M.; HERMAN, L.N. Fastest document migration for a north pacific humpback whale. **Marine Mammal Science**. n.12.p.457-464, 1996.

GARLAND, E. C.; NOAD, M. J.; GOLDIZEN, A. W.; LILLEY, M. S.; REKDAHL, M. L. Quantifying humpback whale song sequences to understand the dynamics of song exchange at the ocean basin scale. **Journal of the Acoustical Society of America**, v.133, n.1, p. 560–569, 2013.

GARLAND, E. C.; GOLDIZEN, A.W.; REKDAHL, M, L.; CONSTANTINE, R.; GARRIGUE, C.; HAUSER, N.D.; POOLE, M.M.; ROBBINS, J.; NOAD, M.J. Dynamic horizontal cultural transmission of humpback whale song at the ocean basin scale. **Current Biology**, v. 21, n.8, p. 687-692, 2011.

GLOCKNER, D.A. **Determining the sex of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in their natural environment. In: Communication and Behavior of Whales**, 1.ed. Boulder, Colorado: Westview Press, 1983.p.447–464.

GRAUR, D.; HIGGINS, D. G. Molecular evidence for the inclusion of cetaceans within the order Artiodactyla. **Molecular Biology Evolution**, v.11, n.3, p. 357–364, 1994.

GUINE, L. N.; PAYNE, K. B. Rhyme-like Repetitions in Songs of Humpback Whales. **Ethology**, v.79, n.4, p.295-306, 1988.

HASTIE, G.D.; WILSON, B.; WILSON, L.J. PARSONS, K.M.; THOMPSON; P.M. Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. **Marine Biology**, v. 144, n. 2, p. 397-403, 2004.

HATUM, P.S. **The song of humpback whale and the potencial effects of whale of whale-watching in the Abrolhos bank, BA, Brazil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil.

HELWEG, D. A.; HERMAN, L. M.; YAMAMOTO, S.; FORESTELL, P. H. Comparison of songs humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) recorded in Japan, Hawaii, and Mexico during the winter of 1989. **Scientific Report Cetacean Resort**. v. 1, p. 1-12, 1990.

HELWEG, D. A.; CATO, D. H.; JENKINS, P. F.; GARIGUE, C.; MCAULEY, R. D. Geographic variation in South Pacific humpback whale songs. **Behaviors**, v.135, n.1, p.1-27,1988.

HERMAN, L.M.; TAVOLGA, W.N. **The communications systems of cetaceans** In: L. HERMAN, M, **Cetacean behavior, mechanisms and functions**.1.ed. New York, NY: John Wiley and Sons, 1980.p.149-209.

HOPP, S. L.; OWREN, M. J.; EVANS, C. S. **Animal Acoustic Communication. Sound Analysis and Research Methods**. Springer, p. 421,1998.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista de Fauna Brasileira ameaçada de extinção**. Disponível: <http://www.icmbio.gov.br/portal/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol2.pdf. Acessadp em 08 de Maio de 2019.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista de espécies quase ameaçadas e com dados insuficientes** Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies-dados-insuficientes.html>. 2014. Acessado em 20 de Abril de 2018.

JEFFERSON, T.A.; LEATHERWOOD, S.; WEBBER, M.A. **Species identification guide In: Marine mammals of the world**. Ed. Roma: FAO,2015.p.320.

LEÃO, Z.M.A.N. **Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil**.1982.218p. Dissertação (Mestrado) Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University Miami Florida, U.S.A.

LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P.; TESTA, V. Corals and Coral Reefs of Brazil. In: **Latin American Coral Reefs**. **Elsveier Publisher**, Amsterdam, p .9-52, 2003.

LIMA, L.M.; SPERLE, M; FIGUEIREDO, A.G. Caracterização de ecofáceis na região do Banco dos Abrolhos In: XII Semana Nacional de Oceanografia, Rio de Janeiro. **Resumos Expandidos**, Rio de Janeiro: UERJ, 1999. p.211-213.

LODI, L. Ocorrência de baleias-jubarte, *Megaptera novaeangliae*, no Arquipelago de Fernando de Noronha, incluindo um resumo de registros de capturas no Nordeste do Brasil. **Biotemas** , v.7, n.1, 2, p.116-123, 1994.

LOO, J.C.; POMILLA, C.; OLAVARRIA, C.; AGUAYO, A.; THIELE, D.; BAKER, C.S.; ROSENBAUM, H. 2007. Genetic structure of feeding aggregations of humpback whales in the Southern Ocean.In:**17th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals**, Cape Town, South Africa, 2007. v.29.

- MAHANTY, M.M.; LATHA, G.; THITUNAVUKKARASU, A. Analysis of humpback whale sounds in shallow waters of the Southeastern Arabian Sea: An indication of breeding habitat. **Journal of Bioscience**, v. 40, p. 407-417, 2015.
- MARTINS, C.C. A.; MORETE, M.E.; ENGEL, M.H.; FREITAS, A.C.; SECCHI, E.R.; KINAS, P.G. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. **Memoirs Queensland Museum**, vol. 47, n.2, p. 563-570, 2001.
- MATE, B.; MESECAR, R.; LAGERQUIST, B. The evolution of satellite-monitored radio tags for large whales: One laboratory's experience. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 54, n. 3-4, p. 224-247, 2007.
- MATILLA, D.M.; GUINEE, L.; MAYO, C. Humpback whale songs on a North Atlantic feeding ground. **Journal of Mammalogy**, v. 68, n.4, p. 880–883, 1987.
- MCGOWEN, M.R.; GATESY, J.; WILDMAN, D. E. Molecular evolution tracks macroevolutionary transitions in Cetacea. **Trends in ecology & evolution**, v. 29, n. 6, p. 336-346, 2014.
- MCGOWEN, M. R.; SPAULDING, M.; GATESY, J. Divergence date estimation and a comprehensive molecular tree of extant cetaceans. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 53, n. 3, p. 891-906, 2009.
- MCSWEENEY, D.J.; CHU, K.C.; DOLPHIN, W.F.; GUINEE, L.N. North Pacific humpback whale songs: A comparison of southeast Alaskan feeding ground songs with Hawaiian wintering ground songs. **Marine Mammal Science**, v. 5, n.2, p.139–148, 1989.
- MEDRANO L, M.; SALINAS, I.; SALAS, I.; GUEVARA, P.L.D.; AGUAYO, A.; JACOBSEN, J.; BAKER, C.S. Sex identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on the wintering grounds of the Mexican Pacific Ocean. **Canadian Journal of Zoology**, v.72, n.10, p. 1771-1774, 1994.
- MIKHALEV, Y. A. Humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Arabian Sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 149, p. 13-21, 1997.
- MOBLEY, J.R.; HERMAN, L.M.; FRANKEL, A.S. Responses of wintering humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) to playback of recordings of winter and summer vocalizations and of synthetic sound. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 23, n .4, p. 211-223, 1988.
- MOBLEY, J.R.; HERMAN, L. M. Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Hawaiian wintering grounds. **Canadian Journal of Zoology**, v. 63, n. 4, p. 762-772, 1985.
- MORETE, M. E.; BISI, T.L.; PACE, R. M.; ROSSO, S. Fluctuating abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in a calving ground off coastal Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.88, n.6, 1229-1235, 2008.

MOURA, R. L.; SECCHIN, N. A.; AMADO-FILHO, G. M.; FRANCINI-FILHO, R. B.; FREITAS, M. O.; MINTE-VERA, C. V.; GUTH, A. Z. Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank. **Continental Shelf Research**, v.70, p.109-117.2013.

MUNDINGER, P. C. Animal cultures and a general theory of cultural evolution. **Ethology and Sociobiology**, v. 1, n. 3, p. 183-223, 1980.

MURRAY, A.; CERCHIO, S.; MCCAULEY, R.; JENNER, C.S.; RAZAFINDRAKOTO, Y.; COUGHAN, D.; ROSENBAUM, H. Minimal similarity in songs suggests limited exchange between humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the southern Indian Ocean. **Marine Mammal Science**, v.28, n.1, p., 41-57, 2012.

NOAD, M. J.; CATO, D. H.; BRYDEN, M. M.; JENNER, M. N.; JENNER, K. C. S. Cultural revolution in whale songs. **Nature**. v. 408, n.6812, p. 537-537,2000.

NORRIS, T. F.; MC DONALD, M; BARLOW, J. Acoustic detections of singing humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the eastern North Pacific during their northbound migration. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 106, n. 1, p. 506-514, 1999.

NORRIS, K. S.; HARVEY, G. W. **A theory for the function of the spermaceti organ of the sperm whale (*Physeter catodon L.*)**. -In: GALLER, S.R.; SCHMIDT-KOENING, K; JACOBS, G.J (eds.), **Symposium on animal orientation and navigation. - Scientific and Technical Information Office, National Aeronautics and Space Administration NASA**, Washington, D.C 1972. P.397-417 p.397-417. 1972.

PACE, F. **Automated classification of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) songs using Hidden Markov Models**. 205p. 2013. Tese (doutorado). University of Southampton of Engineering and the Environment, Institute of Sound and Vibration Research, Southampton, Inglaterra.

PALERMO-NETO, J.; ALVES, G. J. A comunicação dos animais. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v.16, n.49, p. 24-34, 2010.

PAVANATO, H. J.; WEDEKIN, L. L.; GUILHERME-SILVEIRA, F. R.; ENGEL, M. H.; KINAS, P. G. Estimating humpback whale abundance using hierarchical distance sampling. **Ecological Modelling**, v.358, p. 10-18, 2017.

PAYNE, K.; PAYNE, R. Large scale changes over 19 years in songs of humpback whales in Bermuda. **Zeitschrift für Tierpsychologie**, v. 68, n. 2, p. 89-114, 1985.

PAYNE, R.; GUINEE, L. N. **Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) songs as an indicator of istocks**. In: PAYNE, R. **Communication and Behavior of Whales**. ed. Westview Press, Boulder, Colorado: Westview Press, 1983 p.333-358.

PAYNE, R.S.; MCVAY, S. Songs of humpback whales. **Science**, v.173, n.3997, p.585-597,1971.

POMILLA, C.; AMARAL, A.R.; COLLINS, T.; MINTON, G.; FINDLAY, K.; LESLIE, M.; PONNAMPALAM, L.; BALDWIN, R.; ROSENBAUM, H. The worlds most isolated and distinct whale population? Humpback whales of the Arabian Sea. **PLoS One**. v,9. 2014.

POMILLA, C.; ROSEMBAUM, H. Against the current: An inter-oceanic whale migration event. **Biology Letters**, v. 1, n.4, p.476–479, 2005.

RAZAFINDRAKOTO, Y.; CERCHIO, S.; COLLINS, T.; ROSENBAUM, H.; NGOUESSONO, S. Similarity of humpback whale song from Madagascar and Gabon indicates significant contact between South Atlantic and southwest Indian Ocean populations. **International Whaling Commission: SC61/SH8**, 2009.

RAZAFINDRAKOTO, Y.; ROSENBAUM, H. C.; HELVEG, D. A. First description of humpback whale song from Antongil Bay, Madagascar. **Marine Mammal Science**, v.17, n.1, p. 180-186, 2001.

REILLY, S.B.; BANNISTER, J.L.; BEST, P.B.; BROWN, M.; BROWNELL, J.R.R. L.; BUTTERWORTH, D.S.; CLAPHAM, P.J.; COOKE, J.; DONOVAN, G.P.; URBÁN, J.; ZERBINI, A.N. *Megaptera novaeangliae*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2019-1. Disponível em: <www.iucnredlist.org> Acessado em 10/05/2019.

REINDENBERG, J. S.; LAITMAN, J. T. Discovery of a low frequency sound source in Mysticeti (baleen whales): anatomical establishment of a vocal fold homolog. **The Anatomical Record**, v.290, n.6, p.745-759, 2007.

RICHARDSON, W. J.; GREENE, J.R C. R.; MALME, C. I.; THOMSON, D. H. **Marine Mammals and Noise**. 1.ed. San Diego, Califórnia: Academic Press, 1995. p.576.

ROSSI-SANTOS, M. R.; NETO, E. S.; BARACHO, C. G.; CIPOLOTTI, S. R.; MARCOVALDI, E.; ENGEL, M. H. Occurrence and distribution of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the north coast of the State of Bahia, Brazil, 2000–2006. **ICES Journal of Marine Science**, v.65, n.4, p.667-673, 2008.

SALDEN, D. R.; HERMAN, L. M.; YAMAGUCHI, M.; SATO, F. Multiple visits of individual humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) between the Hawaiian and Japanese winter grounds. **Canadian Journal of Zoology**, v. 77, n. 3, p. 504-508, 1999.

SAYIGH, L. S.; TYACK, P. L.; WELLS, R. S.; SCOTT, M. D. Signature whistles of free-ranging bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*: stability and mother-offspring comparisons. **Behavior Ecology and Sociobiology**, v. 26, p. 247-260, 1990.

SCHEVILL, W. E. Underwater sounds of cetaceans. pages In. TAVOLGA, W.N, ed. marine bio-acoustics. pergamon, oxford, u.k. 1964. p.307-316

SCHREIBER, O. W. Some sounds from marine life in the Hawaiian area. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 24, n. 1, p. 116-116, 1952.

SICILIANO, S. **Características da população de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) da costa brasileira, com especial referência aos Bancos de Abrolhos**. 113p.1997. Tese (Doutorado em Biologia Animal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILBER, G. Relationship of social vocalizations to surface behavior and aggression in the Hawaiian humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). **Canadian Journal of Zoology**, v. 64, n.10, p. 2075-2080, 1986.

SIMÃO, S.; MOREIRA, S.C. Vocalizations of a female Humpback Whale In Arraial Do Cabo (RJ, Brazil). **Marine Mammal Science**, v. 21, n. 1, p. 150-153, 2005.

SOUSA-LIMA, R.S.; CLARK, C.W. Whale sound recording technology as a tool for assessing the effects of boat noise in a Brazilian marine park. **Park Science**, v.26, n.1, p. 59-63, 2009.

SOUSA-LIMA, R.S.; CLARK, C.W. Modeling the effect traffic on the fluctuation of humpback whale singing activity in the Abrolhos National Marine Park, Brazil. **Canadian Acoustic**, v.36, n.1, p.174-181, 2008.

SPAUDING, M.; O'LEARY, M.A.; GATESY, J. Relationships of Cetacea (Artiodactyla) among mammals: increased taxon sampling alters interpretations of key fossils and character evolution. **PLoS One**, v.4, n.9, p. e7062, 2009.

STIMPERT, A. K.; PEAVEY, L. E.; FRIEDLAENDER, A. S.; NOWACEK, D. P. Humpback whale song and foraging behavior on an Antarctic feeding ground. **PLoS One**, v. 7, n. 12, p. e51214, 2012.

THOMPSON, P. O.; CUMMINGS, W. C.; HA, Samuel J. Sounds, source levels, and associated behavior of humpback whales, Southeast Alaska. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 80, n. 3, p. 735-740, 1986.

TODD, V. L. G.; TODD I. B.; GARDINER, J. C.; MORRIN, E. C. N. **Marine mammal observer and passive acoustic monitoring handbook.1**. ed. England :Pelagic Publishing, 2015.p.350.

TYACK, P. **Communication and Cognition**. In: REYNOLDS, J.R; ROMMEL, S.A. **Biology of Marine Mammals**. Eds. Washington e Londres: Smithsonian Institution Press.1999.p.588.

TYACK, P.; WHITEHEAD, H. Male competition in large group of wintering humpback whales. **Behaviour**. v. 83, n.1, p. 132-154, 1983.

TYACK, P. Interactions between singing Hawaiian humpback whale and conspecifics nearby. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 8, n.2, p. 105-116, 1981.

VU, E. T.; RISCH, D.; CLARK, C. W.; GAYLORD, S.; HATCH, L. T.; THOMPSON, M. A.; VAN PARIJS, S. M. Humpback whale song occurs extensively on feeding grounds in the western North Atlantic Ocean. **Aquatic Biology**. v. 14, n. 2, p. 175-183, 2012.

WATWOOD, S. L.; OWEN, E. C. G.; TYACK, P. L.; WELLS, R. S. Signature whistle use by temporarily restrained and free-swimming bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Animal Behaviour**, v. 69, p. 1373–1386, 2005.

WINN, H. E.; THOMPSON, T. J.; CUMMINGS, W. C.; HAIN, J.; HUDNALL, J.; HAYS, H.; STEINER, W.W. Song of the humpback whale – population comparisons. **Behavior Ecology and Sociobiology**. v. 8, n.1, p. 41-46, 1981.

WINN, H. E.; WINN, L. K. Songs of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in the West Indies. **Marine Biology** v. 47, n.2, p. 97-114, 1978.

WINN, H. E.; BISCHOFF, W. L.; TARUSKI, A. G. Cytological sexing of cetacea. **Marine Biology**. v. 23, p. 343-346, 1973.

ZERBINI, A.N.; ANDRIOLO, A.; HEIDE-JORGENSEN, M.P.; MOREIRA, S.; PIZZORNO, J.L.; MAIA, Y.G.; VANBLARICOM, G.; DEMASTER, D.P. Migration and summer destinations of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the western South Atlantic Ocean. **Journal of Cetacean Research and Management**, v.3, p.113-118, 2011.

ZERBINI, A.N.; ANDRIOLO, A.; HEIDE-JORGENSEN, M.P.; PIZZORNO, J.L.; GEYER, G.; VANBLARICOM, G.R.; DEMASTER, D.P. Satellite-monitored movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 313, p. 295-304, 2006.

ZERBINI, A.N.; ANDRIOLO, A.; DA ROCHA, J.M.; SIMÕES-LOPES, P.C.; SICILIANO, S.; PIZZORNO, J.L.; WAITE, J.M.; DE MASTER, D.P.; VANBLARICOM, G.R. Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Northeastern Brazil. **Journal Cetacean Research. Management**. v.6, n.1, p.101-107, 2004.

ANEXO 1

Valores resumidos da Frequência Pico e do Delta da Duração das Unidades que compõem as Frases que formam os Temas.

TEMA	FRASE	UNIDADE	Ano	M/freq pico	Vmin /Vmax	Dur.Aprox	
1	1	A	2005	319	193-554	2,0	
		B	2005	250	111-514	1,5	
		C	2005	88	73-126	1,0	
2	2	A	2005	230	223-237	2,0	
		B	2005	564	161-931	1,5	
		C	2005	219	190-310	1,5	
3	3	A	2005	476	231-631	2,0	
		B	2005	751	331-1031	1,5	
4	4	A	2006	334	304-377	2,0	
		A	2007	363	347-379	2,0	
		B	2006	458	234-718	1,5	
		B	2007	532	222-1219	1,5	
	5	5	A	2006	238	129-360	2,0
			A	2007	390	226-514	1,5
			B	2006	68	56-115	3,0
			B	2007	95	64-126	3,0
5	6	A	2006	289	199-433	5,0	
		A	2007	279	148-479	5,0	
		B	2006	1600	732-3772	2,0	
		B	2007	1241	493-3973	2,0	
	9	9	A	2007	321	283-344	1,0
			B	2007	135	91-220	3,0
			B	2011	276	223-312	5,0
			C	2007	240	129-384	1,0
			C	2011	68	51-101	1,5
6	7	A	2006	231	116-345	2,5	
		A	2007	158	113-247	2,5	
	4	A	2006	326	269-366	2,0	
		A	2007	319	288-342	2,0	
		B	2006	656	291-840	1,5	
		B	2007	340	218-440	1,5	
7	8	A	2006	164	121-341	2,5	
		A	2007	91	75-115	2,0	
		B	2006	169	129-231	1,5	
		B	2007	239	226-258	2,0	
	10	10	A	2006	451	341-1133	2,0
			A	2007	437	323-554	1,5
			A	2009	548	322-744	1,5
8	14	A	2007	102	62-126	1,0	
		B	2007	204	126-331	1,0	
		C	2007	480	290-713	1,0	
9	15	A	2008	433	234-547	2,0	
		B	2008	96	76-138	1,0	
10	13	A	2009	438	152-574	2,5	
		A	2011	245	94-840	2,5	
		B	2009	181	99-298	1,5	
		B	2011	243	150-317	1,5	
11	12	A	2013	240	140-351	1,0	
		A	2015	202	67-502	1,0	
		A	2016	332	89-589	1,0	
		B	2013	268	214-316	1,5	
		B	2015	665	552-753	1,5	
		B	2016	958	549-1673	1,5	
12	11	A	2015	173	100-914	2,5	
		A	2016	307	143-389	2,5	
		B	2015	419	310-512	1,5	
		B	2015	648	458-823	2,5	
		C	2016	245	146-804	5,0	
13	16	A	2016	195	124-378	1,5	
		B	2016	372	267-491	1,5	
		C	2016	797	750-844	1,0	